

**İŞ MAKİNELERİNİN PERİYODİK
MUAYENELERİNİN TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ
UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cafer KARAHAN

Danışman

Prof. Dr. İbrahim MUTLU

OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2026

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İŞ MAKİNELERİNİN PERİYODİK MUAYENELERİNİN
TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ UYGULAMALARININ
KARŞILAŞTIRILMASI

Cafer KARAHAN

Danışman
Prof. Dr. İbrahim MUTLU

OTOMOTİV MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2026

TEZ ONAY SAYFASI

Cafer KARAHAN tarafından hazırlanan “İş Makinelerinin Periyodik Muayenelerinin Türkiye ve Dünyadaki Uygulamalarının Karşılaştırılması” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 22 / 06 / 2026 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. İbrahim MUTLU

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Emin ÇENGELCİ
Afyon Kocatepe Üniversitesi, İncehisar MYO

Üye : Prof. Dr. İbrahim MUTLU
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Furkan AKBULUT
Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... /..... /..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. Bekir YALÇIN
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

22 / 06 / 2026

Cafer KARAHAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İŞ MAKİNELERİNİN PERİYODİK MUAYENELERİNİN TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ UYGULAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Cafer KARAHAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim MUTLU

Bu çalışma, Türkiye’de iş makinelerinin periyodik muayene ve kontrol süreçlerini mevzuat, uygulama, denetim, akreditasyon ve dijital izlenebilirlik boyutlarıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, ilgili teknik standartlar ve Avrupa Birliği’nin 2009/104/EC sayılı İş Ekipmanları Direktifi temel alınmıştır. Araştırma sonucunda, Türkiye’de iş makinelerinin periyodik muayenesine ilişkin mevzuat çerçevesinin genel olarak oluşturulduğu; ancak uygulama birliği, denetim etkinliği, yetkin kişi kriterleri, raporlama standardı ve dijital izlenebilirlik konularında geliştirilmesi gereken alanlar bulunduğu belirlenmiştir. Avrupa Birliği uygulamalarıyla karşılaştırıldığında, Türkiye’de mevzuat düzeyinde önemli ölçüde uyum sağlanmış olmakla birlikte, bu uyumun sahadaki uygulamalara aynı ölçüde yansımadağı görülmektedir. Bu kapsamda çalışma, iş makinelerinin güvenli kullanımının sağlanması, iş kazalarının önlenmesi ve periyodik muayene sisteminin etkinliğinin artırılması için uygulama odaklı öneriler sunmaktadır.

2026, ix + 88 sayfa

Anahtar Kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, periyodik muayene, iş makineleri, 2009/104/EC İş Ekipmanları Direktifi, akreditasyon, dijitalleşme.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

COMPARISON OF PERIODIC INSPECTIONS OF CONSTRUCTION MACHINERY IN TURKEY AND AROUND THE WORLD

Cafer KARAHAN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Automotive Engineering

Supervisor: Prof. Ibrahim MUTLU

This study aims to examine the periodic inspection and control processes of construction machinery in Türkiye in terms of legislation, implementation, supervision, accreditation, and digital traceability. The research is based on Law No. 6331 on Occupational Health and Safety, the Regulation on Health and Safety Requirements for the Use of Work Equipment, relevant technical standards, and the European Union's Directive 2009/104/EC on Work Equipment. As a result of the research, it was determined that the legislative framework regarding the periodic inspection of construction machinery in Türkiye has generally been established. However, there are still areas that need to be improved in terms of uniformity of implementation, effectiveness of supervision, competent person criteria, reporting standards, and digital traceability. Compared with European Union practices, Türkiye has achieved a significant level of harmonization at the legislative level; however, this harmonization is not reflected in field practices at the same level. In this context, the study provides practical recommendations to ensure the safe use of construction machinery, prevent occupational accidents, and increase the effectiveness of the periodic inspection system.

2026, ix + 88 pages

Keywords: Occupational health and safety, periodic inspection, construction machinery, Directive 2009/104/EC, accreditation, digitalization.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusunun belirlenmesi, çalışmaların yönlendirilmesi, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ve tez yazım sürecinin her aşamasında sağlamış olduğu değerli katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. İbrahim MUTLU'ya; araştırma ve yazım süreci boyunca desteklerini esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Emirhan YELEKİN'e; öneri ve eleştirileriyle çalışmama katkı sunan tüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırma süresince maddi ve manevi desteklerini her zaman hissettiğim, her koşulda yanımda olan değerli eşim Esin Yiğit KARAHAN'a, sevgili kızım Meryem KARAHAN'a ve oğlum Akif KARAHAN'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Cafer KARAHAN
Afyonkarahisar 2026

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Problemi	4
1.2 Amaç ve Önemi	6
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	8
2.1 İş Makinelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Bağlamı	8
2.2 Periyodik Muayene Kavramı ve Mevzuatsal Çerçeve	9
2.3 Türkiye'de İş Makinelerine Yönelik Periyodik Muayene Sistemi	11
2.4 Uluslararası Uygulamalar ve Avrupa Birliği Yaklaşımı	14
2.5 Periyodik Muayenede Dijitalleşme, İzlenebilirlik ve Kalite Güvencesi	18
2.6 Literatürdeki Boşluk ve Tezin Konumlandırılması	21
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1 Araştırmanın Genel Tasarımı ve Yaklaşımı	23
3.2 Veri Kaynakları ve Veri Toplama Süreci	24
3.3 Mevzuat ve Uluslararası Standartlar	24
3.4 Bilimsel Literatür Taraması	25
3.5 Saha Görüşmeleri ve Nitel Veri Toplama Süreci	25
3.6 Tematik Analiz Yöntemi	26
3.7 Etik İlkeler ve Araştırmanın Sınırlılıkları	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	29
4.1 Periyodik Muayene Süreçleri ve Saha Uygulamaları	29
4.1.1. Muayene Periyotlarının Belirlenmesi ve Tetikleyici Unsurlar	29
4.1.2. Muayene Öncesi Hazırlıklar ve Güvenlik Tedbirleri	31
4.1.3. Muayene Sırasında Uygulanan Teknik Test ve Kontrol Yöntemleri	33
4.1.4. Muayene Sonrası Bulguların Yönetimi ve Takip Sistemi	35

4.2 Teknik Altyapı, Standartlar ve Kalite	36
4.2.1. Standardizasyon ve Teknik Referanslar	36
4.2.2. Metrolojik Altyapı ve Kalibrasyon Yönetimi.....	38
4.2.3. Akreditasyon, Bağımsızlık ve Kalite Güvencesi	39
4.3 Dijitalleşme ve Veri Yönetimi.....	41
4.3.1. Dijital İzleme, Takip ve Raporlama Altyapısı	41
4.3.2. İstatistiksel Veri Yönetimi ve Kaynaklar	43
4.3.3. Gelecek Vizyonu: Yapay Zekâ, IoT ve Akıllı Denetim Stratejileri...	46
4.4 Risk Temelli Muayene Periyotları ve Ara Kontrol.....	48
4.5 Uygunsuzluk Kapanışı ve Yeniden Çalışma Onayı.....	51
4.6 Denetçi Yetkinliği ve Saha Deneyiminin Rolü	54
4.7 Kiralık, Taşeron ve Dış Ekipmanın Merkezi İzlenmesi	58
4.8 Habersiz ve Rastgele Saha Denetimleri	62
4.9 Bulguların Tartışılması.....	65
4.9.4. Türkiye'de İş Makineleri Muayene Sisteminin Mevzuat ve Uygulama Analizi	65
4.9.5. İş Makinelerinde Çok Katmanlı Muayene Yapısı	67
4.9.6. Denetçi Yetkinliği ve Standardizasyonun Sistem Üzerindeki Etkisi.	70
4.9.7. Dijital İzlenebilirlik, Kayıt Standardı ve Sistem Geliştirme İhtiyacı.	72
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
5.1 Sonuçlar.....	75
5.2 Öneriler.....	76
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	89

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

β	Şekil parametresi (Beta)
η	Ölçek parametresi (Eta)

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
AB-OSHA	Avrupa İş Sağlığı ve Güvenliği Ajansı
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analitik hiyerarşi prosesi
AI / YZ	Yapay zekâ (artificial intelligence)
APA	Amerikan psikoloji birliği
AT / EC	Avrupa topluluğu
C	Kritik (critical)
CAC	Uygunluk değerlendirme döngüsü (Conformity Assessment Cycle)
CAPA / DİF	Düzeltilici ve Önleyici Faaliyet
CE	Avrupa normlarına uygunluk (conformité européenne)
ÇSGB	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
DAkkS	Alman akreditasyon kurumu
DEMATEL	Karar verme deneme ve değerlendirme laboratuvarı yöntemi
DMKS	Dijital muayene kayıt sistemleri
DoC	AT / AB Uygunluk beyanı (Declaration of Conformity)
D.E.Ü.	Dokuz Eylül Üniversitesi
EBİS	Yapı denetiminde dijital izleme sistemi
EC	Avrupa topluluğu
EEC	Avrupa ekonomik topluluğu
EHSR	Temel Sağlık ve Güvenlik Gereklileri
EKİPNET	İş ekipmanları periyodik kontrol ve yetkilendirme bilgi sistemi
EN	Avrupa Standartları
EP and Council	Avrupa Parlamentosu ve Konseyi
FMEA	Hata türleri ve etkileri analizi
I	Belirsizlik (indeterminacy)
T	Doğruluk (truth)
F	Yanlışlık (falsity)
N	Önemsiz / ihmal edilebilir (negligible)
Ma	Yüksek (major)
Mi	Düşük (Minor)
GSMH	Gayrisafi Millî Hasıla
IEC	Uluslararası elektroteknik komisyonu
IJERPH	Uluslararası çevresel araştırma ve halk sağlığı dergisi
ILAC	Uluslararası laboratuvar akreditasyon birliği
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
ILO 81 / C81	ILO İş teftişi sözleşmesi
IPA	Akıllı süreç otomasyonu
ISO	Uluslararası standardizasyon örgütü
ISO/IEC	ISO/IEC ortak standartları

IoT	Nesnelerin interneti
İSG	İş sağlığı ve güvenliği
İSGGM	İş sağlığı ve güvenliği genel müdürlüğü
KOBİ	Küçük ve orta büyüklükteki işletmeler
LAK	Laboratuvarlar arası karşılaştırma
LOTO	Kilitleme – etiketleme (enerji izolasyonu)
NACE 28	Makine ve ekipman imalatı
NDT	Tahribatsız muayene
Neutrosophic FMEA	Nötrosofik hata türleri ve etkileri analizi
D	Tespit edilebilirlik (detectability)
O	Olasılık (Occurrence)
S	Şiddet (Severity)
NRPN	Nötrosofik risk öncelik sayısı
OEE	Genel ekipman verimliliği
OSGB	Ortak sağlık güvenlik birimi
PLC	Programlanabilir lojik denetleyici
QR	Hızlı yanıt kodu
RCD	Kaçak akım koruma rölesi
RFID	Radyo frekanslı tanımlama
RG	Resmî gazete
RM	Risk büyüklüğü
RPA	Robotik süreç otomasyonu
RTB	Rehberlik ve teftiş başkanlığı
SGK / SSI	Sosyal güvenlik kurumu
SI	Uluslararası birim sistemi
SPSS	İstatistiksel veri analizi, anket ve nicel araştırmalar
TOPSIS	Benzerliğe göre tercih sıralama tekniği
TS	Türk standartları
TS EN	Avrupa standardının türk standardı
TMMOB	Türk mühendis ve mimar odaları birliği
TSE	Türk Standardları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye istatistik kurumu
TÜRKAK	Türk akreditasyon kurumu
VDE	Alman elektrik, elektronik ve bilgi teknolojileri birliği
WHO	Dünya sağlık örgütü
YT / PT	Yeterlilik testleri

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1	2013-2023 döneminde Türkiye'de iş kazası, meslek hastalığı ve ölüm istatistikleri (4/1-a Kapsamı).....	2
Çizelge 2.1	İş makinesi kaza risk grupları ve periyodik muayene kapsamı.	9
Çizelge 2.2	AB üyesi ülkeler direktifi yorumlama ve uygulama biçimleri.	15
Çizelge 4.1	İş makineleri/iş ekipmanlarında muayene periyodu esasları.	30
Çizelge 4.2	Muayene süreci: Öncesi–muayene–sonrası işlem adımları.....	32
Çizelge 4.3	Muayene sürecinde güvenlik hazırlıkları ve kontrol tedbirleri.....	32
Çizelge 4.4	Ekipman türüne göre muayene test ve kontrol yöntemleri.....	34
Çizelge 4.5	Koruyucu sistemler ve güvenlik donanımlarının kontrol kriterleri.	34
Çizelge 4.6	Periyodik muayenelerde kullanılan temel standartlar ve kapsamaları.....	37
Çizelge 4.7	Periyodik muayenede kullanılan teknik cihazlar ve ölçüm hedefleri.	38
Çizelge 4.8	Akredite muayene sürecinin temel kalite bileşenleri.	40
Çizelge 4.9	Mevcut ve geliştirilebilir dijital izleme, takip ve raporlama sistemleri.....	43
Çizelge 4.10	Veri kaynakları ve izlenebilirlik sistemlerinin karşılaştırılması.	44
Çizelge 4.11	Dijital izlenebilirlik ve şeffaflık modelinin temel bileşenleri.....	45
Çizelge 4.12	Periyodik muayene sistemine yönelik dijital dönüşüm stratejileri.	47
Çizelge 4.13	Türkiye ve uluslararası periyodik muayene uygulamaları.....	49
Çizelge 4.14	Muayenelerde uygunsuzluk sınıflandırmasının karşılaştırılması.....	52
Çizelge 4.15	Denetçi yetkinliği ve akreditasyon sistemlerinin karşılaştırılması.....	55
Çizelge 4.16	Belge doğrulama ve sahaya giriş uygulamalarının karşılaştırılması.....	59
Çizelge 4.17	Planlı kontrol ve habersiz denetim uygulamalarının karşılaştırılması.	63

1. GİRİŞ

Sanayi, inşaat, madencilik, tarım ve lojistik sektörlerinde üretimin temel dinamiklerinden biri olan iş makineleri, modern çalışma hayatının vazgeçilmez bileşenleridir. Bu ekipmanların verimli kullanımı kadar güvenli işletimi de hem çalışan sağlığının korunması hem de üretim sürekliliğinin sağlanması açısından hayati öneme sahiptir (Zuraidia 2025). Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), iş makinelerinden kaynaklanan risklerin küresel iş kazaları istatistiklerinde önemli bir paya sahip olduğunu ve bu risklerin minimize edilmesinin ancak sistematik denetim mekanizmalarıyla mümkün olabileceğini vurgulamaktadır (Duarte vd. 2021). Dünya genelinde yapılan akademik çalışmalar, periyodik kontrollerin sadece mekanik bir doğrulama süreci olmadığını, aynı zamanda proaktif bir güvenlik kültürü bileşeni olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin Chinniah tarafından yapılan araştırmada, makine kaynaklı kazaların önemli bir kısmının bakım ve kontrol eksikliklerinden kaynaklandığı, düzenli periyodik denetimlerin ve risk azaltıcı önlemlerin bu kazaları önemli ölçüde elimine edebildiği belirtilmiştir (Chinniah 2015).

Ancak literatür, yasal düzenlemeler ile sahadaki pratikler arasında küresel bir uyum sorunu olduğuna da dikkat çekmektedir. Salguero vd., iş güvenliği kurallarının genellikle idealize edilmiş senaryolara dayandığını, sahadaki operasyonel baskıların ise bu kuralların esnetilmesine yol açtığını vurgular (Salguero vd. 2020). Bu durum, literatürde “kâğıt üzerinde uyum” olarak tanımlanmakta ve denetimlerin teknik bir incelemeden ziyade bürokratik bir zorunluluk olarak algılanmasına neden olmaktadır. Türkiye özelinde incelendiğinde ise inşaat ve sanayi sektörlerindeki hızlı büyümenin iş güvenliği kültürüyle eş zamanlı ilerlemediği görülmektedir. Güranlı ve Müngen (2013), Türkiye'deki inşaat kazalarının analizini yaptıkları çalışmalarında, kazaların kök nedenleri arasında denetim eksikliğinin ve teknik prosedürlerin yetersiz uygulanmasının ilk sıralarda yer aldığını saptamışlardır. Çalışma, özellikle üçüncü taraf denetimlerin ve uzman görüşlerinin, kazaların önlenmesindeki kritik rolüne işaret etmektedir. Benzer şekilde, makine emniyeti üzerine yapılan araştırmalar, periyodik kontrollerin yetkin olmayan kişilerce veya standart dışı yöntemlerle yapılmasının, güvenlik zincirindeki en zayıf halkayı oluşturduğunu göstermektedir.

Türkiye’de iş ekipmanı güvenliği, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve buna bağlı çıkarılan "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği" ile yasal bir çerçeveye oturtulmuştur. Ancak yasal düzenlemelerin varlığına rağmen, iş kazası istatistikleri sahadaki uygulamanın istenilen seviyede olmadığını göstermektedir. 2013-2023 dönemine ilişkin SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu) verilerinin yer aldığı Çizelge 1.1 incelendiğinde, sigortalı çalışan sayısındaki artışa kıyasla iş kazası sayısında çok daha dramatik bir artış olduğu görülmektedir.

Çizelge 1.1 2013–2023 döneminde Türkiye’de iş kazası, meslek hastalığı ve ölüm istatistikleri (4/1-a Kapsamı) (SGK 2023).

Yıl	Çalışan Sayısı	İş Kazası Sayısı	Meslek Hastalığı Sayısı	Ölüm Sayısı
2013	13 136 339	191 389	351	1 360
2014	13 967 837	221 366	494	1 626
2015	14 802 222	241 547	510	1 252
2016	15 355 158	286 068	597	1 405
2017	16 369 073	359 653	691	1 633
2018	16 054 759	430 985	1 044	1 541
2019	16 010 002	422 463	1 088	1 147
2020	17 358 140	384 262	908	1 236
2021	18 399 864	511 084	1 207	1 417
2022	19 814 531	588 823	953	1 525
2023	18 613 745	681 401	945	1 966

Çizelge 1.1’de sunulan veriler doğrultusunda gözlenen bu artış, iş sağlığı ve güvenliği alanında yalnızca mevzuatın varlığının yeterli olmadığını; uygulama kalitesi, denetim etkinliği ve kontrol süreçlerinin sahadaki gerçek işleyişinin de ayrıntılı biçimde incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

İş makineleri kaynaklı risklerin azaltılmasında periyodik muayeneler önemli bir önleyici araç olarak kabul edilse de bu mekanizmanın gerçek etkisi; muayenenin hangi standartlara göre yapıldığına, kontrolü gerçekleştiren kişilerin yetkinliğine, teknik testlerin kapsamına ve elde edilen bulguların izlenebilirliğine bağlıdır.

Dolayısıyla periyodik muayene süreci yalnızca yasal bir zorunluluk değil, aynı zamanda makine güvenliği yönetiminin temel unsurlarından biri olarak değerlendirilmelidir. Bu noktada temel problem, Türkiye’de iş makinelerinin periyodik muayene süreçlerinin

mevzuatta tanımlanmış olmasına rağmen, uygulamada aynı düzeyde standartlaşmış, ölçülebilir ve izlenebilir bir yapıya her zaman kavuşamamış olmasıdır.

Literatürde yer alan çalışmalar, özellikle teknik kontrol derinliğinin kurumdan kuruma değişebildiğini, bazı muayenelerin görsel inceleme ağırlıklı yürütüldüğünü, raporlama ve kayıt sistemlerinde standardizasyon sorunları yaşandığını ve dijital izleme altyapısının sınırlı kaldığını göstermektedir. Bu durum, mevzuat ile uygulama arasındaki farkın yalnızca hukuki değil; teknik, kurumsal ve yönetsel boyutları da olan çok katmanlı bir sorun alanı oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Uluslararası uygulamalar incelendiğinde, özellikle Avrupa Birliği ülkelerinde periyodik muayene süreçlerinin akreditasyon, standardizasyon, dijital kayıt sistemleri ve risk temelli denetim anlayışıyla daha bütüncül bir yapıda ele alındığı görülmektedir. Türkiye’de ise mevzuat düzeyinde önemli ölçüde uyum sağlanmış olmakla birlikte, uygulama birliği, denetim kapasitesi, teknik ölçüm standartları ve izlenebilirlik gibi alanlarda çeşitli gelişim ihtiyaçları devam etmektedir. Bu nedenle Türkiye’deki mevcut yapının uluslararası örneklerle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi, mevcut eksikliklerin görünür kılınması ve iyileştirme alanlarının belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Bu tez çalışması, iş makinelerinin periyodik muayenelerinin Türkiye ve dünyadaki uygulamalarını karşılaştırmalı bir bakış açısıyla incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, ilk aşamada Türkiye’deki yasal ve kurumsal yapı ile uluslararası düzenlemeler, standartlar ve uygulama modelleri literatür ve doküman analizi yoluyla incelenmiş; ikinci aşamada ise saha çalışması kapsamında ilgili paydaşlarla gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Çalışmada hem kuramsal ve mevzuatsal çerçeve hem de sahadaki uygulama deneyimleri birlikte ele alınmıştır. Bu kapsamda çalışmanın temel amaçları; Türkiye’de iş makinelerinin periyodik muayene sisteminin mevcut durumunu ortaya koymak, bu sistemin uluslararası uygulamalarla benzer ve farklı yönlerini belirlemek, uygulamadaki aksaklıkların güvenlik performansı üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve daha etkin, izlenebilir ve sürdürülebilir bir muayene sistemi için öneriler geliştirmektir. Çalışma hem akademik literatüre katkı sunmayı hem de uygulayıcılar ve politika yapıcılar açısından yol gösterici bir çerçeve oluşturmayı hedeflemektedir.

Araştırma, iş makinelerinin periyodik muayene süreçlerini yalnızca mevzuat metinleri üzerinden değil; uygulama pratikleri, denetim yapısı, teknik test süreçleri, kayıt sistemi, yetkinlik düzeyi ve dijitalleşme boyutları üzerinden birlikte ele alması bakımından önem taşımaktadır. Bu yönüyle tez, iş makineleri güvenliği alanında mevzuat–uygulama ilişkisini çok boyutlu biçimde inceleyen ve Türkiye’nin mevcut durumunu uluslararası bağlam içinde konumlandıran bir değerlendirme sunmaktadır. Bu doğrultuda tez beş ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde araştırmanın problemi, amacı ve önemi ortaya konulmaktadır. İkinci bölümde konuya ilişkin ulusal ve uluslararası literatür incelenmektedir. Üçüncü bölümde araştırmanın materyal ve yöntemine yer verilmektedir. Dördüncü bölümde elde edilen bulgular sunulmakta; beşinci bölümde ise bulgular tartışılarak sonuç ve öneriler geliştirilmektedir.

1.1 Araştırmanın Problemi

Türkiye’de iş makinelerinin periyodik muayenesi, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bu kanuna dayanılarak çıkarılan İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği çerçevesinde yasal olarak düzenlenmiştir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [ÇSGB] 2013). Muayene periyodu, istisnai durumlar dışında en fazla 1 yıl olarak belirlenmiş; yetkili kişi şartı ve ekipman muayene kuruluşu ve ilgili ekipmanlarda akreditasyon zorunluluğu da aynı yönetmelik kapsamında getirilmiştir.

Yasal düzenlemelerin sahadaki uygulamalara her zaman aynı düzeyde yansımadağı görülmektedir. SGK verilerine göre 2013 yılında 13 136 339 sigortalı çalışan için 191 389 iş kazası ve 1 360 ölüm kayıt altına alınmıştır. 2023 yılında ise 18 613 745 çalışana karşılık 681 401 iş kazası ve 1 966 ölüm gerçekleşmiştir (SGK 2023). Sigortalı çalışan sayısı on yılda yaklaşık %42 artarken iş kazası sayısı %256 oranında yükselmiştir. Türkiye, iş kazası kayıp oranında 27 AB üyesinin ortalamasının 5 katı düzeyinde seyretmektedir (Zengin 2022). İş makinesi kaynaklı kazalar bu tablonun önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Çoktu vd. (2024) 2013-2018 yılları arasında Türkiye’de 1 358 ölümlü iş makinesi kazası tespit etmiştir.

Ana kaza nedenleri incelendiğinde trafik kazaları %28,06 devrilme %15,83 ve makine altında sıkışma ya da ezilme %7,36 oranında yer almaktadır. AB genelinde ise makine veya taşıma aracı kontrolünün kaybedilmesi 2022 yılında ölümlü kazaların %27,4'ünü oluşturmuştur (Eurostat 2024).

Periyodik muayene sisteminin sahadaki işleyişinde üç temel sorun alanı öne çıkmaktadır. Birincisi denetim kapasitesidir. ILO, az gelişmiş ülkelerde her 15 000 çalışana en az bir iş müfettişi düşmesini önermektedir (İnt.Kyn.11). Türkiye'de 2017 itibarıyla 32,2 milyon çalışana karşılık 1 021 müfettiş görev yapmaktaydı; bu oran müfettiş başına yaklaşık 31 000 çalışana karşılık gelmektedir. 2022 yılında Yapı İşyerlerinde İSG Programlı Teftişi kapsamında 50 ilde 1 739 işyeri yalnızca 106 müfettiş tarafından denetlenmiştir (Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı (RTB) 2022). İkincisi standardizasyon sorunudur. Aynı yönetmelik farklı muayene kuruluşları tarafından farklı biçimlerde yorumlanmaktadır.

Yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular, muayene raporlamalarının ISO/IEC 17020 standardı çerçevesinde yürütülmesine rağmen, görüşme yapılan kurumlarda tek tip bir rapor formatının kullanılmadığını ortaya koymaktadır. Katılımcı beyanları, raporların içerik ve sunum biçimlerinde kurumsal uygulamalara bağlı olarak farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular, muayene derinliği, kullanılan test yöntemleri ve raporlama biçimlerinin kurumların kendi iç prosedürlerine göre değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Katılımcılar, bu farklılıkların kurumsal yapı, teknik kapasite ve uygulama süreçlerinden kaynaklandığını ifade etmiştir. Chinniah (2015), incelediği 106 makine kazasının 104'ünde herhangi bir risk değerlendirmesinin yapılmadığını tespit etmiştir; bu bulgu, kontrol süreçlerinin kayıt altına alınmamasının boyutunu göstermektedir.

Üçüncüsü dijital izlenebilirlik eksikliğidir. 2025 yönetmelik değişikliği sonrasında EKİPNET, İSG-KATİP içinde periyodik kontrollerle ilgili kayıt, takip ve izleme işlemlerine yönelik bir modül olarak tanımlanmıştır. Bu yapı yetkili kişi/kuruluş kayıtları, sözleşme ve raporlama süreçleri açısından önemli bir dijital altyapı sağlamakla birlikte, makine kimliği, bakım geçmişi, uygunsuzluk kapanışı, düzeltici faaliyet kanıtı ve yeniden çalışma onayı gibi makine bazlı süreçlerin tamamını kapsayan merkezi dijital makine

sicili niteliğinde değildir. Walters ve James (2011) ise izleme mekanizmalarının zayıf olduğu sistemlerde denetim faaliyetlerinin çoğunlukla rapor üretimiyle sınırlı kaldığını ve bu durumun risk azaltma etkisini sınırlayabildiğini ortaya koymuştur.

Türkiye, mevzuat düzeyinde AB'nin 2009/104/EC sayılı İş Ekipmanları Direktifi ile büyük ölçüde uyum sağlamıştır. Uygulama düzeyinde ise bu uyumun güvenlik performansına yansımaları sınırlı kalmaktadır. Salguero vd. (2020), yasal çerçeve ile sahadaki pratikler arasındaki bu mesafeyi "kâğıt üzerinde uyum" (paper compliance) kavramıyla tanımlamıştır. Türkiye'de periyodik muayene süreci yalnızca yasal zorunluluğun yerine getirildiği bir aşama olarak algılanmakta, proaktif güvenlik yönetiminin bir parçası olarak konumlandırılmamaktadır.

1.2 Amaç ve Önemi

Tezin temel amacı, Türkiye'deki iş makinesi periyodik muayene sistemini mevzuat ve uygulama boyutlarıyla incelemek ve uluslararası uygulamalarla karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Araştırma dört alt amaca yönelmiştir. İlk amaç, Türkiye'de yürürlükte olan yasal ve kurumsal yapıyı ortaya koymaktır. Bu kapsamda 6331 sayılı Kanun, ÇSGB Yönetmeliği, TÜRKAK akreditasyon sistemi ve EKİPNET'in mevcut yapısı incelenmiştir. İkinci amaç, uluslararası uygulamaları değerlendirmektir. AB'nin 2006/42/EC Makine Direktifi ve 2009/104/EC İş Ekipmanları Direktifi temel referans olarak alınmıştır. Almanya, İngiltere, İtalya ve Fransa gibi ülkelerdeki muayene periyotları, denetçi nitelikleri ve akreditasyon yapıları karşılaştırılmıştır.

Üçüncü amaç, Türkiye'deki mevzuat ve uygulama farkını ortaya koymaktır. Muayene derinliği, kayıt standartları, denetim kapasitesi ve dijital izlenebilirlik altyapısı bu değerlendirmenin temel odak noktalarını oluşturmaktadır. Dördüncü amaç ise daha etkin ve izlenebilir bir muayene sistemi için öneriler geliştirmektir.

Araştırmanın önemi birkaç açıdan değerlendirilebilir. İlk olarak, iş kazası istatistikleri sorunun büyüklüğünü göstermektedir. 2013-2023 döneminde iş kazası sayısı 191 389'dan 681 401'e yükselmiştir (SGK 2023). İş makinesi kaynaklı ölümler, toplam

ölümlü kazalar içinde önemli bir paya sahiptir. Bu istatistikler, periyodik muayene mekanizmasının etkinliğinin sorgulanmasını gerekli kılan önemli bir bağlamsal gösterge niteliğindedir.

İkinci olarak, konu akademik literatürde yeterince ele alınmamaktadır. Türkiye’de iş makinesi muayenelerini mevzuat, uygulama, denetim kapasitesi, standardizasyon ve dijitalleşme boyutlarıyla birlikte inceleyen kapsamlı çalışma sayısı sınırlıdır. Mevcut çalışmalar çoğunlukla mevzuat uyumuna odaklanmakta, saha uygulamalarını yeterince değerlendirmemektedir.

Üçüncü olarak, çalışma politika yapıcılar ve uygulayıcılar için somut bir referans sunmaktadır. ÇSGB, TÜRKAK, muayene kuruluşları ve işverenler açısından sistemdeki eksikliklerin ortaya konması, iyileştirme süreçlerine katkı sağlayacaktır. Dördüncü olarak, dijitalleşme ve risk temelli denetim yaklaşımlarının Türkiye bağlamında değerlendirilmesi, gelecekte atılacak adımlar için önemli bir zemin oluşturmaktadır.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 İş Makinelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Bağlamı

İş makineleri, başta inşaat olmak üzere madencilik, altyapı ve ulaşım gibi pek çok sektörün temel üretim araçlarıdır. Ancak bu makineler, sahip oldukları büyük kütle, yüksek güç kapasitesi ve karmaşık çalışma koşulları nedeniyle ciddi iş güvenliği riskleri barındırır. Dünya genelinde 2019 yılı itibarıyla yaklaşık 2,9 milyon kişi işle ilişkili nedenlerden hayatını kaybetmiş olup bunların 320 000'i doğrudan iş kazalarından kaynaklanmıştır (Takala vd. 2024). Avrupa Birliği verilerine göre 2022 yılında AB ülkelerinde gerçekleşen 3 286 ölümlü iş kazasının %22,9'u inşaat sektöründe meydana gelmiş; makine veya taşıma ekipmanının kontrolünün kaybedilmesi ise ölümlü kazaların %27,4'ünü oluşturarak en yaygın neden olarak kayıtlara geçmiştir (Eurostat 2024).

Türkiye özelinde de durum farklı değildir. Gürcanlı ve Müngen (2013) 1972-2008 yıllarını kapsayan 1 117 bilirkişi raporunu incelemiş ve inşaat sektöründeki işçi ölüm oranının tüm sektörlerin ortalamasının yaklaşık iki katı olduğunu tespit etmiştir. İş makinelerine özgü olarak Çoktu vd. (2024) 2013-2018 yılları arasında Türkiye'de 1 358 ölümlü iş makinesi kazası tespit etmiş; trafik kazalarının %28,06 ile ilk sırada olduğunu, devrilmenin %15,83 ve makine altında sıkışmanın %7,36 oranında gerçekleştiğini ortaya koymuştur. İş makinesi kazaları çeşitli biçimlerde ortaya çıkar. Devrilme, özellikle operatörler için en ölümcül kaza türlerinden biridir; McCann (2006), ABD'de kazı işlerinde devrilmelerin operatör ölümlerinin başlıca nedeni olduğunu belirlemiştir. Geri manevra ve görünürlük sorunları da kritik bir risk alanı oluşturmaktadır. Hinze ve Teizer (2011), ABD'de 659 ölümün doğrudan görünürlük sorunlarıyla ilişkili olduğunu ortaya koyarken Marks vd. (2013) inşaat ölümlerinin dörtte birinin operatör-yaya çarpışmalarından kaynaklandığını ve kör noktaların bu ölümlerde belirleyici etken olduğunu vurgulamıştır. NIOSH (2014) verilerine göre yol inşaat sahalarında geri manevra kazaları, ekipman kaynaklı ölümlerin en az %50'sini oluşturmaktadır. Vinç operasyonları da kendine özgü riskler taşımakta olup McCann (2009), ABD'de 1992-2006 yılları arasında 632 vinç ilişkili ölüm tespit etmiş; elektrik teması, yük çarpması ve vinç devrilmesinin başlıca nedenler olduğunu belirlemiştir.

Kazaların oluşumunda operatör kaynaklı faktörler belirleyici bir rol oynar. Uyar ve Demirpolat (2025), iş kazalarının yaklaşık %50'sinin operatörlerin hatalı davranışlarından kaynaklandığını tespit etmiştir. Demografik açıdan Bilim (2025), genç, deneyimsiz ve erkek işçilerin daha yüksek kaza riskiyle karşı karşıya olduğunu bulurken Çoktu vd. (2024) ileri yaş grubunun ölümlü kazalarda orantısız biçimde temsil edildiğini ortaya koymuştur. Çevresel faktörler de göz ardı edilemez; zemin koşulları devrilme riskini doğrudan etkilerken Baykuş vd. (2024) olumsuz hava koşullarının kazı işlerinde en büyük güvenlik sapması olduğunu belirlemiştir.

Sonuç olarak iş makinesi kazaları, operatör, ekipman ve çevre etkileşiminin bir ürünüdür. Almaskati vd. (2024) tarafından yapılan 236 yayını kapsayan sistematik incelemede kişisel koruyucu ekipman kullanımı, eğitim ve denetim en etkili risk azaltma stratejileri olarak belirlenmiştir. Ekipmanların düzenli bakımı ve periyodik muayeneleri bu stratejilerin ayrılmaz bir parçasını oluşturmakta; bu bağlamda farklı ülke uygulamalarının karşılaştırmalı incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Çizelge 2.1'deki risk grupları, doğrudan periyodik muayene maddesi olarak değil; periyodik muayene kapsamına teknik olarak yansiyabilecek İSG yönetimi başlıkları olarak değerlendirilmelidir.

Çizelge 2.1 İş makinesi kaza risk grupları ve periyodik muayene kapsamı.

Risk grubu	Literatürdeki bulgu	Periyodik muayeneye yansiyabilecek teknik kontrol boyutu
Devrilme	Ağır ekipmanlarda ölümcül risk	Stabilite, fren, şasi, yük kontrolü
Kör nokta/geri manevra	Operatör-yaya çarpışmaları	Kamera, sensör, alarm, görüş ekipmanı kontrolü
Vinç operasyonları	Yük, elektrik, devrilme riski	Halat, kanca, fren, moment sınırlayıcı, yük testi
Bakım eksikliği	Kazaların önemli bileşeni	Bakım kayıtları ve kontrol raporu entegrasyonu

2.2 Periyodik Muayene Kavramı ve Mevzuatsal Çerçeve

Periyodik muayene, iş ekipmanlarının belirli aralıklarla yetkili kişilerce muayene, deney ve test faaliyetlerine tabi tutulmasıdır. Bu tanım, 25 Nisan 2013 tarihli ve 28628 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği'nin 4. maddesinde doğrudan yer almaktadır (ÇSGB 2013). Tanımın odak

noktası yetkili kişidir. Muayene, rastgele gerçekleştirilmez; teknik yeterlilik kriterlerini karşılayan personel tarafından yürütülür. İş makinesi kavramının kapsamı oldukça geniştir. İnşaat, madencilik, tarım, liman ve lojistik sektörlerinde kullanılan ekskavatör, dozer, loader, forklift, vinç, beton pompası, asfalt finişeri, jumbo, reach stacker ve benzeri ekipmanlar bu çerçevede değerlendirilir (Belgelendirme 2020). Bu makinelerin büyük bölümü karayolunda seyreden taşıtlar gibi trafik muayenesine tabi değildir. Periyodik muayene bu nedenle bu ekipmanların güvenlik durumunun değerlendirilmesinde temel mekanizma işlevi görür. Yönetmeliğin Ek III, Madde 1.1 hükmüne göre iş ekipmanlarının bakım, onarım ve periyodik kontrolleri; ilgili ulusal ve uluslararası standartlar, imalatçı verileri ile bilim ve teknolojinin gerektirdiği kriterler çerçevesinde belirli aralıklarla yapılır (ÇSGB 2013).

Belirlenen periyodik muayene aralığının, istisnai durumlar dışında 1 yılı aşmaması zorunludur (İnt.Kyn.12). Kaldırma-iletme makineleri ile basınçlı kaplar için ilgili standartlar aksini öngörmediği sürece yılda en az bir defa kontrol yükümlülüğü bulunmaktadır. Periyodik muayene, bakım ve denetimden kavramsal olarak ayrı tutulmalıdır. Bakım; yağlama, parça değişimi ve temizlik gibi ekipmanın işlevselliğini sürdürmeye yönelik planlı faaliyetlerden oluşur. Denetim ise idari ve mevzuata uyum odaklı bir süreçtir. Periyodik muayene bunların hiçbirinin yerine geçmez. Teknik muayene, fonksiyon testi ve ölçüm faaliyetleri içeren belgelenmiş bir değerlendirme sürecidir (İnt.Kyn.32). Bu üç süreç birbirini tamamlar. Ekskavatör, dozer, greyder ve loader gibi ekipmanlar bu standardın kapsamına girer. Standart tehlike tanımlaması, risk azaltma tedbirleri ve güvenlik doğrulama yükümlülüklerini içermektedir. Kaldırma ekipmanlarında ise farklı standartlar uygulanır; yük testi, stabilite kontrolü ve güvenlik mekanizmalarının işlevselliği değerlendirilir.

Avrupa Birliği'nde periyodik muayene 2009/104/EC sayılı İş Ekipmanları Direktifi'nin 5. maddesiyle düzenlenmiştir. Direktife göre ekipmanlar; bozulmaya yol açan koşullara maruz kalıyorsa yetkili kişilerce periyodik kontrole tabi tutulur (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi [EP and Council] 2009). Kaza, modifikasyon veya uzun süreli âtil kalma gibi olağanüstü durumlarda özel denetim yapılması da bu direktif kapsamında zorunlu kılınmıştır. Türkiye 2013 yönetmeliğiyle bu direktif hükümlerini ulusal mevzuata

aktarmıştır (ÇSGB 2013). Muayenenin zorunlu tutulmasının temel gerekçesi güvenliktir. Chinniah (2015) tarafından Quebec, Kanada'da yürütülen çalışmada 106 makine kaynaklı kaza raporu incelenmiştir. Kazaların %34,9'unun bakım aşamasında, %31,1'inin üretim kesintisi müdahalelerinde yaşandığı tespit edilmiştir. İncelenen 106 kazanın 104'ünde herhangi bir risk değerlendirmesinin yapılmadığı belirlenmiştir (Del Giudice vd. 2024). Bakım ve kontrol eksikliğinin kaza oluşumundaki rolü bu verilerle somutlaşmaktadır. Küresel ölçekte tablo çarpıcıdır. ILO'nun 2019 raporuna göre her yıl yaklaşık 300 000 çalışan iş kazası nedeniyle hayatını kaybetmekte; inşaat sektörü bu istatistiklerde ilk sıralarda yer almaktadır (Zengin 2022). AB'de 2022 yılında gerçekleşen ölümlü iş kazalarının %22,9'u inşaat sektöründe kaydedilmiştir (Eurostat 2023).

Türkiye'de ise inşaat sektörü toplam çalışanların yaklaşık %5'ini oluştururken ölümlü kazaların yaklaşık üçte birine ev sahipliği yapmaktadır (Zengin 2022). Türkiye, iş kazası kayıp oranında 27 AB ülyesinin ortalamasının 5 katı düzeyinde seyretmektedir (Zengin 2022). Periyodik muayene bu riskleri azaltmaya yönelik sistematik bir önleyici mekanizmadır. Muayene sonuçları yazılı olarak kayıt altına alınır. 2009/104/EC Direktifi'nin 5. maddesinin 3. fıkrası bu yükümlülüğü doğrudan düzenlemektedir; kayıtların ilgili denetim otoritelerinin erişimine açık tutulması zorunludur (EP and Council 2009). Belirli bir süre muhafaza edilmesi gereken bu kayıtlar, teknik hesap verebilirlik açısından temel bir dokümantasyon altyapısı oluşturur.

2.3 Türkiye'de İş Makinelerine Yönelik Periyodik Muayene Sistemi

Türkiye'de iş makinelerinin periyodik muayeneleri iki temel yasal düzenlemeye dayanmaktadır. Bunlardan ilki, 30 Haziran 2012 tarihinde yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu; ikincisi ise bu kanuna bağlı olarak 25 Nisan 2013 tarihli ve 28628 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği'dir (ÇSGB 2013). Yönetmeliğin temel dayanağı, AB'nin 2009/104/EC sayılı İş Ekipmanları Direktifi'dir. Yönetmelikte periyodik kontrol, “iş ekipmanlarının öngörülen aralıklarda ve belirtilen yöntemlere uygun olarak yetkili kişilerce gerçekleştirilen muayene, deney ve test faaliyetleri” olarak tanımlanmaktadır (ÇSGB 2013). Bu tanım; belirlenen periyotlara uyulması ve kontrollerin yetkili kişiler

tarafından yapılması olmak üzere iki temel gerekliliği ortaya koymaktadır. İş makinelerinde periyodik kontrol aralığı, istisnai durumlar dışında en fazla bir yıldır (ÇSGB 2013).

2025 değişikliğiyle “akredite muayene kuruluşu” terimi yerine “ekipman muayene kuruluşu” tanımı getirilmiş; ilgili yüksek riskli ekipmanlarda ise akreditasyon şartı korunarak “akredite ekipman muayene kuruluşu” vurgusu öne çıkarılmıştır (ÇSGB 2025). Yönetmelik Ek-III kapsamı belirlidir. Yalnızca Ek-III'teki tablolarda yer alan ekipman grupları periyodik kontrole tabidir (ÇSGB 2025). İş makineleri bu listede açıkça yer almaktadır. Ek-III tablosunda her ekipman türü için kontrol sıklığı, uygulanacak test yöntemleri ve yetkili kişi branşları ayrı ayrı belirlenmiştir (ÇSGB 2013). Türkiye'deki periyodik muayene sisteminde birden fazla aktör görev alır. Bunlar farklı sorumluluk alanlarıyla sistem içinde konumlanmaktadır: ÇSGB / İSGGM, Mevzuatı çıkarır, politika belirler, sistemin normatif çerçevesini yönetir. RTB (Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı), saha denetimi yapar, uygunsuzlukları tespit eder ve yaptırım uygular. TÜRKAK: Muayene kuruluşlarını TS EN ISO/IEC 17020 standardına göre akredite eder (TÜRKAK 2024b).

Ekipman muayene kuruluşları ve A tipi akreditasyon: TÜRKAK tarafından belirli kapsamlarda akredite edilen ekipman muayene kuruluşları, yüksek riskli ekipmanların periyodik kontrollerinde bağımsız üçüncü taraf işlevi görür (TÜRKAK 2024b; ÇSGB 2025). “A tipi muayene kuruluşu” ifadesi, ISO/IEC 17020 kapsamında bağımsızlık düzeyini gösterir; “ekipman muayene kuruluşu” ise 2025 değişikliğiyle yönetmelikte kullanılan güncel kurumsal tanımdır. EKİPNET ise İSG-KATİP içinde periyodik kontrollerin kayıt, takip ve izlenmesine yönelik modül olarak değerlendirilmelidir (ÇSGB 2025). TSE hem standart hazırlar hem de TÜRKAK tarafından A Tipi Muayene Kuruluşu olarak akredite edilmiştir (TSE 2015). TÜRKAK, muayene kuruluşlarını TS EN ISO/IEC 17020:2012 standardına göre akredite etmektedir (TÜRKAK 2024b). Bu standart, muayene kuruluşlarının kalite yönetim sistemi ve teknik yeterliliğine ilişkin şartları belirler. A tipi kuruluşlar bağımsız üçüncü taraf statüsündedir; yürüttükleri muayene faaliyetleriyle çatışabilecek başka bir faaliyette bulunamazlar (TÜRKAK R.50-01 2019). Literatürde bu durum "kâğıt üzerinde uyum" (paper compliance) olarak tanımlanmak-

tadır; yasal çerçeve ile sahada gerçekleşen uygulama arasındaki mesafeye işaret etmektedir (Salguero vd. 2020). ILO, gelişmekte olan ülkelerde her 15 000 çalışana en az 1 iş müfettişi düşmesini önermektedir (İnt.Kyn.11). Türkiye'de 2017 itibarıyla 32,2 milyon çalışana karşılık 1 021 iş müfettişi görev yapmaktaydı.

Bu oran, müfettiş başına yaklaşık 31 000 çalışana karşılık gelmektedir; ILO'nun az gelişmiş ülkeler için öngördüğü 40 000 eşiğine yakın bir tablodur (İnt.Kyn.11). 2022 yılında Yapı İşyerlerinde İSG Programlı Teftişi'nde 50 ilde 1 739 işyeri yalnızca 106 müfettiş tarafından denetlenmiştir (RTB 2022). Bu rakamlar denetim kapasitesinin sınırlarını somutlaştırmaktadır.

Muayene raporlarında tespit edilen eksikliklerin kapatılıp kapatılmadığının sistematik biçimde izlenmemesi önemli bir sorundur. Walters ve James (2011), yaptırım ve izleme mekanizması zayıf olan sistemlerde denetimlerin rapor üretimi ile sınırlı kaldığını, gerçek risk azaltma etkisinin ise sınırlanabildiğini ortaya koymuştur. Walters vd. (2021) ise etkili bir denetim döngüsü için tespit, bildirim, düzeltici faaliyet, doğrulama ve tekrar izleme aşamalarının bir bütün olarak işlemesi gerektiğini vurgulamıştır. Kurumsal yapıya sahip büyük işletmelerde yazılı prosedürler, dijital bakım kayıtları ve planlı kontrol programları daha yaygındır. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde ise günlük kontrol ve bakım uygulamalarında kişiye bağımlılık yüksek, kayıt ve dokümantasyon düzeyi düşük kalmaktadır (Walters ve James 2011).

Aksorn ve Hadikusumo (2008), küçük işletmelerde İSG uygulamalarının büyük işletmelere kıyasla sınırlı kaynak ve düşük kayıt kültürüyle karakterize olduğunu belirlemiştir. Yönetmelik, periyodik kontrol yapmaya yetkili kişilerin kontrolü kriterlerine uygun gerçekleştirmesini, raporu gerçeğe uygun düzenlemesini ve tekniğe uygun muayene/test yöntemleri kullanmasını zorunlu kılmaktadır (ÇSGB 2013). Ancak raporlama biçimi, içeriği ve arşivleme yöntemine ilişkin ulusal düzeyde standart bir format belirlenmemiştir. Bu durum, farklı kuruluşlar tarafından üretilen raporların içerik ve derinlik bakımından büyük farklılıklar göstermesine yol açmaktadır. 2025 değişikliğiyle EKİPNET, İSG-KATİP içinde yer alan ve periyodik kontrollerle ilgili kayıt, takip ve izleme işlemlerine hizmet eden modül olarak tanımlanmıştır. Bu modül

sözleşme, yetkili kişi/kuruluş ve raporlama süreçleri açısından önemlidir; ancak makine bazlı bakım geçmişi, uygunsuzluk kapanışı, düzeltici faaliyet kanıtı ve yeniden çalışma onaylarını kapsayan merkezi dijital makine sicilinden ayrı değerlendirilmelidir. Avrupa'da ise çeşitli teknik alanlarda -örneğin asansörler ve araç muayenelerinde- ulusal veya bölgesel düzeyde merkezi kayıt ve bildirim sistemleri kullanılmaktadır (European Commission 2019).

Bu sistemler periyodik kontrollerin planlanması, izlenmesi ve raporlanması açısından temel bir altyapı işlevi sunmaktadır. Hohnen ve Hasle (2011), denetim kaydı ile gerçek risk azaltma arasında bir boşluk oluşmaması için raporlamanın dinamik bir yönetim aracına dönüştürülmesi gerektiğini vurgulamıştır. Türkiye'de dijital izlenebilirlik altyapısının geliştirilmesi, rapor formatlarının standartlaştırılması ve uygunsuzlukların kapatılmasına yönelik sistematik takip mekanizmalarının kurulması, mevcut sistemin en öncelikli gelişim alanları olarak öne çıkmaktadır.

2.4 Uluslararası Uygulamalar ve Avrupa Birliği Yaklaşımı

Avrupa Birliği'nde iş makineleri güvenliği iki ayrı direktif ekseninde düzenlenir. Bunlardan ilki tasarım ve pazara arz aşamasını kapsayan 2006/42/EC sayılı Makine Direktifi'dir (EP and Council 2006). İkincisi ise işyerinde kullanım aşamasını düzenleyen 2009/104/EC sayılı İş Ekipmanları Direktifi'dir (EP and Council 2009). İki direktif birbirini tamamlar. İlki makinenin üretilmesiyle, ikincisi kullanılmasıyla ilgilenir. 2006/42/EC Direktifi, temel sağlık ve güvenlik gereklerini (EHSR) belirler. CE uygunluk beyanı ve teknik dosya zorunluluğunu getirir (EP and Council 2006). Direktif Ek IV'teki yüksek riskli makine kategorileri -örneğin taşınabilir zincirli testereler, beton karıştırıcılar ve belirli kaldırma ekipmanları- onaylanmış kuruluş (Notified Body) aracılığıyla uygunluk değerlendirmesine tabidir. Bu kuruluşlar her 3 yılda bir periyodik denetimle izlenmektedir (EP and Council 2006).

14 Haziran 2023'te yayımlanan (AB) 2023/1230 sayılı Makine Tüzüğü, direktifin yerini 2027 yılında alacaktır; kapsam genişletilmiş, risk temelli yaklaşım ve dijital doküman zorunlulukları güçlendirilmiştir (EU-OSHA 2025). 2009/104/EC İş Ekipmanları

Direktifi, minimum gereklilik düzeyini belirler. Madde 5 kapsamında; güvenliğini etkileyen koşullara maruz kalan iş ekipmanları, yetkili kişilerce belirli aralıklarla muayeneye tabi tutulur (EP and Council 2009). Öte yandan direktif asgari standartları belirler, üye devletlerin daha katı düzenleme çıkarmasına izin verir. Bu durum ulusal uygulamalar arasında farklılıkların oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Kielesińska 2019). AB üyesi ülkeler direktifi yorumlama ve uygulama biçimleri bakımından birbirinden önemli ölçüde ayrılmaktadır. Aşağıdaki tablo bu farklılıkları sistematik biçimde ortaya koymaktadır.

Çizelge 2.2 AB üyesi ülkeler direktifi yorumlama ve uygulama biçimleri.

Ülke	Temel Yasal Metin	Muayene Sıklığı (Kaldırma Ekipmanı)	Denetçi Şartı	Kaynakça
Almanya	BetrSichV + DGUV V52	Yılda en az 1 kez; vinçlerde 4 yılda 1 kapsamlı	Sachverständiger / Befähigte Person (TRBS 1203)	Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2015; Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung 2021; Calima 2024
İngiltere	LOLER 1998	İnsan kaldıran: 6 ayda 1 / Diğer: 12 ayda 1	Competent Person (bağımsız, yeterli bilgi ve deneyim)	LOLER 1998; Health and Safety Executive 2014
İtalya	D.Lgs. 81/2008	Ekipman kategorisine göre; zorunlu kategorilerde INAIL veya yetkili özel kuruluş	INAIL / akredite özel kuruluş	Lineevita 2022
Fransa	Code du Travail	Kategoriye göre; Vérifications Initiales et Périodiques (VIC) kapsamındakiler için zorunlu	Organismes Agréés (COFRAC akredite)	Code du Travail, Art. R. 4323-22
Türkiye	6331 sayılı Kanun / İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği	Yılda en az 1 kez; bazı ekipmanlar için ekipman muayene kuruluşu ve ilgili kapsamlarda akreditasyon zorunluluğu bulunmaktadır. 2025 değişikliği sonrası kapsam güncellenmiştir.	Yetkili kişi + ekipman muayene kuruluşu; ilgili ekipmanlarda A tipi akreditasyon ve İSG-KATİP/EKİPNET süreçleri	ÇSGB 2013; ÇSGB 2025; TÜRKAK 2024b

Almanya, Endüstriyel Güvenlik Yönetmeliği BetrSichV, işverenin risk değerlendirmesini esas alarak muayene türünü ve kapsamını belirlemesini zorunlu kılar (İnt.Kyn.25). DGUV V52, vinçler için ilk devreye almada uzman muayenesi ve ardından yılda en az 1 kez periyodik denetim şartı getirir; dört yılda bir kapsamlı yeniden değerlendirme yapılır (İnt.Kyn.34). Muayeneyi gerçekleştiren kişinin TRBS 1203 kapsamındaki Befähigte Person niteliğini taşıması zorunludur (İnt.Kyn.5).

Şantiye alanlarında elektrikli ekipmanlar için muayene aralığı 3 aya kadar düşebilmektedir (İnt.Kyn.5). 1998 tarihli LOLER (Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations) ve PUWER (Provision and Use of Work Equipment Regulations) birlikte uygulanır.

LOLER; insanı kaldıran ekipmanlar için 6 ayda bir, diğer kaldırma ekipmanları için 12 ayda bir kapsamlı muayene zorunluluğu getirir (LOLER 1998, R.8). Muayeneyi competent person yürütür; bu kişinin kanunla sabit bir tanımı yoktur. Yeterli pratik ve teorik bilgiye sahip, arızaları tespit edebilecek ve bağımsız biçimde hareket edebilecek kişi olarak tanımlanmaktadır (HSE 2014). İtalya, Legislative Decree 81/2008 (Testo Unico) kapsamında belirli ekipman kategorileri için zorunlu muayene uygulanır.

Vinçler, basınçlı kaplar ve belirli kaldırma ekipmanları INAIL veya INAIL tarafından yetkilendirilmiş özel kuruluşlar aracılığıyla denetlenir (İnt.Kyn.22). 2021 sonrasında çıkarılan değişikliklerle Ulusal Çalışma Müfettişliği (INL) yetkileri genişletilmiştir (Brunlegal 2022). 2025 sonu itibarıyla yüksek kazaya sahip sektörlerde -özellikle inşaat ve lojistik- INAIL destekli zorunlu eğitim ve finansman mekanizmaları etkinleştirilmiştir (Figueroa 2026). Muayene kuruluşlarının yeterliliğini tanımlayan temel standart ISO/IEC 17020:2012'dir. Bu standart; A, B ve C olmak üzere üç tip muayene kuruluşunu bağımsızlık düzeyine göre sınıflandırır (ISO/IEC 2012).

Standart, muayene kuruluşlarında tarafsızlık, gizlilik, personel yeterliliği, kullanılan muayene yöntemlerinin doğruluğu ve güvenilirliğinin sağlanması (metot geçerliliği) ile raporlama bütünlüğüne ilişkin şartlar belirlenmektedir. Akreditasyon, bu şartların bağımsız bir akreditasyon kurumu tarafından doğrulanması işlemidir (IAS 2026). ILAC MRA (Uluslararası Laboratuvar Akreditasyon İş birliği Karşılıklı Tanıma Düzenlemesi), akredite muayene kuruluşlarının raporlarının ülkeler arasında tanınmasını sağlar. 2019 itibarıyla ILAC MRA bünyesinde 5 bölgesel iş birliği kuruluşu ve 101 ulusal akreditasyon kurumu yer almaktadır (ILAC 2019). Türkiye'den TÜRKAK, Almanya'dan DAkkS, Fransa'dan COFRAC bu yapı içinde yer almaktadır. Bu çerçevede TÜRKAK akreditasyonu ile üretilen muayene raporları, ILAC MRA düzenlemesi çerçevesinde uluslararası alanda tanınabilir niteliktedir (TÜRKAK 2024b).

A Tipi muayene kuruluşları, tam bağımsız üçüncü taraf statüsünde faaliyet gösterir ve muayene ettikleri ekipmanın tasarım, üretim, satış veya bakım süreçleriyle herhangi bir ticari ya da teknik ilişki içinde bulunmaz (ISO/IEC 2012). B Tipi kuruluşlar, aynı ana kuruluş bünyesinde bağımsız bir birim olarak yapılandırılırken; C Tipi kuruluşlar, muayene faaliyetlerinin yanında farklı teknik hizmetler de sunabilmektedir (NATA 2023). Özellikle yüksek riskli ekipmanlarda A Tipi muayene kuruluşlarının tercih edilmesi, tarafsızlık ve güvenilirlik açısından kritik önem taşımaktadır. Bunun yanında, geleneksel sabit periyotlu muayene yaklaşımının yerini giderek Risk Temelli Muayene (RBI – Risk Based Inspection) yaklaşımı almaktadır. Bu sistemde muayene sıklığı ve kapsamı, ekipmanın bireysel risk profiline göre belirlenmekte olup, Avrupa Birliği ülkelerinde giderek daha yaygın şekilde uygulanmaktadır.

Tubis vd. (2022), risk temelli yaklaşımın özellikle yüksek bakım yükü olan sektörlerde kaynakların etkin dağılımını sağladığını ve güvenlik performansını artırdığını ortaya koymuştur. İngiliz standartları PUWER çerçevesinde risk değerlendirmesi, muayene sıklığını zaten şekillendiren temel parametredir (İnt.Kyn.21). Almanya'da BetrSichV de benzer bir anlayışı benimser. İşveren, muayene türü ve kapsamını risk değerlendirmesine dayanarak belirler (İnt.Kyn.25). Bu durum sabit periyot mantığından uzaklaşarak risk temelli esnekliğe geçişi ifade eder. Türkiye'de ise mevcut yönetmelik bu esnekliği sınırlı biçimde barındırmakta; muayene aralıkları büyük ölçüde sabit kategoriler üzerinden belirlenmektedir.

Bu fark, Türkiye ile AB ülkeleri arasındaki en belirgin uygulama farklılıklarından birini oluşturmaktadır. Türkiye'nin mevzuat çerçevesi normatif düzeyde AB ile büyük ölçüde uyumludur. 2009/104/EC Direktifi, 2013 yılında yayımlanan yönetmelikle iç hukuka aktarılmıştır. Ancak uygulama kapasitesi, akreditasyon altyapısı ve muayene sonuçlarının izlenebilirliği açısından Almanya ve İngiltere'den ayrılmaktadır. Almanya'da BetrSichV ve DGUV kuralları ile merkezi kaza istatistikleri etkin şekilde uygulanırken, İngiltere'de HSE ekipman kaynaklı kazaları düzenli olarak raporlamaktadır. Türkiye'de ise iş ekipmanlarına ait periyodik muayene sonuçlarının ulusal düzeyde izlenmesine yönelik sistematik bir altyapı bulunmamaktadır.

2.5 Periyodik Muayenede Dijitalleşme, İzlenebilirlik ve Kalite Güvencesi

Geleneksel periyodik muayene yaklaşımı; kâğıt tabanlı kayıt, manuel raporlama ve fiziksel arşivleme süreçlerine dayanmaktadır. Bu durum verilerin izlenebilirliği, erişilebilirliği ve etkin yönetimini sınırlandırmaktadır. Dijital muayene sistemleri ise saha verilerinin mobil cihazlarla anlık olarak kaydedilmesini, bulut altyapısında güvenli biçimde depolanmasını ve merkezi sistemler üzerinden izlenmesini mümkün kılmaktadır (İnt.Kyn.16). Böylece karar süreçleri hızlanmakta, veri bütünlüğü güçlenmekte ve uluslararası uygulamalarda dijital dönüşüm giderek yaygınlaşmaktadır.

Dijital ikiz ve öngörücü bakım pazarı 2023 yılında küresel ölçekte 23,8 milyar ABD doları olarak ölçülmüş olup, %46,3 bileşik yıllık büyüme oranı ile artış göstermesi beklenmektedir (İnt.Kyn.37). Bu büyüme yalnızca teknolojik bir eğilimi değil, aynı zamanda güvenlik eksikliklerinden kaynaklanan maliyet baskısının da doğrudan bir yansımaları oluşturmaktadır. Nesnelerin İnterneti (IoT) sensörleri, iş makinelerinin titreşim, sıcaklık, basınç, akım ve çalışma süresi gibi parametrelerini gerçek zamanlı olarak ölçerek verileri merkezi analiz platformlarına aktarmaktadır.

Bu sayede, bir iş makinesinde meydana gelen anormal titreşim değerleri saatler içinde tespit edilebilmekte ve makine arıza oluşmadan önce müdahale edilmesi mümkün hale gelmektedir. IoT destekli öngörücü bakım sistemlerinin, plansız duruşları %50'ye kadar azaltabildiği ve bakım maliyetlerini %30 oranında düşürebildiği bildirilmektedir (İnt.Kyn.4). Bu bulgular, farklı araştırmalar tarafından da desteklenmektedir. IoT sensörlerinin inşaat ekipmanlarına entegrasyonu, yalnızca bakım süreçlerini değil aynı zamanda muayene planlama yaklaşımını da dönüştürmektedir. Bu kapsamda, sabit periyotlara dayalı muayene yerine ekipmanların gerçek zamanlı çalışma verilerine göre muayene zamanının belirlenmesi mümkün hale gelmektedir (İnt.Kyn.33).

Bu yaklaşım, Avrupa Birliği'nin BetrSichV (Almanya) ve PUWER (İngiltere) düzenlemeleri kapsamında benimsenen risk temelli muayene anlayışı ile uyum göstermektedir. İş makinelerinin takibinde RFID (Radyo Frekanslı Tanımlama) ve QR kod teknolojileri giderek yaygınlaşmaktadır. RFID etiketleri, ekipmana entegre edilen bir

altyapı sayesinde makinenin tesis içi (Saha, depo vb.) farklı lokasyonlar ve çalışma alanları arasındaki konumunun insan müdahalesine gerek duyulmaksızın otomatik olarak izlenmesini sağlamaktadır. (İnt.Kyn.29).

QR kodlar ise ekipman üzerine yerleştirilen ve mobil cihaz kameraları ile okutulabilen dijital kimlik belirteçleri olup, muayene geçmişi, bakım kayıtları ve son kontrol tarihi gibi bilgilere anında erişim imkânı sunmaktadır (İnt.Kyn.14). Dijital envanter takibi kullanan inşaat kuruluşlarında envanter hatalarının ve operasyonel maliyetlerin %30 oranında azaldığı öngörülmektedir (RSIS International 2026).

Bu teknolojilerin periyodik muayene sistemine entegrasyonu çok yönlü avantajlar sağlamaktadır. Her muayene sonucu ekipmanın dijital kimliğine işlenmekte, uygunsuzlukların kapatılıp kapatılmadığı izlenebilir hale gelmekte, muayene tarihi ve yetkili kişi bilgisi kayıt altına alınmakta ve aynı makineye ait farklı dönemlere ilişkin raporların karşılaştırmalı analizi mümkün olmaktadır.

Dijital ikiz (Digital Twin) teknolojisi ise fiziksel bir ekipmanın sanal bir modelinin gerçek zamanlı sensör verileri ile sürekli güncellenmesi esasına dayanan dinamik bir yapıyı ifade etmektedir. Bu sayede aşınma, deformasyon ve yorulma gibi davranışlar sanal ortamda önceden simüle edilebilmektedir (Abd Wahab vd. 2024). Dijital ikiz temelli muayene sistemlerinin plansız duruşları %35 oranında azaltma potansiyeline sahip olduğu gösterilmiştir (Rana 2025). İnşaat sektöründe köprü, yol ve ağır ekipman varlık yönetiminde dijital ikiz uygulamalarına yönelik ilgi giderek artmaktadır (Baghdadi 2025).

Öngörücü bakım pazarı 2024 yılında 11,85 milyar ABD doları seviyesinde ölçülmüş olup 2035 yılına kadar 104,65 milyar ABD dolarına ulaşması ve %21,9 bileşik yıllık büyüme oranı ile gelişmesi beklenmektedir (İnt.Kyn.20). Bu büyüme, öngörücü bakım teknolojilerinin başlangıçta sınırlı ve belirli sektörlerle kısıtlı bir kullanım alanına sahipken (niş uygulama), zamanla yaygınlaşarak sektörün genel uygulama standardı haline geldiğini göstermektedir.

Görüntü işleme ve makine öğrenmesi algoritmaları, iş makinelerinde çatlak, aşınma, deformasyon ve yapısal hasar tespitinde insan denetçilerinin yerini almaya başlamıştır. Geleneksel manuel muayenede kusur tespit doğruluğu yaklaşık %60 seviyesindeyken, evrişimli sinir ağı (CNN) tabanlı sistemlerde bu oran %88–92 aralığına yükselmektedir (İnt.Kyn.2). İleri yapay zekâ sistemlerinde ise %99’un üzerinde doğruluk değerleri raporlanmaktadır (İnt.Kyn.1). Enerji sistemleri üzerine yapılan sistematik incelemelerde, yapay zekâ temelli hata tespit modellerinin ortalama %85–95 doğruluk sağladığı ve yanlış alarm oranını %50’ye kadar düşürdüğü ortaya konmuştur (Rana 2025). IoT sensörleri ve gerçek zamanlı analitik sistemlerinin entegrasyonu, iş ekipmanlarında anormallik tespit performansını artıran kritik bir dijitalleşme unsuru olarak değerlendirilmektedir.

Nitekim bu entegrasyonun anormallik tespit oranını %28’e kadar artırdığı rapor edilmektedir (Rana 2025). Bu durum, veri odaklı bakım ve muayene süreçlerinin geleneksel yöntemlere kıyasla daha erken uyarı mekanizmaları oluşturabildiğini göstermektedir. Bu teknolojik gelişmeler, muayene ve kalite güvence sistemlerinin temelini oluşturan TS EN ISO/IEC 17020:2012 standardı ile birlikte değerlendirildiğinde daha sistematik bir çerçeve ortaya çıkmaktadır. Standart, iç tetkik zorunluluğu, personel yeterliliği, dokümantasyon ve ekipman kalibrasyonu gibi unsurlarla kalite güvencesini yapısal hale getirmektedir (ISO/IEC 2012). Ancak bu yapı, daha çok prosedürel uygunluğa odaklanmakta; gerçek zamanlı veri entegrasyonu ile desteklenmediğinde saha dinamiklerini sınırlı düzeyde yansıtmaktadır.

Bu noktada ILAC MRA kapsamındaki akreditasyon sistemleri, iç tetkik sonuçlarını gözetim süreçlerinin temel girdisi olarak kullanarak uluslararası düzeyde bir karşılaştırılabilirlik sağlamaktadır. Bununla birlikte, veri akışının dijitalleşme düzeyi ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Literatürde, veri izlenebilirliğinin artırılmasının hem denetim etkinliğini yükselttiği hem de saha uygulamaları ile resmi uyum arasındaki farkı azalttığı belirtilmektedir (Hohnen ve Hasle 2011). Benzer şekilde Robson vd. (2007), zayıf veri kaydı ve izleme altyapısına sahip sistemlerde denetim çıktılarının zaman içinde tutarsızlaşabildiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, yalnızca standartların varlığının yeterli olmadığını, dijital izlenebilirlik altyapısının da kritik bir bileşen olduğunu göstermektedir.

Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, dijital muayene kayıt sistemlerinin (DMKS) henüz makine bazlı, yaygın ve bütünlük bir yapıya ulaşmadığı görülmektedir. 2025 değişikliğiyle EKİPNET'in İSG-KATİP içinde yer alan bir modül olarak tanımlanması, yetkili kişi/kuruluş kayıtları, yetkilendirme, sözleşme ve raporlama süreçlerinin dijital takibi açısından önemlidir. Ancak EKİPNET daha çok yetkili kişi/kuruluş kayıt-yetkilendirme ve raporlama süreçlerine odaklanmaktadır. Bu çalışmada önerilen merkezi dijital makine sicili ise bundan farklı olarak makine bazlı bir yapı şeklinde düşünülmelidir. Her makinenin kimliği, seri numarası, sahiplik veya kiralama durumu, bakım geçmişi, periyodik muayene raporları, uygunsuzluk kayıtları, düzeltici faaliyetleri ve yeniden çalışma onayları tek sistemde izlenmelidir. Bu ayrım, Avrupa Birliği ülkelerinde gelişmiş dijital izlenebilirlik sistemleri ile karşılaştırıldığında Türkiye açısından önemli bir yapısal gelişim alanına işaret etmektedir.

2.6 Literatürdeki Boşluk ve Tezin Konumlandırılması

Yukarıda incelenen çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, iş makinelerinin periyodik muayene süreçlerine ilişkin literatürde önemli bir birikim bulunmasına rağmen bazı temel boşlukların devam ettiği görülmektedir. Mevcut çalışmaların önemli bir bölümü ya iş sağlığı ve güvenliği mevzuatının genel çerçevesine odaklanmakta ya da makine güvenliğini daha çok tasarım, uygunluk değerlendirmesi ve genel risk yönetimi bağlamında ele almaktadır. Buna karşılık, iş makinelerinin periyodik muayene süreçlerini uygulama boyutu, denetim yapısı, teknik kontrol içeriği ve kayıt-izlenebilirlik sistemiyle birlikte bütüncül biçimde inceleyen çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Literatürde öne çıkan ilk boşluk, Türkiye'de periyodik muayene uygulamalarını saha gerçekliğiyle birlikte değerlendiren veri temelli çalışmaların yetersizliğidir. Mevzuatın kapsamı, hukuki dayanakları ve kurumsal çerçevesi üzerine bilgi veren çalışmalar bulunmakla birlikte, uygulamada muayene öncesi hazırlıklar, teknik testlerin kapsamı, raporlama biçimleri, uygunsuzlukların takibi ve kalite güvencesi gibi süreç bileşenlerini bir arada ele alan araştırmaların sayısı sınırlıdır. Bu nedenle mevzuatta öngörülen yapı ile sahadaki fiilî uygulama arasındaki farkın sistematik biçimde ortaya konulmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

İkinci önemli boşluk, Türkiye’deki periyodik muayene sisteminin uluslararası uygulamalarla, özellikle Avrupa Birliği yaklaşımıyla karşılaştırmalı biçimde incelenmesindeki eksikliklerdir. Literatürde AB direktifleri, standartlar ve uygunluk değerlendirme mekanizmaları üzerine çok sayıda çalışma bulunmasına rağmen, Türkiye’deki periyodik muayene uygulamalarını bu çerçeveye doğrudan karşılaştıran ve farklılıkları tematik başlıklar altında analiz eden çalışmalar sınırlı görünmektedir. Oysa bu tür bir karşılaştırma, mevzuat uyumu ile uygulama kapasitesi arasındaki farkların daha açık biçimde değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Üçüncü boşluk ise dijitalleşme, veri yönetimi ve izlenebilirlik boyutunda ortaya çıkmaktadır. Uluslararası literatürde denetim süreçlerinin dijital platformlar, merkezi veri tabanları, akıllı izleme sistemleri ve karar destek mekanizmalarıyla güçlendirilmesine yönelik ilginin arttığı görülmektedir. Buna karşın Türkiye’de iş makinelerinin periyodik muayene süreçlerinde dijitalleşmenin mevcut durumu, sınırlılıkları ve geliştirilme potansiyeli üzerine odaklanan akademik çalışmalar henüz yeterli düzeye ulaşmamıştır.

Bu durum, denetimlerin yalnızca teknik yeterliliği değil, kurumsal hafıza, rapor bütünlüğü ve süreç şeffaflığı açısından da değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu tez çalışması, söz konusu boşluklara yanıt vermek amacıyla iş makinelerinin periyodik muayene süreçlerini Türkiye ve uluslararası uygulamalar ekseninde karşılaştırmalı olarak incelemektedir. Çalışmada periyodik muayene olgusu yalnızca mevzuat boyutuyla değil; denetim aktörleri, teknik kontrol uygulamaları, standardizasyon, kalite güvencesi, dijital izlenebilirlik ve veri yönetimi gibi birbirini tamamlayan bileşenler üzerinden ele alınmaktadır.

Çalışma, periyodik muayene sisteminin yalnızca normatif yapısını değil, uygulamadaki işleyişini ve gelişime açık yönlerini de görünür kılmayı amaçlamaktadır. Bu yönüyle tez, Türkiye’de iş makinelerinin periyodik muayene süreçlerini bütüncül bir çerçevede değerlendirmesi, Türkiye–uluslararası uygulama karşılaştırmasını sistematik biçimde yapması ve dijitalleşme ile izlenebilirlik boyutunu analize dâhil etmesi bakımından literatüre katkı sunmaktadır. Çalışmanın, hem akademik alanda mevcut bilgi birikimini genişletmesi hem de uygulayıcılar, denetim kuruluşları ve politika yapıcılar için değerlendirme ve iyileştirme temelli bir çerçeve oluşturması beklenmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

Bu bölüm, araştırmanın temelini oluşturan yöntemsel yaklaşımı ve analiz sürecinin kurgusunu ele almaktadır. İş makinelerinin periyodik muayenelerine ilişkin yasal düzenlemeler, teknik standartlar, literatürde yer alan uygulama örnekleri ve saha görüşmeleri birlikte değerlendirilerek araştırma tasarımı oluşturulmuştur. Metodolojik akış, doküman analizi ile saha çalışmasından elde edilen verilerin birbirini tamamladığı ve her aşamanın bir sonrakine katkı sağladığı ardışık bir süreç halinde kurgulanmıştır.

3.1 Araştırmanın Genel Tasarımı ve Yaklaşımı

İnceleme süreci, birbirini tamamlayan ancak farklı düzeylerde bilgi üreten aşamalar şeklinde kurgulanmış; bu aşamalar arasında doğrusal fakat bütünleşik bir ilerleme benimsenmiştir. Araştırmanın ilk aşamasında doküman analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Türkiye’de yürürlükte bulunan mevzuat hükümleri, ilgili yönetmelikler, teknik standartlar ve Avrupa Birliği düzenlemeleri ayrıntılı biçimde incelenmiştir. Literatürde yer alan akademik çalışmalar ile periyodik muayene uygulamalarına ilişkin çeşitli rapor ve dokümanlar değerlendirmeye dâhil edilmiştir. İncelenen metinlerde kullanılan kontrol kriterleri, raporlama biçimleri, teknik kapsam ve uygulama farklılıkları özellikle dikkate alınmış; bu aşama, araştırmanın kuramsal ve karşılaştırmalı çerçevesinin oluşturulmasını sağlamıştır. Araştırmanın ikinci aşamasında saha çalışması yürütülmüştür. Bu aşamada, iş makinelerinin kontrolü, bakımı, güvenliği ve periyodik muayene süreçlerinde yer alan katılımcılardan açık uçlu sorular aracılığıyla görüşler alınmıştır. Katılımcı görüşleri, araştırmanın problem alanları doğrultusunda değerlendirilmiş ve sahadaki mevcut uygulamalara ilişkin deneyimlerin ortaya konulmasına katkı sağlamıştır. Literatürde ve mevzuatta yer alan çerçeve ile uygulamada karşılaşılan durumlar birlikte ele alınabilmektedir. Doküman analizi ve saha görüşmeleri sonucunda elde edilen veriler, tematik analiz yaklaşımıyla çözümlenmiştir. Yazılı kaynaklardan ve katılımcı görüşlerinden elde edilen içerikler birlikte değerlendirilmiş; tekrar eden örüntüler, ortak sorun alanları ve dikkat çeken farklılıklar belirlenmiştir. Oluşturulan temalar, mevzuat ile uygulama arasındaki ilişkiyi görünür kılacak biçimde yapılandırılmış ve araştırmanın bulgularına temel oluşturmuştur.

Bu yöntemsel yapı sayesinde araştırma, betimleyici bir çerçeveye sınırlı kalmamış; iş makinelerinin periyodik muayene sistemine ilişkin mevcut durumun hem düzenleyici hem de uygulamaya dönük boyutlarını birlikte ele alan bütüncül biçimde değerlendirilmiştir. Kullanılan yöntemler, sistemin yalnızca nasıl tanımlandığını değil, sahada nasıl işlediğini de ortaya koymayı mümkün kılmıştır.

3.2 Veri Kaynakları ve Veri Toplama Süreci

Bu çalışmada kullanılan veri kaynakları, iş makinelerinin periyodik muayene uygulamalarının hem düzenleyici hem de uygulamaya dönük boyutlarının birlikte değerlendirilebilmesi amacıyla üç ana grupta ele alınmıştır. Bunlar mevzuat ve uluslararası standartlar, bilimsel literatür ve saha görüşmeleridir. Veri toplama süreci, bu kaynaklar arasında karşılaştırmalı okuma ve bütüncül değerlendirme yapılmasına imkân verecek şekilde kurgulanmıştır.

3.3 Mevzuat ve Uluslararası Standartlar

Mevzuat ve standart incelemesi, iş makinelerinin periyodik muayene süreçlerinin dayandığı düzenleyici çerçevenin anlaşılabilmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu kapsamda özellikle 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği temel alınmış; kontrol periyotları, yetkili kişi tanımı, raporlama yükümlülüğü ve denetim esasları gibi başlıklar ayrıntılı biçimde değerlendirilmiştir. Avrupa Birliği yaklaşımını yansıtan düzenlemeler ile ulusal mevzuat arasındaki ilişki incelenmiş ve benzerlikler ile farklılıklar ortaya konulmuştur.

Teknik çerçevenin yorumlanmasında ulusal ve uluslararası standartlara başvurulmuştur. İş makinelerinin güvenliği, bakım ve periyodik muayene süreçlerinde kullanılan teknik ölçütlerin hangi standartlara dayandığı değerlendirilmiş; test kapsamı, kontrol kriterleri, rapor biçimi ve uygulama farklılıkları bu çerçevede ele alınmıştır.

3.4 Bilimsel Literatür Taraması

Bilimsel literatür taraması, periyodik muayene sistemlerinin kuramsal arka planını ortaya koymak ve Türkiye’deki uygulamaları uluslararası örneklerle karşılaştırmalı biçimde değerlendirebilmek amacıyla yürütülmüştür. Tarama süreci, iş makinesi güvenliği, periyodik kontrol uygulamaları, denetim süreçleri, akreditasyon, raporlama, dijital izlenebilirlik ve mevzuat-uygulama ilişkisi başlıkları etrafında yapılandırılmıştır. Ulusal ve uluslararası akademik yayınlar, raporlar ve kurumsal belgeler araştırma kapsamına alınmıştır. İncelenen çalışmalar, yalnızca mevzuat bilgisini aktaran kaynaklarla sınırlı tutulmamış; uygulamadaki sorun alanlarını, denetim süreçlerindeki farklılıkları ve sistemin güçlü-zayıf yönlerini ortaya koyan çalışmalara da yer verilmiştir. Böylece literatür, yalnızca kuramsal bir arka plan sunan kaynak grubu olarak değil; saha verilerinin yorumlanmasına katkı sağlayan bir karşılaştırma zemini olarak kullanılmıştır.

3.5 Saha Görüşmeleri ve Nitel Veri Toplama Süreci

Araştırmanın saha boyutunda, iş makinelerinin kontrol, bakım, güvenlik ve periyodik muayene süreçlerinde doğrudan görev alan katılımcılardan nitel veriler elde edilmiştir. Saha çalışması, 2 kamu kurumu ve 8 özel sektör kuruluşu olmak üzere toplam 10 kurum/kuruluştaki gerçekleştirilmiş; bu kurumlarda görev yapan 22 katılımcının görüşlerine başvurulmuştur. Katılımcılar; iş makinelerinin kullanım, bakım, kontrol ve iş sağlığı ve güvenliği süreçlerinde aktif görev alan operatörler, bakım personeli, bakım mühendisleri, İSG uzmanları, saha amirleri, şantiye şefleri, vardiya yöneticileri, filo bakım sorumluları, ekip liderleri, depo yöneticileri, proje kontrol mühendisleri ve alt yüklenici temsilcilerinden oluşmaktadır. Katılımcıların 15’i özel sektör, 7’si ise kamu kurumlarında görev yapmaktadır.

Veri toplama sürecinde, araştırmanın amacı doğrultusunda hazırlanan yarı yapılandırılmış açık uçlu görüşme formu kullanılmıştır. Katılımcılara; iş makinelerinde uygulanan mevcut kontrol ve periyodik muayene süreçleri, muayene sıklığı, yürürlükteki mevzuatın yeterliliği, uygulamada karşılaşılan sorunlar, denetçi yetkinliği, muayenelerin iş sağlığı ve güvenliğine katkısı, dijital raporlama ve arşivleme uygulamaları ile sistemin

geliştirilmesine yönelik önerileri kapsayan sorular yöneltilmiştir. Tüm katılımcılara aynı soru setinin uygulanmasıyla, farklı kurum ve görev alanlarından elde edilen görüşlerin ortak temalar çerçevesinde karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Saha görüşmeleri 2025 yılı Ekim ve Kasım ayları arasında yazılı görüşme formu aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler elektronik ortama aktarılarak analiz sürecine hazırlanmış ve tematik analiz yöntemi doğrultusunda değerlendirilmiştir. Katılımcıların kimlik bilgilerinin gizliliğini korumak amacıyla isim bilgilerine yer verilmemiş, tüm veriler anonimlik ve gizlilik ilkeleri çerçevesinde kodlanarak analiz edilmiştir. Böylece araştırma süreci, bilimsel etik ilkeler doğrultusunda yürütülmüş ve saha verilerinin güvenilirliği ile akademik bütünlüğü korunmuştur.

3.6 Tematik Analiz Yöntemi

Tematik analiz, araştırmada kullanılan temel nitel çözümleme yöntemidir. Bu yöntem, literatür, mevzuat, standartlar ve saha görüşmeleri gibi farklı veri türlerinde tekrar eden örüntülerin sistematik biçimde ortaya çıkarılmasına imkân tanımaktadır. Araştırmada elde edilen veriler, belirli başlıklar altında sınıflandırılmış ve ortak anlam alanları doğrultusunda temalar halinde düzenlenmiştir.

Analizin ilk aşamasında, incelenen yazılı kaynaklara ve saha görüşlerine bütüncül bir aşinalık kazanmaya odaklanılmıştır. Bu kapsamda mevzuat metinleri, standartlar, akademik çalışmalar ve katılımcı görüşleri tekrar eden okumalarla gözden geçirilmiş; öne çıkan kavramlar, ortak ifadeler ve dikkat çeken farklılıklar not edilmiştir. Özellikle kontrol uygulamaları, muayene sıklığı, mevzuatın uygulanması, denetim süreci, denetçi yeterliliği, dijital izlenebilirlik ve sistem geliştirme önerileri gibi başlıklar belirgin hale gelmiştir. İkinci aşamada, elde edilen içerik üzerinden başlangıç kodları oluşturulmuştur. Kodlama süreci, verilerin kendi içeriğine dayalı olarak yürütülmüş; benzer nitelikteki ifadeler aynı başlık altında toplanmıştır.

Bu aşamada hem literatürden elde edilen bilgiler hem de saha görüşlerinden elde edilen değerlendirmeler birlikte dikkate alınmıştır. Üçüncü aşamada, oluşturulan kodlar

arasındaki ilişkiler değerlendirilmiş ve benzer içerikler bir araya getirilerek temalar oluşturulmuştur. Temaların belirlenmesinde yalnızca tekrar sıklığı değil, aynı zamanda ilgili bulgunun araştırma problemi bakımından taşıdığı anlam da dikkate alınmıştır. Bu süreçte iş makinelerinde mevcut kontrol ve muayene uygulamaları, muayene sıklığı, mevzuatın yeterliliği, denetim sürecinde yaşanan sorunlar, denetçi bilgi ve deneyimi, iş güvenliği ve verimliliğe katkı, dijital raporlama ve izlenebilirlik ile sistemin geliştirilmesine yönelik öneriler temel tematik alanlar olarak şekillenmiştir.

Dördüncü aşamada, oluşturulan temalar gözden geçirilerek kendi iç tutarlılıkları ve birbirlerinden ayrışma düzeyleri değerlendirilmiştir. Tekrarlayan veya birbiriyle örtüşen içerikler sadeleştirilmiş; her tema daha açık ve bütünlüklü bir yapıya kavuşturulmuştur. Bu sayede bulgular bölümünde kullanılan alt başlıkların araştırmanın veri yapısıyla uyumlu bir biçimde kurulması sağlanmıştır.

Son aşamada ise temalar, araştırmanın bulgular bölümünde sistematik bir yapı içinde sunulmak üzere düzenlenmiştir. Bu süreçte veriler yalnızca betimleyici biçimde sıralanmamış; literatür ve saha görüşleri birlikte değerlendirilerek yorumlanmıştır. Böylece araştırmanın bulguları, yazılı kaynaklar ile saha deneyimlerinin bütünleştirildiği bütüncül bir çerçevede oluşturulmuştur. Kodlama ve tema oluşturma süreci araştırmacı tarafından yürütülmüş olup, bu süreçte ikinci bir kodlayıcı kullanılmamıştır.

3.7 Etik İlkeler ve Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma, bilimsel araştırma etiği, akademik dürüstlük ve şeffaflık ilkeleri doğrultusunda yürütülmüştür. Araştırmanın tüm aşamalarında katılımcı haklarına saygı gösterilmiş; saha çalışması kapsamında elde edilen veriler gizlilik ve anonimlik esaslarına uygun olarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların kimlik bilgileri, görev yaptıkları kurum ve işletmelere ilişkin tanımlayıcı bilgiler çalışmada kullanılmamış; elde edilen tüm veriler yalnızca bu tez kapsamında bilimsel değerlendirme amacıyla analiz edilmiştir.

Saha görüşmeleri gönüllülük esasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Görüşme öncesinde katılımcılara araştırmanın amacı, kapsamı ve elde edilen bilgilerin yalnızca

bilimsel amaçlarla kullanılacağı açıklanmış; katılım tamamen gönüllülük esasına bırakılmıştır. Araştırma kapsamında katılımcılardan kişisel, özel nitelikli veya sağlık verisi talep edilmemiş; görüşme verileri anonimleştirilerek yalnızca tematik analiz kapsamında değerlendirilmiştir. Bu nedenle araştırma süreci, gönüllü katılım, gizlilik ve anonimlik ilkeleri çerçevesinde yürütülmüş olup etik kurul izni gerektirecek herhangi bir müdahale, deneysel uygulama veya kişisel veri toplama sürecini içermemektedir.

Araştırmanın bulguları; incelenen ulusal ve uluslararası literatür, yürürlükteki mevzuat, ilgili standartlar ve saha çalışmasına katılan uzmanların görüşleriyle sınırlıdır. Saha verileri açık uçlu yazılı görüşlerden elde edildiğinden, bazı katılımcıların değerlendirmeleri ayrıntı düzeyi bakımından farklılık gösterebilmiştir. Ayrıca ulaşılan bulgular, araştırmaya katılan kişilerin mesleki deneyim ve gözlemlerini yansıtmakta olup Türkiye'deki tüm sektörleri veya iş makinelerinin periyodik muayene uygulamalarını bütünüyle temsil etme iddiası taşımamaktadır. Bu nedenle araştırma sonuçları, çalışmanın örneklem yapısı ve veri kapsamı dikkate alınarak değerlendirilmelidir.

Bununla birlikte araştırmada literatür incelemesi, mevzuat analizi, ulusal ve uluslararası standartlar ile saha bulgularının birlikte değerlendirilmesi, elde edilen sonuçların tek bir veri kaynağına dayanmamasını sağlamış; böylece araştırmanın metodolojik tutarlılığı ve bilimsel güvenilirliği güçlendirilmiştir.

Bu nedenle, araştırmanın etik ilkelerinin ve metodolojik sınırlılıklarının açık biçimde ortaya konulması, çalışmanın zayıf yönlerini değil; bilimsel şeffaflığını, hesap verebilirliğini ve akademik güvenilirliğini destekleyen temel unsurlar olarak değerlendirilmelidir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırma kapsamında elde edilen bulgular verilmektedir. Bölüm boyunca hem saha görüşmelerinden elde edilen veriler hem de literatürde ulaşılan bilgiler birlikte değerlendirilmiştir. Bu bölümde, iş makinelerinin periyodik muayene süreçlerine ilişkin mevcut durumun yalnızca teorik bilgilerle sınırlı kalmayacak şekilde, sahadaki uygulamalarla birlikte ortaya konulması hedeflenmektedir. Bu kapsamda literatür bulguları ile katılımcı görüşleri birlikte değerlendirilmiştir. Periyodik muayene süreçlerinin nasıl yürütüldüğü, uygulamada hangi sorunların yaşandığı ve sistemin güçlü ya da geliştirilmesi gereken yönlerinin neler olduğu açıklanmaya çalışılmıştır.

4.1 Periyodik Muayene Süreçleri ve Saha Uygulamaları

4.1.1. Muayene Periyotlarının Belirlenmesi ve Tetikleyici Unsurlar

Sahadaki yaygın kanının aksine, iş makineleri ve iş ekipmanlarının periyodik muayene sıklığı her makine grubu için tek tip ve değişmez bir takvimsel aralıkla sınırlandırılmaz. Literatür bulgularında mevzuat hükümleri ve saha görüşmeleri birlikte değerlendirildiğinde, muayene sıklığının; ekipman türü, kullanım yoğunluğu, makinenin yaşı, maruz kaldığı çevresel koşullar, yıpranma düzeyi ve güvenliği etkileyen belirli tetikleyici olayların birleşimiyle şekillenen dinamik bir yapıya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Periyot belirlemenin yasal dayanağını “İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği”nin Ek-III listesi oluşturmakla birlikte, yönetmelikte yer alan sürelerin sabit ve her koşulda yeterli kabul edilecek süreler değil, aşılmaması gereken azami sınırlar olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Saha görüşmelerinde katılımcıların önemli bir bölümü, yıllık resmi muayenenin çoğu zaman yasal tabanı karşıladığını; ancak özellikle yoğun kullanılan, ağır saha koşullarında çalışan veya dönemsel yük değişimine maruz kalan ekipmanlarda tek başına yeterli güvence sağlamadığını ifade etmiştir. Çok vardiyalı çalışma düzeni, yoğun kullanım, aşındırıcı veya korozyif ortam, yüksek çevresel yıpranma ve ekipmanın kritik görev üstlenmesi gibi koşullarda, risk değerlendirmesi sonuçlarına göre standart periyotların kısaltılması teknik bir zorunluluk haline gelebilmektedir. Görüşmelerde de kritik ekipmanlarda ara kontrol

yapılması, sezon geçişlerinde ilave gözden geçirme uygulanması ve kullanım şiddetine göre muayene aralıklarının yeniden değerlendirilmesi gerektiği yönündeki ifadeler tekrar etmiştir.

Çizelge 4.1 İş makineleri/iş ekipmanlarında muayene periyodu esasları.

Belirleyici unsur	Periyot	Tetikleyici durum	Kapsam	Kaynakça
Ekipman türüne göre tanımlı periyot	Tek bir sabit aralık yok; ekipman bazlı periyotlar + kontrol kriterleri	Rutin periyodik kontrol	İş makineleri	(Hasanhan oğlu 2022)
Kullanım sıklığı ve yıpranma düzeyi	Kullanım koşullarına bağlı olarak periyotların uygulanması	Yoğun kullanım, yüksek yıpranma; daha kısa aralıklar ihtimali	İş ekipmanları	(Hasanhan oğlu 2022)
Kurulum ve montaj koşullarına bağlı güvenlik	Kurulumdan sonra ve ilk kullanımdan önce kontrol + her yer değişikliğinde tekrar kontrol	Kurulum sonrası; ilk kullanım öncesi, yer değişikliği	Montaj gerektiren ekipmanlar	(Hasanhan oğlu 2022)
Önemli bakım/onarım veya güvenliğin bozulmasına yol açabilecek durum	Bu tür olaylar sonrasında yetkili kişilerce yeniden kontrol	Büyük bakım/onarım; hasar/arıza; güvenlik şüphesi doğuran olay	İş ekipmanları (genel)	(Hasanhan oğlu 2022)

Çizelge 4.1’de sunulan verilere göre muayene süreci yalnızca belirli zaman aralıklarında yürütülen rutin bir işlem değildir. Özellikle kurulum ve montaj güvenliği gerektiren kule vinç ve dış cephe asansörü gibi ekipmanlarda, ilk kurulumdan sonra ve ilk kullanımdan önce, şantiye değişimi veya aynı saha içinde yer değişikliği sonrasında ve makine üzerinde önemli bakım, onarım ya da revizyon yapıldığında periyodik kontrolün yenilenmesi gerekmektedir. Burada esas belirleyici unsur, yalnızca takvim süresinin dolup dolmaması değil, ekipmanın güvenli çalışma koşullarının değişip değişmediğidir. Saha görüşmeleri de bu yaklaşımı güçlü biçimde desteklemektedir. Katılımcılar, günlük ya da vardiya başı kontrollerin sahada yerleşik bir uygulama olduğunu belirtmekle birlikte, asıl kritik meselenin resmi yıllık muayene ile günlük operasyon arasında kalan risk alanlarının nasıl yönetileceği olduğunu vurgulamıştır. Büyük bakım sonrasında, kurulum değişikliğinde, ekipmanın farklı zeminde yeniden konumlandırılmasında veya çalışma karakterini etkileyen bir revizyon sonrasında yeniden doğrulama yapılması gerektiği yönündeki değerlendirmeler öne çıkmıştır. Periyodik süresi henüz dolmamış olsa bile yeri değiştirilen bir vincin zemin bağlantılarının, montaj bütünlüğünün ve bağlantı noktalarının değerlendirilmesi gerektiği düşüncesi, saha pratiğinde de karşılık bulmaktadır. Muayene periyotlarının belirlenmesi, rutin periyotlar ile güvenliği etkileyen olaylara bağlı ek kontrollerin birlikte işletildiği hibrit bir yapı olarak işlemektedir.

4.1.2. Muayene Öncesi Hazırlıklar ve Güvenlik Tedbirleri

Periyodik muayene süreci, uzman personelin sahaya gelip cihazı incelemesiyle başlayan anlık bir işlem olmamakla birlikte öncesinde ciddi bir idari hazırlık, saha temizliği ve en önemlisi güvenlik prosedürlerinin işletilmesini gerektirir. Literatür, bu süreci hazırlık, icra, raporlama ve düzeltici faaliyet döngüsü olarak tanımlamakta ve hazırlık aşamasının muayenenin kalitesini doğrudan etkilediğini belirtmektedir. Muayene öncesindeki en kritik adım, ekipmanın ve sahanın güvenli hale getirilmesidir. Muayene, teknik bir ölçüm işlemi olsa da doğası gereği yüksekte çalışma, hareketli parçalarla temas veya elektrik riski barındıran yüksek riskli bir faaliyettir. Sürecin adım adım işleyişi ve her aşamanın temel çıktıları, güvenlik tedbirleriyle entegre edilmiş biçimde Çizelge 4.2’te sunulmuştur. Saha görüşmeleri, hazırlık aşamasının çoğu zaman doğrudan makinenin yanında başladığını göstermektedir. Operatörler ve teknik sorumlular; vardiya öncesi kısa kontrollerin yapılmasını, ilgili evrakların gözden geçirilmesini, bakım geçmişinin hazır bulundurulmasını ve makinenin çalışmaya uygunluğunun pratik biçimde doğrulanmasını ilk güvenlik halkası olarak değerlendirmiştir. Küçük ekipli veya yoğun tempolu işlerde, hazırlık süresinin beklenenden uzun sürebildiği ve bu nedenle iş planının etkilenebildiği ifade edilmiştir. Sahadaki güvenliğin sağlanması teknik prosedürlerle mümkündür. Çizelge 4.2’de sunulan verilerin de desteklediği üzere, LOTO (Etiketleme ve Kilitleme), enerji izolasyonu ve kaçak akım testleri gibi uygulamalar hayati önem taşımaktadır. Karamustafa ve Çebi (2022/2023), bakım ve muayene öncesinde enerjinin ana şalterden kesilmesinin ve yetkisiz kişilerin enerjiyi devreye almasını önleyecek kilit sistemlerinin kurulmasının temel bir gereklilik olduğunu belirtmektedir. Örneğin, bir teknisyen vincin yürüyüş yolunda inceleme yaparken, aşağıdan başka birinin vinci çalıştırması ölümcül kazalara yol açabilir; bu nedenle enerji izolasyonu keyfi bir önlem değil, hazırlık aşamasının ayrılmaz bir parçasıdır.

Saha görüşmelerinde de hazırlık aşamasının yalnızca belge toplama işi olarak değil, iş güvenliği tedbirlerinin devreye alındığı bir süreç olarak görüldüğü anlaşılmıştır. Acil stop, ikaz sistemleri, akü veya enerji kesme, temel emniyet ekipmanları ve çalışma alanı uygunluğu kontrol edilmeden muayenenin sağlıklı ilerlemeyeceğini vurgulamıştır.

Çizelge 4.2 Muayene süreci: Öncesi–muayene–sonrası işlem adımları.

Aşama	İşlem	Amaç	Kaynak
Hazırlık	Muayene için ön hazırlıkların yapılması	Muayenenin sağlıklı ve güvenli yapılabilmesi için ekipmanın/alanın hazırlanması	(Hasanhanoğlu 2022)
Muayene	Kontrol kriterlerinin uygulanması	İlgili standart kriterlerinin sağlanıp sağlanmadığını belirlemek	(ÇSGB 2013)
Muayene	Testlerin uygulanması	Yük altında güvenli davranışın doğrulanması	(ÇSGB 2013)
Sonrası	Periyodik kontrol sonuçlarının kayıt altına alınması	İzlenebilirlik ve denetimde ibraz edilebilir kayıt oluşturmak	(Hasanhanoğlu 2022)
Düzeltilici Faaliyet ve Döngü	Önemli bakım/onarım veya güvenliği bozabilecek durum sonrası yeniden kontrol	Düzeltilmenin etkisini doğrulamak / güvenliğin yeniden tesisini teyit etmek	(Hasanhanoğlu 2022)

Muayene iş programına önceden işlenmediğinde hazırlığın son güne sıkıştığı, bunun da hem denetimin niteliğini hem de operasyon akışını zorlaştırdığı yönünde bulgular elde edilmiştir.

Çizelge 4.3 Muayene Sürecinde Güvenlik Hazırlıkları ve Kontrol Tedbirleri.

Kontrol alanı	Ne zaman	Kaynak
Etiketleme ve kilitleme sistemleri (LOTO yaklaşımı)	Müdahale / bakım / muayene öncesi ve süreç boyunca	(Çabuk vd. 2021)
Ana şalterle enerji kesme + yeniden enerjilendirmeyi engelleme	Muayene sırasında elektrik güvenliği kontrolünde / bakım-muayene operasyonu içinde	TS EN 60204-1 (2016)
Kaçak akıma karşı koruma (30 mA RCD) testleri	Muayene sırasında elektrik güvenliği kontrolünde	TS HD 60364-4-41 (2005)

Çizelge 4.3'te İşletmelerde sıklıkla yapılan hata, bakımın muayene yerine geçtiğinin düşünülmesidir. Bakım işletme sürekliliğini, muayene ise güvenlik uygunluğunu hedefler. Muayene uzmanı için ekipmanın geçmişine dair bakım kayıtları, değişen parçalar ve kronik arızalar kritik bir ön veri niteliğindedir ve muayene öncesinde bu dosyaların hazır bulundurulması, denetimin derinliğini ve verimliliğini artırmaktadır. Hazırlık süreci teknik doğrulamanın kalitesini ve sahadaki güvenlik düzeyini doğrudan etkileyen bütünleşik bir kontrol katmanı olarak değerlendirilmelidir. Çizelge 4.3–4.5'te yer alan kontrol başlıkları; ekipman türüne, çalışma ortamına, imalatçı talimatlarına ve ilgili standarda göre değişmektedir. Bu nedenle söz konusu başlıklar, tüm iş makineleri için tek tip ve değişmez kontrol listesi olarak değerlendirilmemelidir.

4.1.3. Muayene Sırasında Uygulanan Teknik Test ve Kontrol Yöntemleri

Muayene aşaması için literatürde çok katmanlı bir matris üzerinde yürütülmekte olup, bu süreç sadece gözle bakıp geçme işlemi değil; hassas ölçüm, senaryo bazlı fonksiyon testi ve statik/dinamik yük testlerinin bilimsel bir kombinasyonudur. Çizelge 4.4'te sunulan verilerde, sahada uygulanan teknik yöntemlerin kapsamı, uygulama biçimi ve doğruladığı unsurlar kategorize edilmiştir. Yöntemler, birbirini tamamlayıcı nitelikte dört ana teknik başlık altında toplanmaktadır. Süreç, işaretlemeler, korozyon başlangıcı, kaynak dikişlerinde çatlaklar, yağ kaçaqları ve genel deformasyonların tespit edildiği görsel kontrol ile başlamakta, ancak bu yöntem tek başına yeterli olmamaktadır. Görsel kontrolü, göz kararını ortadan kaldıran ölçümsel doğrulama takip eder; yürüyüş yolları, korkuluk yükseklikleri, halat çapı incelmesi ve kanca ağız açıklığı gibi tolerans gerektiren değerler şerit metre, kumpas veya lazer metre ile ölçülerek standarttaki limit değerlerle kıyaslanır. Ardından, güvenlik donanımlarının en kritik doğrulama aşaması olan fonksiyon testlerine geçilir; limitörler, acil durdurma butonları, sesli/ışıklı ikazlar ve aşırı yük kesiciler senaryo bazlı olarak denir. Örneğin, vinç kancası en üst noktaya geldiğinde sistemin enerjiyi otomatik kesip kesmediği fiilen test edilir. Saha görüşmelerinde de muayene sırasında uygulanan yöntemlerin yalnızca resmi raporun doldurulmasından ibaret görülmediği, fiziksel ve fonksiyonel doğrulamanın merkezi önemde olduğu anlaşılmıştır. Katılımcılar, kısa fonksiyon testlerinin, makinenin davranışının yerinde gözlenmesinin ve operatörün kullanım deneyimiyle birleşen saha okumasının çoğu zaman rapordan daha fazla fikir verdiğini belirtmiştir (Çizelge 4.4).

En zorlayıcı aşama ise özellikle kaldırma ekipmanlarında hayati öneme sahip olan yük testleridir. ÇSGB, (2013), ekipmanın yapısal bütünlüğünü doğrulamak için nominal kapasitenin 1,25 katı yükü statik test yapıldığını, frenleme ve hareket kabiliyetini doğrulamak için ise nominal kapasitenin 1,1 katı yükü dinamik test yapıldığını belirtmektedir.

Çizelge 4.4 Ekipman türüne göre muayene test ve kontrol yöntemleri.

Yöntem kategorisi	Kontrol maddeleri	Uygulama	Kaynak
Görsel kontrol	Uyarı levhaları/etiketlerin varlığı ve uygunluğu	Gözle kontrol (kontrol listesi ile)	(ÇSGB 2013)
Ölçümsel doğrulama	Yük yüksekliği (statik testte ölçüm), tolerans gerektiren kriterler	Şerit metre ile ölçüm; belirli süre bekleme ve tekrar ölçme	(ÇSGB 2013)
Emniyet fonksiyonları	Kanca güvenlik mandalı; sesli/ışıklı uyarı; kumanda fonksiyonları	Çalışma senaryosu içinde fonksiyon testine tabi tutma	(ÇSGB 2013)
Performans ve Yük testleri	1,25× kapasitede statik test; 1,10× kapasitede (dinamik) test yaklaşımı	Yükü yerden 10–20 cm kaldırma; 10 dk bekleme; deformasyon/gevşeme kontrolü (test sonrası)	(ÇSGB 2013)
Kayıt–dokümantasyon doğrulaması	Makina sicil kartı; bakım-onarım/periyojik kontrol dosyaları; bakım defteri, işletme talimatı	Dosya/kayıt var mı, bakım periyotlarına göre kayıt işlenmiş mi kontrolü	(ÇSGB 2013)

Bu testler, makinenin sadece yükü kaldırmasını değil, yük altında güvenli kalmasını ve frenlerinin tutmasını garanti altına alır. Modern iş makinelerinde güvenlik, mekanik parçalar kadar elektronik ve sensör tabanlı koruyucu sistemlere de dayanmaktadır.

Çizelge 4.5 Koruyucu sistemler ve güvenlik donanımlarının kontrol kriterleri.

Sistem/Donanım	Kontrol odağı	Test/Doğrulama yaklaşımı	Kaynak
Makine koruyucuları (emniyet aksamı)	Koruyucunun standartlara uygunluğu ve operatörü/çevreyi hareketli parçalardan koruması	Varlık + uygunluk; ergonomi/işlevsellik (devre dışı bırakmaya itmeyecek tasarım)	(Şeker vd. 2019)
Işın perdesi / güvenlik bariyeri gibi sensör tabanlı sistemler	Işın kesilince makinenin durması gibi fonksiyonel güvenlik şartları	Fonksiyon testi (senaryo ile)	(Şeker vd. 2019)

Çizelge 4.5’te detayları verilen sistemlere ilişkin denetim, muayenenin niteliğini ortaya koyan önemli bir unsurdur. Preslerde kullanılan ışın perdeleri veya mekanik koruyucular, yalnızca fiziksel olarak mevcut olup olmadıklarıyla değil, işlevsellikleri ve operatörü koruma kapasiteleri açısından da test edilmektedir. Şeker ve arkadaşları (2019), koruyucuların operatörü koruyucuyu devre dışı bırakmaya yönlendirmeyecek ergonomik tasarıma sahip olması gerektiğini vurgulayarak, muayene sürecinin yalnızca teknik değil aynı zamanda insan faktörünü de içeren ergonomik bir denetim boyutuna sahip olduğunu belirtmektedir.; örneğin ışın perdesine müdahale edildiğinde makinenin anında durup durmadığı bu aşamada hassasiyetle test edilir. Saha görüşmelerinde de denetçinin teknik forma bakmasının yeterli olmadığı; zemin, kör nokta, yük merkezi, kurulum emniyeti ve

Çalışma akışını birlikte değerlendiren bir kontrol pratiğinin değer ürettiği ifade edilmiştir. Özellikle yoğun çalışan vinç, forklift, reach stacker, finişer ve benzeri ekipmanlarda görsel kontrolün mutlaka fonksiyon testi ve kullanım bağlamı ile desteklenmesi gerektiğini değerlendirmiştir.

4.1.4. Muayene Sonrası Bulguların Yönetimi ve Takip Sistemi

Periyodik muayenenin nihai çıktısı, çoğu zaman sanıldığı gibi sadece bir uygunluk raporu olmamaktadır. Asıl ıktı, raporda tespit edilen uygunsuzlukların giderilerek güvenliğin tesis edilmesidir. Literatür, bu süreci tespit, düzeltme, doğrulama ve kayıt döngüsü olarak tanımlamakta ve raporu bir kapanış belgesi değil, bir eylem planı başlangıcı olarak görmektedir. Muayene sonrası işletilmesi gereken takip mekanizması, yasal yükümlülükler ve sürekli iyileştirme aşamalarında muayene raporunun statik bir arşiv belgesi olmamaktadır. Hasanhanoglu (2022), denetimlerde görülen eksikliklerin sadece tespit edilmesinin yetmediğini, bu eksikliklerin takip edilerek kaza oluşumunun önlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Saha görüşmeleri de muayene sonrası sürecin katılımcılar tarafından rapor düzenlenmesi ile sınırlı görülmediğini; asıl önemli kısmın uygunsuzluğun gerçekten giderilip giderilmediğinin takip edilmesi olduğunu göstermektedir. İdeal bir muayene sonrası süreçte, uygunsuzluklar öncelikle ‘‘Hafif Kusur’’ veya kullanımı engelleyen ‘‘Ağır Kusur’’ şeklinde sınıflandırılmakta; ölçülebilir ve net ifadelerle kayıt altına alınmaktadır. Ardından işletmenin bakım ekibi veya dış servis tarafından raporda belirtilen eksiklikler giderilmektedir. Burada gerçekleştirilen işlem bir bakım niteliği taşımakta, ancak bu bakımın doğrulanması muayene sürecinin bir parçasını oluşurmaktadır. Eğer önemli bakım ve onarımlar yapılmışsa veya güvenlik sistemi revize edilmişse, süreç başa dönmekte ve yetkili kişilerce yeniden muayene zorunlu hale gelmektedir. Yalnızca ‘‘yaptık’’ beyanı yeterli görülmemekte, teknik doğrulama gerekli olmaktadır. Sonuçların kayıt altına alınması, yalnızca yasal bir zorunluluk olmanın ötesinde, kurumun risk hafızasını oluşurmaktadır. Geçmiş raporların saklanması, kronikleşen arızaların takibini ve denetimlerde yasal yükümlülüğün yerine getirildiğinin ispatını sağlamaktadır. Saha bulguları, dosya kapanışı ile gerçek risk kapanışı arasında her zaman tam bir örtüşme bulunmadığını göstermektedir. Bazı işletmelerde rapor tamamlanmasına rağmen eksikliğin sahada aynı ciddiyetle

kapatılmadığını; “uygunsuzluk kapatılmadan dosyanın kapanmış görünmesi” ve “rapor yazılmakta, sonra kaybolmaktadır” biçimindeki durumların takip sistemini zayıflattığını ifade etmektedir. Görüşmelerde ayrıca kayıtların tek bir platformda tutulmaması, kapanış kanıtının görünür olmaması ve saha teyitlerinin farklı dosya ya da mesaj akışlarında kalması önemli zayıflık alanları olarak öne çıkmaktadır. Katılımcılar, bakım tarihi, muayene sonucu, açık uygunsuzluk ve kapanış bilgisinin aynı yerde görülebildiği bir yapının sistemi güçlendireceğini belirtmektedir. Bu nedenle muayene sonrası yönetim yalnızca bir arşivleme işi olarak değil; doğrulama, kapanış ve izlenebilirlik zincirinin birlikte kurulduğu bütünsel bir güvenlik yönetimi aşaması olarak değerlendirilmektedir.

4.2 Teknik Altyapı, Standartlar ve Kalite

Bu bölüm, periyodik muayene süreçlerinin teknik geçerliliğini ve güvenilirliğini sağlayan üç temel yapı taşını analiz etmektedir: muayene kriterlerinin dayandığı standartlar, ölçüm sonuçlarının doğruluğunu garanti eden metrolojik altyapı (kalibrasyon) ve kurumsal yetkinliği belgeleyen akreditasyon sistemleri. Bulgular, muayenenin sadece bir gözlem faaliyeti olmadığını, uluslararası normlara dayalı ve ölçülebilir bir teknik denetim süreci olduğunu ortaya koymaktadır.

4.2.1. Standardizasyon ve Teknik Referanslar

Periyodik muayenelerin subjektif bir "kanaat belirtme" sürecinden çıkıp, objektif bir "uygunluk değerlendirme" faaliyetine dönüşmesi, ancak standartların etkin kullanımıyla mümkündür. Literatür taraması ve doküman analizleri, Türkiye’deki denetim mekanizmasının temel referansının, Yönetmelik Ek-III’te belirtilen ulusal (TS) ve uluslararası (EN, ISO) standartlar olduğunu göstermektedir. Bu standartlar, kontrol listelerinin (checklist) maddelerini, kabul/ret kriterlerini ve uygulanacak test yöntemlerini belirleyen teknik anayasa niteliğindedir. Örneğin vinçler ve kaldırma ekipmanları üzerine yapılan çalışmalarda, muayenenin rastgele değil, TS ISO 9927-1 (Vinçler- Muayene), TS 10116 (Kaldırma ve Taşıma Makinaları- Vinçler- Muayene ve Deney Metotları) ve TS EN 15011 (Köprülülük ve Gezer Köprülülük Vinçler) gibi spesifik standartlara dayandırıldığı

görülmektedir. Sahada kullanılan standartların çeşitliliği ve hangi ekipman için hangi referansın temel alındığı Çizelge 4.6’da detaylandırılmıştır.

Çizelge 4.6 Periyodik muayenelerde kullanılan temel standartlar ve kapsamları.

Ekipman türü	Örnek standart	Kontrol listesine dönüşen maddeler	Kaynak
Vinç / kren (kaldırma-iletme)	TS EN 15011; TS EN 14985; TS EN 12999; TS EN 14439+A2; TS EN 13001; TS ISO 9927-1	Uyarı levhaları, yürüme alanı, ana şalter kesme, RCD testi, fonksiyon testleri, yük testleri	(TSE 2013–2020)
Bitki koruma makineleri (tarım makineleri)	TS EN 907 (ve çalışmada TS EN ISO 4254-6 atfı)	Kontrol listesindeki güvenlik maddeleri; risk değerlendirmesi çıktılarıyla ‘düzenleme listesi’ üretimi	(Ertuğrul 2023)

Standartlar makinenin genel yapısını, halat donanımları, kancalar, fren sistemleri ve kararlılık testleri gibi alt bileşenlerin denetim kriterlerini de ayrı ayrı tanımlamaktadır. Bulgularda bazı özel makine tipleri için doğrudan bir ürün standardı bulunmadığını; bu gibi durumlarda TS EN ISO 12100 (Risk Değerlendirmesi) gibi genel güvenlik standartlarının veya imalatçı verilerinin referans alındığını göstermektedir. Standardizasyonun en temel işlevi, muayeneyi yapan uzmanın kişisel yorum alanını daraltarak denetimi “standartlara uygunluk” ya da “uygunsuzluk” ekseninde daha nesnel bir teknik zemine oturtmaktır. Saha çalışmasından elde edilen bulgular da bu çerçeveyi desteklemekle birlikte, standardizasyon ihtiyacının uygulama düzeyinde hissedildiğini ortaya koymaktadır. Katılımcılar, aynı ekipmanın farklı kişiler tarafından farklı biçimlerde değerlendirilebilmesinin sahada belirsizlik yarattığını, bu nedenle standartların yalnızca yazılı bir referans seti değil, sahaya yansıyan ortak bir değerlendirme dili üretmesi gerektiğini vurgulamıştır. İş makinelerinin yoğun kullanıldığı ortamlarda, denetimin yalnızca genel kontrol listesine dayanmasının yeterli görülmediği; ekipmanın kullanım biçimi, zemin koşulları, yük karakteri ve çalışma ortamı gibi bağlamsal unsurların da standart yorumla birlikte ele alınması gerekmektedir. Katılımcı görüşlerinde standartların proje ve kurumlar arasında aynı yoğunlukta uygulanmadığına yönelik değerlendirmeler de öne çıkmıştır. Aynı ekipmanın bir sahada daha ayrıntılı incelenirken başka bir sahada daha yüzeysel değerlendirilmektedir. Bu bulguyla birlikte teknik referansların varlığına rağmen uygulama birliği sorununun sürdüğünü ve asıl kırılma noktasının çoğu zaman standart eksikliğinden değil, standardın sahadaki uygulanış biçimi ile yorum tutarlılığından kaynaklandığını göstermektedir. Uluslararası

uygulamalar açısından standartların kontrol listesi üretmek, denetim derinliğini ve karar tutarlılığını belirleyen ortak bir teknik dil oluşturmak için kullanıldığı görülmektedir.

4.2.2. Metrolojik Altyapı ve Kalibrasyon Yönetimi

Bir muayenenin güvenilirliği, kullanılan ölçüm cihazının doğruluğu ile sınırlıdır. Bulgular, periyodik muayenenin yalnızca görsel bir inceleme olmadığını; yük testi, ölçümsel doğrulama ve fonksiyon testlerini içerdiğini, dolayısıyla gelişmiş bir metrolojik altyapı gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Sahada kullanılan cihazların (dinamometre, lazer metre, kumpas vb.) ölçüm belirsizliği, muayene sonucunu doğrudan etkilemektedir. Örneğin, bir vincin 10 tonluk yük testinde kullanılan dinamometrenin %5 hata payına sahip olması, güvensiz bir vincin onaylanmasına ya da güvenli bir vincin reddedilmesine yol açabilmektedir. Bu kapsamda, kullanılan tüm cihazların izlenebilir bir kalibrasyon zinciriyle ulusal veya uluslararası standartlara uygun şekilde kalibre edilmesi gerekmektedir. Periyodik muayenelerde kullanılan temel ölçüm cihazları ve bunların kalibrasyon gereklilikleri Çizelge 4.7’de sunulmaktadır.

Çizelge 4.7 Periyodik muayenede kullanılan teknik cihazlar ve ölçüm hedefleri.

Cihaz / Ekipman	Kullanım Amacı ve Ölçüm Hedefi	Kalibrasyon ve Doğrulama Kriteri (ISO 17025)
Dinamometre / Yük Hücresi (Load Cell)	Statik ve dinamik yük testlerinde kuvvetin ölçülmesi; aşırı yük limitlerinin doğrulanması.	Kuvvet kalibrasyonu (ISO 376); ölçüm belirsizliğinin rapora işlenmesi zorunludur.
Lazer Metre / Çelik Şerit Metre	Vinç sehim miktarı, bom uzunluğu, kanca mesafesi ve güvenlik açıklıklarının ölçümü.	Boyut ölçüm izlenebilirliği; onaylı referans metre ile periyodik doğrulama.
Kumpas (Dijital/Mekanik)	Halat çapı incelenmesi, kanca ağız açıklığı deformasyonu ve pim aşınmalarının hassas tespiti.	Standart masterlarla doğrulama; mm hassasiyetinde ölçüm yeteneği.
Test Ağırlıkları (Kütleler)	Yük testlerinde referans yük olarak kullanım (Nominal yükün 1,25 veya 1,1 katı).	Kütle izlenebilirliği; ağırlıkların tescilli ve doğrulanmış olması.
Lüksmetre / Ses Ölçer	Çalışma alanı aydınlatma şiddeti ve ikaz sistemlerinin ses seviyesinin kontrolü.	Çevresel ölçüm cihazı kalibrasyonu.

Yük testlerinde kullanılan yük hücreleri (load cell), su terazileri ve benzeri ölçüm ekipmanlarının hassasiyeti, muayenenin bilimsel kanıt niteliği taşıması açısından kritik önemdedir. Nitekim literatürde, kalibrasyonsuz cihazlarla yapılan muayenelerin hukuki geçerliliğinin tartışmalı hale gelebildiği ve olası bir kaza durumunda bu raporların teknik

delil olarak yeterince güçlü kabul edilmeme riski taşıdığı belirtilmektedir. Saha çalışmasından elde edilen bulgular da bu teknik çerçeveyi desteklemekte, ölçüm doğruluğu ve teknik güvenilirlik konusunun katılımcılar tarafından her ne kadar doğrudan “kalibrasyon” kavramı üzerinden ifade edilmese de denetimin güvenilirliğiyle yakından ilişkilendirildiğini ortaya koymaktadır. Katılımcılar, yalnızca gözleme dayalı kontrollerin yeterli olmadığını; ekipmanın yük altındaki davranışının, fren performansının, kısa fonksiyon testlerindeki tepkisinin ve gerçek çalışma koşullarında gösterdiği performansın mutlaka görülmesi gerektiğini vurgulamıştır. Özellikle yoğun çalışan veya kritik görev üstlenen makinelerde yıllık kontrolün tek başına yeterli güvence sağlamadığını, bu nedenle ara kontrollerin ve daha sık teknik doğrulamanın gerekli olduğunu ifade etmiştir. Metrolojik altyapının cihazların doğruluğu, ölçüm ve doğrulama faaliyetlerinin hangi sıklıkla, hangi risk düzeyine göre ve hangi operasyonel koşullarda tekrarlandığı meselesiyle birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Doğru cihazla yapılan ölçüm kadar, o ölçümün uygun zamanda ve yeterli sıklıkta tekrar edilmesi de saha açısından belirleyici bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Uluslararası uygulamalarda da metrolojik güvenilirlik ile risk bazlı muayene yaklaşımının birlikte ele alındığı görülmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde saha bulguları, teknik cihazların doğruluğunu güvence altına alan kalibrasyon yapısına ek olarak, özellikle kritik ekipmanlarda daha sık doğrulama, ara kontrol ve kullanım yoğunluğuna duyarlı denetim yaklaşımının sistemin genel güvenilirliğini artıracağını düşündürmektedir.

4.2.3. Akreditasyon, Bağımsızlık ve Kalite Güvencesi

Teknik altyapının ve standartların varlığı tek başına yeterli değildir; bu sistemi işletecek kurumun yetkinliğinin ve bağımsızlığının da tescil edilmesi gerekir. Bu noktada devreye "Akreditasyon" girmektedir. Türkiye’de TÜRKAK tarafından yürütülen akreditasyon süreçleri, muayene kuruluşlarını TS EN ISO/IEC 17020 (Uygunluk Değerlendirmesi-Muayene Yapan Kuruluşların Çalıştırılmaları İçin Genel Kriterler) standardına göre denetlemektedir. Bulgular, akredite ekipman muayene kuruluşunun “A Tipi Muayene Kuruluşu” statüsü kapsamında yürütüldüğünü; bunun da kuruluşun muayene ettiği ekipmanın tasarımcısı, üreticisi, tedarikçisi, montajcısı veya bakımıcısı olamayacağı anlamına geldiğini göstermektedir. Bu bağlamda bağımsızlık ve tarafsızlık, sistemin en

temel kalite parametresi olarak öne çıkmaktadır. Akredite muayene süreci ile standart süreç arasındaki farklar ve kalite parametreleri Çizelge 4.8’de karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Çizelge 4.8 Akredite muayene sürecinin temel kalite bileşenleri.

Görüş	Standart	Muayeneye bağ	Sahada beklenen kanıt
Standart çerçeve (kâğıt üzerinde) güçlü ve yeterli	ISO/IEC 17025: izlenebilirlik + belirsizlik + kalite sistemi; akreditasyonla güvence	Muayenede kullanılan cihazların kalibrasyonu ve belirsizlik yönetimi, kararın teknik güvenilirliğini artırır.	Kalibrasyon sertifikaları, belirsizlik beyanı, prosedür/ talimat dokümantasyonu
Yeterlilik ‘metin varlığı’ ile bitmez; uygulama disiplini belirleyicidir	ISO/IEC 17025: yetkinliğin doğrulanması ve sürekli gözetim (kalite döngüsü)	Muayenede standardın etkinliği; raporlama formatı, kayıt disiplini ve denetlenebilirlik olgunluğuna bağlıdır.	Standarta uygun rapor formatı, kayıtların erişilebilirliği, denetim izi (audit trail)
Karşılaştırma/PT katılımı performansın en nesnel doğrulayıcısıdır	ISO/IEC 17043 ve ISO 13528: yeterlilik testleri ve istatistiksel değerlendirme	Muayene teknolojisinin standardizasyonu için dış doğrulama (PT/LAK) güçlü bir kanıttır.	PT/LAK katılım sertifikaları, performans skorları, düzeltici aksiyon kayıtları
Raporlama/format uyumu ve ‘ham veri’ dokümantasyonu zayıflarsa yeterlilik sınırlanır	ISO/IEC 17025’in raporlama ve kayıt gerekleri; PT sonuçlarının standarda uygun sunulması	Muayene raporunun kanıt değeri; ham veri + protokole uygun raporlama ile yükselir.	Ham veri dosyaları, protokole uygun hesaplamalar, imzalı/versiyonlu rapor
Uluslararası kabul için kılavuz uyumu (örn. ILAC) kritik	ILAC rehberleri: performans değerlendirme ve raporlama iyi uygulamaları	Uluslararası tanınırlık hedefleniyorsa, yalnız standart değil rehber/pratik uyumu da gerekir.	Kılavuzlara uygun değerlendirme metodu, kabul kriterleri, tutarlı geri bildirim döngüsü

Çizelge 4.8’de ortaya konulan çerçeveye göre, akreditasyon sadece bir belge değil, aynı zamanda bir “güven zinciri”dir. Muayene raporlarının uluslararası geçerliliği, örneğin AB ülkelerinde kabulü, ancak akreditasyon yoluyla sağlanabilmektedir (ILAC 2021). Kalite yönetim sistemleri, muayene personelinin yetkinliğini sürekli izlemekte, raporların teknik kontrolör tarafından denetlenmesini zorunlu kılmakta ve gizlilik/tarafsızlık beyanları ile süreci etik bir zemine oturtmaktadır (ISO/IEC 17025 2017). Kalite yönetim sistemleri, muayene personelinin yetkinliğini sürekli izlemekte, raporların "teknik kontrolör" tarafından ikinci bir gözle denetlenmesini zorunlu kılmakta ve gizlilik/tarafsızlık beyanları ile süreci etik bir zemine oturtmaktadır. Depo, şantiye, liman ve ağır saha gibi farklı çalışma ortamlarında aynı ekipmanın farklı risk profilleri taşıdığı; bu nedenle denetçi yetkinliğinin yalnızca standart bilgisiyle değil, kullanım bağlamını okuma becerisiyle birlikte değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu durum, akreditasyon ve kalite güvencesi tartışmasına uygulamalı yetkinlik boyutunu da eklemektedir. Uluslararası uygulamalarda akreditasyonun tarafsızlık, bağımsızlık ve teknik yeterlilik

üçlüsü üzerinden kurgulandığı bilinmektedir. Saha bulguları ise buna ek olarak, denetçi yetkinliğinin risk profiline göre yapılandırılması ve aynı ekipman için farklı yorumların sınırlandırılması gereğini görünür kılmaktadır. Katılımcı görüşleri, akreditasyon ve kalite güvencesi tartışmasını desteklemekte; ancak bu yapının sahada etkili olabilmesi için ortak değerlendirme ölçütleri, bağlamsal denetim pratiği ve daha güçlü bir uygulama standardizasyonu gerektiğini göstermektedir.

4.3 Dijitalleşme ve Veri Yönetimi

Bu bölümde periyodik muayene süreçlerinin dijital dönüşümünü; mevcut izleme ve raporlama altyapıları, üretilen istatistiksel verilerin yönetimi, şeffaflık politikaları ve geleceğin teknolojileri (Yapay Zekâ, IoT, RPA) bağlamında kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir.

4.3.1. Dijital İzleme, Takip ve Raporlama Altyapısı

Türkiye’de iş makinelerinin periyodik muayene süreçlerinde kullanılan dijital altyapı, literatürde tekil bir yazılım aracı olmaktan ziyade, birbirini tamamlayan modüllerden oluşan bütünleşik bir ekosistem olarak değerlendirilmektedir. Dijitalleşmenin temel hedefi, yalnızca kâğıt üzerindeki raporları elektronik ortama taşımakla sınırlı kalmayıp; muayeneyi planlama, saha uygulaması, bulgu kapatma ve izleme döngüsü içinde denetlenebilir bir yapıya kavuşturmadır. Mevcut sistemlerin merkezinde, denetim raporlamasını ve evrak izlenebilirliğini güçlendiren İSG yazılımları ve merkezi veri tabanı yaklaşımı yer almaktadır. Bu sistemler, dijital kontrol listeleri, e-imza entegrasyonu ve evrak akış yönetimi gibi bileşenlerle sürecin standardizasyonunu sağlamaktadır. Sahadaki veri toplama süreçlerinde ise mobil uygulamaların kullanımı giderek yaygınlaşmakta; uzmanlar tablet veya akıllı cihazlar üzerinden kontrol listelerini doldurabilmekte, tespit edilen uygunsuzluklara dair fotoğraf ve video kanıtlarını anlık olarak rapora ekleyebilmektedir. Dijital sistemlerin muayene sürecine kattığı en kritik katma değer, muayene bulgularının "kapatılabilir" ve izlenebilir hale gelmesidir. Özellikle Düzeltici ve Önleyici Faaliyet (CAPA) modülleri sayesinde, tespit edilen bir uygunsuzluğa sistem üzerinden termin ve sorumlu atanabilmekte, bakım ekipleri

yaptıkları düzeltmenin kanıtını sisteme yükleyerek muayene uzmanının dijital onayına sunabilmektedir. Bu yapı, muayene raporunun statik bir belge olmaktan çıkıp, dinamik bir iyileştirme aracına dönüşmesini sağlamaktadır.

Sürecin uçtan uca standardizasyonu için Akıllı Süreç Otomasyonu (IPA/RPA) teknolojileri devreye girmekte; otomatik raporlama, bildirim gönderme, termin takibi ve hata loglarının tutulması gibi işlemler insan müdahalesine gerek kalmadan yürütülebilmektedir. Tüm bu dijital veri akışının güvenliğini sağlamak, sistemin en hassas noktasını oluşturmaktadır. Literatürde, dijital muayene sistemlerinin güvenilirliği için "rol tabanlı erişim", detaylı loglama mekanizmaları ve siber risk kontrol süreçlerinin zorunlu birer çerçeve olduğu vurgulanmaktadır (Çizelge 4.9). Bu bölümde mevcut dijital uygulamalar ile geliştirilebilir/önerilen dijital yapı birbirinden ayrı düşünülmüştür; mevcut sistem raporlama ve kayıt süreçlerini desteklerken önerilen yapı makine bazlı bütünleşik izlenebilirliği hedeflemektedir. Saha çalışmasından elde edilen bulgular, dijitalleşmenin katılımcılar tarafından genel olarak olumlu değerlendirildiğini ve periyodik muayene süreçlerinde önemli bir ihtiyaç alanı olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır. Katılımcılar, dijital arşiv, çevrim içi veri tabanı, QR kod uygulamaları, otomatik hatırlatma sistemleri ve kayıtların tek merkezde toplanabildiği yapılar sayesinde muayene süreçlerinin daha izlenebilir ve yönetilebilir hale geleceğini belirtmiştir. Eski raporlara hızlı erişim sağlanması, bakım geçmişi ile muayene kayıtlarının birlikte görüntülenebilmesi ve hangi uygunsuzluğun ne zaman giderildiğinin açık biçimde takip edilebilmesi, dijital sistemlerin en önemli katkıları arasında değerlendirilmiştir. Saha bulguları, dijitalleşmeye karşı belirgin bir dirençten çok, doğru kurgulanmış ve işleyen bir dijital altyapıya duyulan ihtiyacı görünür kılmaktadır. Görüşmeler, dijitalleşmenin tek başına yeterli bir çözüm olarak görülmediğini de açık biçimde göstermektedir.

Katılımcılar, süreç yapısal olarak dağınık kaldığı sürece teknolojinin yalnızca mevcut düzensizliği ekran ortamına taşıyacağını, veri girişinin özensiz yapılması halinde dijital arşivin kısa sürede işlevini kaybedeceğini ve kullanıcıyı zorlayan sistemlerin sahada benimsenmesinin güçleşeceğini vurgulamıştır. Bu değerlendirmelerde dijitalleşme meselesinin yalnızca teknoloji yatırımı olarak ele alınamayacağını; veri kalitesi, kullanıcı dostu tasarım, kayıt disiplininin sürdürülebilirliği ve süreç bütünlüğü ile birlikte

düşünülmesi gerektiğini göstermektedir. Uluslararası uygulamalar da dijital sistemlerin sadece rapor saklama aracı olarak değil, planlama, denetim, uygunsuzluk takibi ve kapanış doğrulamasını birbirine bağlayan bütünleşik bir denetim zincirinin parçası olarak kurgulandığını ortaya koymaktadır. Saha bulguları bu yaklaşımı desteklemekte; özellikle tek platformda çalışan, canlı izleme imkânı sunan, veri bütünlüğünü koruyan ve denetlenebilir bir dijital akış oluşturan sistemlere duyulan ihtiyacı öne çıkarmaktadır. Katılımcı değerlendirmesi, Türkiye’de dijital izleme altyapısının yaygınlaştırılmasının değil, aynı zamanda sade, güvenilir, izlenebilir ve uygunsuzluk kapanışını merkeze alan bir mantıkla yeniden yapılandırılmasının gerekli olduğunu göstermektedir. Bu bulguyu destekler biçimde bir katılımcı, dijitalleşmenin yalnızca belge yönetimi olarak görülmemesi gerektiğini vurgular “Dijital imza, QR ve e rapor yararlı araçlar. Ama süreç zayıfsa teknoloji sadece görüntüyü toparlar, özü değil.” ifadesini kullanmıştır.

Çizelge 4.9 Mevcut ve geliştirilebilir dijital izleme, takip ve raporlama sistemleri.

Tema	Uygulama çıktısı	Kaynak
Yenilikçi İSG yazılımları	Merkezi veri tabanı; dijital kontrol listeleri, e-imzalı rapor; evrak akışı.	(Tepe 2024)
Düzeltilici/önleyici faaliyet takibi	CAPA modülü; kapanış süreleri, bildirim/hatırlatma; denetim izi (audit trail).	(Tepe 2024)
IoT/sensör ile süreç takibi	Sensör verisi izleme panelleri; eşik aşımalarında otomatik uyarı.	(Tepe 2024)
Mobil uygulamalar (saha veri toplama)	Mobil kontrol listesi; fotoğraf/video kanıtı; yerinde rapor üretimi.	(Tepe 2024)
Akıllı süreç otomasyonu (IPA/RPA) – raporlama/denetim izleri	Otomatik rapor üretimi; bildirim, denetim izi; hata/düzeltilme logları.	Akıllı Süreç Otomasyonları (IPA)
Yetkilendirme ve siber güvenlik	Rol tabanlı erişim; loglama, güncelleme yönetimi; siber risk kontrol listesi.	Endüstri 4.0 ve Güvenlik

4.3.2. İstatistiksel Veri Yönetimi ve Kaynaklar

İş makinelerine dair risk analizi ve politika geliştirme süreçlerinin temeli, güvenilir ve kapsayıcı istatistiksel verilere dayanmaktadır. Türkiye’de bu alandaki veri üretimi incelendiğinde, verilerin ağırlıklı olarak idari kayıtlara dayandığı, ancak farklı kurumların veri setleri arasında entegrasyon ve kapsam sorunları yaşandığı görülmektedir. Temel veri kaynağı olan Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistikleri, iş kazası sayılarını ve meslek grubu kırılımlarını sunarak riskin boyutu hakkında nicel bir çerçeve çizmektedir. Ancak doğası gereği sadece kayıtlı istihdamı kapsadığından, özellikle tarım ve inşaat gibi

sektörlerde yaygın olan kayıt dışı alandaki iş makinesi kazalarını görünmez kılmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri, istihdam yapısı ve kayıtlılık oranları gibi bağlam göstergeleri sunarak, SGK verisinin temsil gücünü tartışmak ve eksik kalan alanları yorumlamak için tamamlayıcı bir rol oynamaktadır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı'nın denetim raporları, denetim sayısı ile kaza sıklığı arasındaki ilişkiyi analiz etmeye olanak tanıyan önemli bir veri kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Verilerin şeffaflığı ve kamuya açıklığı konusunda ise literatürdeki bulgular, Türkiye'de muayene sonuçlarının yayımlandığı tekil ve halka açık bir platformun bulunmadığını göstermektedir. Mevcut sistemde muayene raporları, "kamusal yayın"dan ziyade, işletme içi izlenebilirlik ve resmi denetimlerde ibraz edilmek üzere "kayıt altına alma" mantığıyla yönetilmektedir. İSG verisinin "hassas veri" niteliği taşıması, kontrolsüz paylaşımın mahremiyet ihlalleri, kurumsal güvenlik zafiyetleri ve kötüye kullanım riskleri doğurabileceği endişesini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle çözüm olarak, "Kontrollü Paylaşım Modeli" önerilmektedir. Bu modele göre; kamuya açık katmanda işletme isimlerinden arındırılmış anonim istatistikler (ekipman türüne göre kaza oranları, sık görülen uygunsuzluk türleri vb.) paylaşılırken, tam rapor içeriklerine sadece yetkili aktörlerin (işletme, bakanlık, muayene kuruluşu) erişebildiği, kimlik doğrulama ve log kaydı ile korunan kapalı bir sistem kurgulanmalıdır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Veri kaynakları ve izlenebilirlik sistemlerinin karşılaştırılması.

Kurum	Üretilen veri türü	Toplama yöntemi	Sınırlılık / dikkat	Kaynak
SGK	İş kazası ve meslek hastalığı istatistikleri; meslek grubu kırılımları	İdari kayıt (bildirim/rapor) temelli	Kayıt dışılık ve kapsam tartışmaları; bildirim yansımayan olaylar görünmez olabilir	(Gül vd. 2021)
ÇSGB Rehberlik ve Teftiş Başkanlığı (RTB)	Denetim/teftiş faaliyetleri: denetim sayısı, kapsam, ulaşılan işçi sayısı vb.	Kurumsal idari kayıt (denetim kayıtları)	Veri erişimi/standardizasyon farklı olabilir; ölçüm tanımları tutarlı olmalı	(Koçali 2024)
TÜİK	Çalışma hayatı bağlam göstergeleri (kayıtlılık, istihdam yapısı vb.)	Resmî istatistik üretimi (anket/derleme) – literatürde bağlamlayıcı kullanım	İş makinesi sayısı/muayene oranı gibi spesifik göstergeler her zaman doğrudan bulunmayabilir	(Gül vd. 2021)
ILO / ILOSTAT (uluslararası kıyas)	Ülke karşılaştırmaları için işgücü ve İSG göstergeleri	Ülke raporlamaları/derleme	Tanım farklılıkları nedeniyle doğrudan karşılaştırmada dikkat gerekir	(Gül vd. 2021)

Çizelge 4.11 Dijital izlenebilirlik ve şeffaflık modelinin temel bileşenleri.

Önerilen model katmanı	Kazanım	Tasarım ilkesi	Kaynak
Kamuya açık (anonimleştirilmiş) katman	Şeffaflık + kamu yararı; işletme bazlı risk ifşası sınırlanır	Anonimleştirme, toplulaştırma, veri minimizasyonu	(Tepe 2024)
Yetki bazlı kapalı katman	Denetim/izlenebilirlik; veri sızıntısı riski azaltılır	Kimlik doğrulama, rol tabanlı erişim, log kaydı, güvenli saklama	(Hasanhanoğlu 2022, Tepe 2024)

Saha çalışmasında veri yönetimi meselesinin kurumsal istatistik üretimi, günlük uygulamadaki izlenebilirlik ve karar verme süreçleriyle doğrudan ilişkili olmaktadır. Katılımcılar, bakım kayıtları, muayene raporları, saha teyitleri ve düzeltici faaliyet kanıtlarının farklı yerlerde tutulmasının saha içinde ciddi bir dağınıklık yarattığını ifade etmiştir. Hangi makineye ne zaman müdahale edildiği, hangi eksikliğin giderildiği ve hangi raporun güncel kabul edilmesi gerektiği gibi temel bilgilerin sürekli yeniden sorgulanmasına yol açmaktadır. Veri yönetimi sorunu, yalnızca merkezi kurumların veri üretim kapasitesiyle işletme içindeki bilgi bütünlüğü ve kayıt standardının sürekliliğiyle de yakından ilişkilidir. Özellikle yoğun çalışan işletmelerde verinin yalnızca saklanması yeterli olmadığını; bunun yanında verinin anlamlı, erişilebilir ve karar vermeyi kolaylaştıracak biçimde düzenlenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu değerlendirmede istatistiksel veri üretiminin ötesinde, kurumsal hafızayı besleyen, tekrar eden uygunsuzlukları görünür kılan ve geçmiş uygulamalarla mevcut durumu karşılaştırmaya imkân veren bir veri mimarisine ihtiyaç bulunduğunu göstermektedir.

Aynı arızanın ya da aynı güvenlik zafiyetinin farklı dönemlerde tekrar etmesi halinde, geçmiş kayıtların sistematik biçimde okunabilmesi ve karşılaştırılabilmesi, veri yönetiminin arşivleme risk öğrenmesi ve karar desteği işlevi taşıdığını ortaya koymaktadır. Uluslararası uygulamalarda veri yönetiminin giderek anonimleştirilmiş istatistikler, kontrol panelleri ve risk odaklı izleme yapılarıyla desteklendiği görülmektedir. Türkiye’deki saha bulguları ise bu dönüşümün en kritik basamağının, öncelikle saha içindeki veri dağınıklığını ortadan kaldırmak ve kurum düzeyinde tekilleştirilmiş bir kayıt mantığı kurmak olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.11).

4.3.3. Gelecek Vizyonu: Yapay Zekâ, IoT ve Akıllı Denetim Stratejileri

Dijitalleşme süreci, mevcut verilerin yalnızca elektronik ortama aktarılmasıyla sınırlı kalmayıp, Yapay Zekâ (AI), Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Robotik Süreç Otomasyonu (RPA) gibi ileri teknolojilerin entegrasyonu ile “akıllı denetim” dönemine doğru evrilmektedir. Literatür bu dönüşümü, tek tek teknolojik araçların kullanımı olarak değil, muayene sürecini planlama, uygulama, izleme ve doğrulama aşamaları boyunca uçtan uca dönüştüren stratejik bir değişim olarak tanımlamaktadır. Bu stratejik dönüşümün ilk adımını kimliklendirme ve izlenebilirlik oluşturmaktadır. RFID ya da karekod (QR) teknolojileriyle her makineye dijital bir kimlik atanması sayesinde, muayene geçmiş, değişen parçalar ve bakım kayıtları tek bir veri setinde birleştirilebilmekte; böylece sahadaki ekipmanın güvenlik geçmişi anlık olarak sorgulanabilir hale gelmektedir. Saha görüşmeleri de bu yaklaşımı desteklemekte; katılımcılar özellikle kim tarafından hangi kontrolün yapıldığı, hangi uygunsuzluğun ne zaman tespit edildiği ne zaman kapatıldığı ve yeniden kontrol gerekip gerekmediği gibi bilgilerin görünür olmasının önemli bir ihtiyacı karşıladığını belirtmektedir. Bu bulgu, dijital kimliklendirme ve izlenebilirlik araçlarının sahada yalnızca teknik bir yenilik değil, bilgi dağınıklığını azaltan ve denetim şeffaflığını artıran işlevsel araçlar olarak görüldüğünü göstermektedir. Dijital dönüşümün ikinci önemli aşaması, IoT tabanlı sürekli izleme yaklaşımıdır. Makine üzerine yerleştirilen sensörlerden alınan titreşim, sıcaklık, basınç ve yük verilerinin merkeze anlık olarak iletilmesi, riskli durumların gerçekleşmeden önce tespit edilmesine olanak sağlamaktadır. Muayene periyotlarının sabit takvimler yerine ekipmanın gerçek sağlık durumu ve risk göstergelerine göre dinamik biçimde belirlenmesini, yani kestirimci bakım ve muayene modelini mümkün hale getirmektedir. Görüşme bulgularında da sensör tabanlı izleme ve dijital takip sistemleri çoğunlukla yararlı araçlar olarak değerlendirilmiş; özellikle kritik makinelerde erken uyarı üretmesi ve tekrar eden zafiyetleri görünür kılması bakımından önemli bulunmuştur. Saha değerlendirmeleri, bu teknolojilerin tek başına çözüm üretmeyeceğini de göstermektedir. Katılımcılar, dijital sistemlerin karar vericinin yerine geçen yapılar olmaktan çok, süreci disipline eden, kapatılmamış uygunsuzlukları görünür kılan ve operasyonel farkındalığı artıran destek araçları olarak değer taşıdığını vurgulamıştır. Saha bulguları, IoT tabanlı sistemlerin başarısının yalnızca teknik kapasiteye değil, bu verilerin anlamlı bir denetim mantığı

içinde kullanılmasına bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Üçüncü ve daha ileri aşamayı ise akıllı süreç otomasyonu, yapay zekâ ve dijital ikiz uygulamaları oluşturmaktadır. Yapay zekâ algoritmaları geçmiş kaza verileri ile muayene bulgularını analiz ederek riskli ekipmanları önceliklendirebilmekte; görüntü işleme teknolojileri sahadan gelen görseller üzerinde çatlak, deformasyon ya da korozyon gibi kusurları otomatik olarak tespit edebilmektedir. Dijital ikiz teknolojisi ise makinenin sanal bir kopyası üzerinde revizyon, bakım ve kullanım senaryolarının simüle edilmesini sağlayarak muayene kapsamının ve bakım planlamasının optimize edilmesine katkı sunmaktadır. Literatürde bu araçların ortak hedefi, muayeneyi reaktif bir kontrolden çıkarıp proaktif, risk temelli ve veri odaklı bir karar destek sistemine dönüştürmektir. Saha bulguları da genel olarak bu dönüşüme olumlu yaklaşmakta; ancak önceliğin teknoloji göstermekten çok, sahadaki gerçek ihtiyaca cevap veren, kullanıcıyı yormayan ve kapanış süreçlerini görünür hale getiren sistemler kurulması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 4.12 Periyodik muayene sistemine yönelik dijital dönüşüm stratejileri.

Strateji başlığı	Bileşenler	Muayeneye yansıması	Başarı koşulları ve riskler	Kaynak
Uçtan uca dijitalleşme (end-to-end)	Merkezi veri altyapısı, dijital arşiv; aktörlerin aynı veri setiyle çalışması	Planlama → saha kontrol listesi → ölçüm/test → rapor → izleme/takip tek sistemde	Evrak temelli süreçlerin dönüşümü; veri kalitesi ve süreç standardı	(Ak ve İlerişoy 2024)
Kimliklendirme ve izlenebilirlik	RFID/QR, internet tabanlı veri iletimi, mobil uygulamalar	Makine kimliği → muayene geçmişi → uygunsuzluk/CAPA → kapanış doğrulaması	Kimlik tekilleştirme, cihaz-makine eşleşmesi; yetkilendirme	(Ak ve İlerişoy 2024)
IoT ile gerçek zamanlı veri toplama	Sensör verisi, saha ölçüm cihazlarından anlık aktarım	Sürekli izleme + anlık uyarı; muayene periyodunun risk temelli ayarlanması	Veri güvenliği ve bütünlüğü; sahada bağlantı/altyapı gereksinimi	(Ak ve İlerişoy 2024)
Akıllı süreç otomasyonu (IPA/RPA) ve yapay zekâ destekli karar	RPA, ML, NLP, görüntü tanıma, tahmine dayalı analitik	Rapor üretimi/hatırlatma/iş akışı otomasyonu; risk önceliklendirme	Üst yönetim desteği, değişim yönetimi, eğitim, entegrasyon ve gizlilik	(Patrício vd. 2025)
Dijital ikiz yaklaşımı	Simülasyon, bakım-onarım ve revizyon senaryolarının dijital ortamda sınanması	Revizyon öncesi risk analizi; bakım planı ve muayene kapsamının optimizasyonu	Model doğruluğu; veri beslemesi ve yaşam döngüsü yönetimi	(Ak ve İlerişoy 2024)
Belirsizlik içeren risk bazlı önceliklendirme	Neutrosophic FMEA; analitik risk tanımlama yöntemleri	Kontrol seti ve önceliklerin risk bazlı güncellenmesi; veri kısıtında uzman görüşünün sistematikleştirilmesi	Yöntem seçimi; veri/uzman tutarlılığı; izleme-gözden geçirme	Karamustafa ve Çebi 2022/2023, Can ve Can 2018)

Katılımcılar, sistemlerin fazla karmaşık hale gelmesi veya saha gerçekliğini karşılamaması durumunda dijital araçların işlevini hızla kaybedeceğini ifade etmiştir. Görüşmelerde öne çıkan bir başka nokta, akıllı denetim stratejilerinin yalnızca otomasyon meselesi olarak değil, denetim mimarisinin yeniden tasarlanması olarak görülmesi gerektiğidir. Özellikle kritik makinelerde yalnızca planlı muayenelerin yeterli olmadığını; habersiz veya beklenmedik doğrulayıcı kontrollerin de sisteme entegre edilmesi gerekmektedir. Uluslararası ölçekte yapay zekâ, IoT ve dijital ikiz gibi teknolojilerin risk temelli bakım ve denetim planlamasını desteklediği görülürken, Türkiye’deki saha bulguları bu teknolojilerin en anlamlı katkısının uygunsuzluk kapanışını görünür kılmak, dışarıdan gelen ekipmanı da aynı sistem içinde izlemek, kritik makinelerde erken uyarı üretmek ve tekrar eden zafiyetleri veri üzerinden yakalamak olacağını göstermektedir.

4.4 Risk Temelli Muayene Periyotları ve Ara Kontrol

İş makinelerinin periyodik muayenesi, iş sağlığı ve güvenliği hukuku ve teknik standartlar literatüründe önemli bir tartışma alanı oluşturmaktadır. Risk temelli yaklaşım, yıllık periyodik kontrolün yerine geçen alternatif bir model olarak değil, yıllık kontrolü tamamlayan ek bir güvenlik katmanı olarak değerlendirilmelidir. Türkiye mevzuatı, teorik olarak risk değerlendirmesine zemin hazırlamış olsa da uygulamada sabit yıllık muayene döngüsüne dayanmaya devam etmektedir (ÇSGB 2013).

Yüksek kullanım yoğunluğu, olumsuz çevre koşulları ve kritik kaldırma operasyonları gibi değişkenlerin muayene sıklığı üzerindeki belirleyici rolü, AB Direktifi 2009/104/EC (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2009), Birleşik Krallık PUWER 1998 ve LOLER 1998 Tüzükleri (PUWER 1998, LOLER 1998), Almanya Betriebssicherheitsverordnung (BMAS 2015) ve ABD OSHA/ASME B30 standartları (OSHA 2010, ASME 2018) tarafından açıkça düzenlenmiştir. Türkiye'nin bu gelişmelerden yapısal olarak geride kalması, sahada tespit edilen yetersizliklerin yalnızca uygulama değil, mevzuat mimarisi sorunuyla da ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Yıllık periyodik kontrol asgari yasal güvenlik katmanı olarak korunmalıdır; risk temelli ara kontrol ise yoğun kullanılan, yüksek riskli, arıza geçmişi bulunan, ağır saha koşullarında çalışan veya kritik görev yapan makineler için yıllık kontrole ek bir tamamlayıcı kontrol mekanizmasıdır.

Çizelge 4.13 Türkiye ve uluslararası periyodik muayene uygulamaları.

Ülke / Sistem	Periyodik Kontrol Yaklaşımı	Türkiye ile Karşılaştırmalı Değerlendirme
Türkiye (ÇSGB 2013, ÇSGB 2025, TBMM 2012)	Yılda en az 1 kez zorunlu; yıllık kontrol asgari yasal güvenlik katmanıdır. 2025 değişikliğiyle ekipman muayene kuruluşu, İSG-KATİP/EKİPNET ve kusur sınıflandırması terminolojisi güncellenmiştir.	Referans sistem; risk temelli ara kontrol önerisi yıllık kontrolün yerine değil, yüksek riskli ve yoğun kullanılan makineler için tamamlayıcı kontrol olarak değerlendirilmelidir.
AB (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2009, EU-OSHA 2012)	Kullanım öncesi ve periyodik muayene; aralıklar risk değerlendirmesi ve imalatçı talimatlarına göre belirlenir	AB daha dinamik ve çok katmanlı; Türkiye tek periyot modeliyle AB minimum şartlarını ancak karşılar
Birleşik Krallık (PUWER 1998, LOLER 1998, HSE 2014)	PUWER: Sabit aralık yok, tamamen risk bazlı. LOLER: Kaldırma ekipmanı için 6 ay (insan taşıyan) / 12 ay (yük) zorunlu muayene	UK sistemi Türkiye'den belirgin biçimde daha esnek ve risk odaklı; kaldırma ekipmanında daha katı (6 ay)
Almanya (BMAS 2015, DGUV 2015)	BetrSichV §14: Gefährdungsbeurteilung esaslı; geçmişteki katı yıllık kural yerini risk bazlı sisteme bırakmış	Almanya teorik esneklikte Türkiye'yi aşar; belgelenmiş risk analizi yasal ön koşul
ABD (OSHA 2010, ASME 2018)	Üç katmanlı: vardiyalık görsel kontrol + aylık belgelenmiş kontrol + yıllık kapsamlı muayene	ABD'nin üç katmanlı modeli Türkiye'nin tek yıllık muayene modeline kıyasla çok daha kapsamlı

Karşılaştırmada esas alınan ölçütler; periyodik kontrol periyodu, risk temelli ara kontrol yaklaşımı, yetkili kişi/kuruluş yapısı, dijital izlenebilirlik ve uygunsuzluk kapanış sürecidir. Çizelge 4.13'te Türkiye'de yürürlükteki İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği Ek-III, iş makinelerinin periyodik kontrolünde "yılda en az bir kez" kuralını temel ölçüt olarak benimsemekte; 1 yılı aşan uzatma ise yasal olarak mümkün değildir (ÇSGB 2013). Oysa AB Direktifi 2009/104/EC, muayene periyodunu doğrudan risk değerlendirmesinin çıkışına bağlamakta; yüksek risk, yoğun kullanım veya olumsuz çevresel koşulların varlığı halinde otomatik olarak daha kısa aralıklarda kontrol yapılmasını emretmektedir (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2009). Birleşik Krallık'taki PUWER Tüzüğü, sabit muayene takvimi öngörmeksizin işverene risk değerlendirmesine göre sıklık belirleme yetkisi tanımakta; ancak kaldırma ekipmanı özelinde LOLER Tüzüğü altı aylık zorunlu muayene eşiği getirmektedir (LOLER 1998). Bu yapısal fark, Türkiye'nin "yıllık muayene + isteğe bağlı risk analizi" modelinin, Avrupa sistemlerinin "risk analizi → zorunlu muayene sonucu" modeline göre koruyucu kapasitesinin sınırlanabileceğini göstermektedir. Saha çalışmasında elde edilen bulgularda katılımcıların önemli bir kısmının mevcut periyodik muayene sisteminde yıllık resmi muayeneyi gerekli görmekle birlikte, özellikle yoğun kullanılan makinelerde bu sıklığın tek başına yeterli güvence sağlamadığını düşündüğünü göstermektedir. Katılımcı değerlendirmelerinde, günlük kontrol uygulamasının yerleşik ve gerekli bir

güvenlik adımı olarak benimsendiği; ancak ağır kullanım koşullarında çalışan, vardiyalı kullanılan veya sürekli sahada aktif tutulan ekipmanlarda yalnızca yıllık resmi muayeneye dayanılmasının yetersiz kalabildiği vurgulanmıştır. Özellikle depo, liman, altyapı şantiyesi ve maden gibi yüksek tempolu çalışma ortamlarında, ara kontrol ihtiyacının daha belirgin hale geldiği anlaşılmaktadır. Uluslararası standartlar, kullanım yoğunluğunu bağımsız bir muayene değişkeni olarak açıkça tanımlamaktadır. ABD'de OSHA 2010, vinçler için günlük vardiyalık görsel kontrol, aylık belgelenmiş ara kontrol ve yıllık kapsamlı muayene olmak üzere üç katmanlı zorunlu bir denetim sistemi oluşturmakta; "ağır hizmet sınıfı" ekipmanlar için bu aralıkların daha da kısaltılmasını öngörmektedir (OSHA 2010). ASME B30.5 (2018) standardı da kullanım sınıfı ile muayene sıklığını doğrudan ilişkilendiren bir sınıflandırma sistemi benimsemiştir (ASME 2018). Almanya'da BetrSichV §14 çerçevesinde hazırlanan DGUV teknik kuralları (TRBS 1203), inşaat sahalarındaki mobil ekipman için üç aylık ara kontrol aralığını önermekte; ofis ortamındaki benzer ekipmanlarda bu süre iki yıla uzayabilmektedir (DGUV 2015). Türkiye mevzuatında kullanım yoğunluğu teorik olarak risk değerlendirmesine girdi sağlayan bir faktör olarak sayılmakla birlikte (ÇSGB 2013), bu girdinin muayene periyodunu otomatik olarak kısaltan bağlayıcı bir mekanizmaya dönüşmesi için ne yasal yaptırım ne de standartlaştırılmış bir hesaplama yöntemi mevcuttur. Katılımcı görüşleri, muayene sıklığının sabit bir takvim mantığıyla değil, ekipmanın maruz kaldığı kullanım yoğunluğu, iş yükü ve saha koşulları dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Bu ara kontroller yıllık periyodik kontrolün yerine geçmez; yoğun kullanım, kritik kaldırma, ağır çevre koşulları veya arıza geçmişi bulunan makinelerde yıllık kontrolü destekleyen tamamlayıcı güvenlik adımları olarak değerlendirilmelidir. Katılımcılar, yoğun çalışan forkliftlerde, kritik kaldırma ekipmanlarında veya sert saha şartlarında kullanılan makinelerde yıllık muayenenin yasal asgari güvenlik katmanı olarak korunması gerektiğini; kullanım yoğunluğu arttıkça ara kontrol, sezon başı-sonu kontrolü ya da risk temelli ek denetimlerin gerekli olduğunu belirtmiştir. AB Direktifi 2009/104/EC'nin en belirgin özelliklerinden biri, "kaza, uzun süreli âtil kalma, doğal afet ve modifikasyon" gibi olağandışı koşulların ardından yetkili kişi tarafından özel muayene yapılmasını açık bir hukuki yükümlülük olarak tanımlamasıdır (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2009). Birleşik Krallık LOLER Tüzüğü de ciddi hasar veya modifikasyon sonrasında kapsamlı muayeneyi yasal

zorunluluk olarak öngörmekte; bu muayenenin sonuçlarının HSE'ye raporlanmasını şart koşmaktadır (LOLER 1998). ABD'de OSHA 2010 herhangi bir yapısal hasar tespiti halinde makinenin kapsamlı muayeneden geçmeden devreye alınmamasını açıkça düzenlemektedir (OSHA 2010). Türkiye Yönetmeliği'nde olay bazlı yeniden kontrol için eşdeğer açık bir hüküm bulunmamakta (ÇSGB 2013); bu boşluk, kaza sonrası güvenlik doğrulamasının uygulamada farklı yorumlara açık kalabileceğini göstermektedir. Saha çalışmasında, olay bazlı yeniden kontrol gerekliliğinin uygulamada da önemli görülmesidir. Katılımcılar, önemli bakım-onarım, ekipmanın yer değiştirmesi, güvenliği etkileyebilecek arıza veya performans düşüşü gibi durumların ardından yalnızca bakım kaydı ile yetinilmemesi; ekipmanın yeniden kontrol edilmesi gerektiği yönünde değerlendirmelerde bulunmuştur. Türkiye sistemi yıllık periyodik muayeneyi hukuki çerçevenin odak noktasına yerleştirirken, uluslararası sistemler muayeneyi katmanlı bir denetim mimarisine entegre etmektedir. OSHA/ASME B30 modelindeki vardiyalık görsel kontrol, aylık kapsamlı ara kontrol ve yıllık muayene piramidi; ekipmandaki bozulma ve arızanın gerçek zamanlıya yakın tespit edilmesini mümkün kılmaktadır (OSHA 2010, ASME 2018). İngiliz PUWER sistemi ise "yetkin personel" (competent person) tanımını geniş tutarak rutin operatör kontrollerini resmî denetim zincirinin bir parçası haline getirmektedir (HSE 2014). ISO 12100:2010 kapsamında AB'de uygulanan makine risk değerlendirmesi metodolojisi de izleme, ara kontrol ve yeniden değerlendirme döngüsünü zorunlu kılmaktadır (ISO 2010). Bu bulguyu destekler nitelikte bir mobil vinç operatörü, yıllık muayenenin kullanım yoğunluğu ve iş türüne göre her zaman yeterli olmadığını belirterek, “Standart yıllık muayene yetmiyor, iş tipine göre sezon geçişlerinde ek kontrol yaptırıyoruz. Çünkü bir ay hafif çalışan vinç, ertesi ay ağır kaldırma altında bambaşka davranabiliyor.” ifadesini kullanmıştır.

4.5 Uygunsuzluk Kapanışı ve Yeniden Çalışma Onayı

İş makinelerinin periyodik muayenesinde tespit edilen uygunsuzlukların kapanışı, yalnızca raporun imzalanması ya da arşivlenmesiyle tamamlanan idari bir eylem değil; düzeltici faaliyetin gerçekleştirildiğinin bağımsız olarak doğrulanmasını, gerektiğinde yeniden muayene yapılmasını ve ekipmanın kullanıma iade onayının (return to service) kayıt altına alınmasını kapsayan çok aşamalı bir süreçtir. ISO 45001:2018 Madde 10.2

çerçevesinde, uygunsuzluk kapanışının meşru kabul edilebilmesi için yalnızca bir düzeltici eylem planının varlığı değil, bu eylemin etkinliğinin doğrulanmış kanıtlarının (closure evidence) da belgelenmesi gerekmektedir (ISO 2018). Türkiye mevzuatı, Aralık 2025'te yapılan değişiklikle kusur derecelendirmesi (hafif/ağır) ayrımını mevzuata dahil etmiş olsa da kapanış doğrulaması ve dijital takip mimarisi bakımından uluslararası sistemlerin gerisinde kalmaya devam etmektedir (ÇSGB 2025). Bu çerçevede hafif kusur, ekipmanın güvenli kullanımını doğrudan durdurmaya bilecek ancak giderilmesi gereken eksiklikleri; ağır kusur ise giderilmeden ekipmanın kullanılmaması gereken kritik uygunsuzlukları ifade edecek şekilde ele alınmıştır.

Türkiye'de periyodik kontrol sisteminin işleyişi incelendiğinde, mevzuatın odak noktasının büyük ölçüde raporun üretilmesi ve İSG-KATİP içinde yer alan EKİPNET modülüne yüklenmesi üzerine kurulu olduğu görülmektedir (Çizelge 4.14). Aralık 2025'te yapılan değişiklikle hafif ve ağır kusur ayrımı mevzuata girmiş; ağır kusur tespit edilen ekipmanın hususlar giderilmeden kullanılamayacağı hükmü güçlendirilmiştir (ÇSGB 2025). Ancak bu giderme işleminin gerçekleştirildiğinin kim tarafından, hangi kriterlere göre ve hangi belgeyle doğrulanacağına ilişkin bağımsız bir mekanizma mevzuatta tanımlanmamıştır. Saha çalışmasında ise uygunsuzluk kapanışı konusunun katılımcılar tarafından periyodik muayene sürecinin en kritik zayıflık alanlarından biri olarak görüldüğünü göstermektedir.

Çizelge 4.14 Muayenelerde Uygunsuzluk Sınıflandırmasının Karşılaştırılması.

Sistem ve Ülke	Uygunsuzluk Tespiti
Türkiye (ÇSGB 2013, ÇSGB 2025)	Hafif/ağır kusur olarak derecelendirilen rapor bulguları; ağır kusur giderilmeden ekipmanın kullanılmaması, rapor ve sözleşme süreçlerinin İSG-KATİP/EKİPNET modülü üzerinden yürütülmesi
Birleşik Krallık (LOLER 1998, HSE 2014)	Üç kategori: A (anında hizmet dışı), B (belirtilen sürede giderilmeli, tipik: 14 gün), C (gelecekteki dikkat gerektiren minör); her kategori kapanış prosedürünü belirler
Almanya (BMAS 2015, DGUV 2021)	Mängelliste (kusur listesi) düzenlenir; ciddi kusurlar Abnahme sürecini durdurur; işveren kusur giderilmeden ekipmanı devreye alamaz
ABD (OSHA 2010, ASME 2018)	Deficiency (eksiklik) güvenlik tehlikesi oluşturuyorsa kriz anında hizmet dışı bırakma (out-of-service) zorunludur; LOTO (lockout/tagout) derhal uygulanır
ISO 45001:2018 (ISO 2018)	Madde 10.2: uygunsuzluklar raporlanmalı, kök neden analizi yapılmalı, düzeltici eylem planı oluşturulmalı

Katılımcı değerlendirmelerinde, rapor hazırlanmış ve kayıt tamamlanmış olsa bile, tespit edilen eksikliklerin fiilen giderilip giderilmediğinin her zaman aynı açıklıkta izlenemediğı vurgulanmıştır. Özellikle bazı katılımcılar, sahada asıl sorunun mevzuatın varlığından çok, uygunsuzluğun kapatılmasına ilişkin doğrulama adımının yeterince görünür olmaması olduğunu ifade etmiştir. Uluslararası sistemlerin tamamında, uygunsuzluk kapanışı yalnızca düzeltici faaliyetin planlanmasıyla değil, o faaliyetin etkinliğinin bağımsız olarak doğrulanmasıyla tamamlanmaktadır. Birleşik Krallık'ta LOLER çerçevesinde yetkili kişi (competent person) tarafından verilen yazılı kapanış onayı hukuki bir zorunluluktur; ciddi tehlike içeren bulgular HSE'ye raporlanmaksızın kapatılamaz (LOLER 1998). Almanya'da BetrSichV §10(1) kapsamında "Freigabeschein" (serbest bırakma belgesi) olmaksızın onarım sonrası ekipmanın devreye alınması işvereni doğrudan hukuki sorumlulukla karşı karşıya bırakmaktadır (BMAS 2015). Görüşmelerde ise bazı durumlarda eksikliğin giderildiğinin mesaj, sözlü bilgi veya dağınık kayıtlar üzerinden takip edildiğı; ancak bu sürecin tek merkezde, denetlenebilir ve standartlaştırılmış bir kapanış zinciri halinde işlemediğı belirtilmiştir. Katılımcılar, "kim baktı", "ne zaman kapattı", "hangi kanıtla kapattı" ve "yeniden kontrol yapıldı mı" gibi soruların tek bir sistem içinde açıkça görülebilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu değerlendirme, saha tarafında kapanış kanıtı ve izlenebilir doğrulama ihtiyacının oldukça güçlü olduğunu göstermektedir. Ekipmanın uygunsuzluk tespitinin ardından yeniden devreye alınması süreci, uluslararası sistemlerde birbirini izleyen üç aşamaya ayrılmaktadır: (1) fiziksel onarım ve teknik müdahale, (2) yetkili/nitelikli kişi tarafından yeniden muayene ve doğrulama, (3) yazılı serbest bırakma onayı ve kayıt. Birleşik Krallık LOLER sisteminde bu üç aşamanın her biri farklı sorumluluklara sahiptir ve ekipman statüsü, kapanış onayı alınana kadar "hizmet dışı" olarak kayıtlarda açık kalır (LOLER 1998, İnt.Kyn.10). Almanya'da DGUV Kural 100-500 kapsamında Abnahme (kabul muayenesi) prosedürü, onarım sonrasında Nachprüfung (yeniden muayene) yapılmasını zorunlu kılmakta; bu muayenenin sonucu Mängelprotokoll (kusur tutanağı) formatında belgelenmektedir (DGUV 2021). ABD'de ise ASME B30.5 (2018) standardı, "return to service" için nitelikli kişinin yazılı onayını ve sistemin operasyonel güvenilirliğinin belgelenmesini zorunlu kılmaktadır. Türkiye mevzuatında bu üç aşamanın hiçbirini ayrı ayrı düzenleyen ve izlemeye tabi tutan bağlayıcı bir mekanizma bulunmamakta; onarım sonrası yeniden muayene yapıp yapmama kararı pratikte işverene ya da muayeneci

kurumun takdirine bırakılmaktadır. Saha bulgularında dikkat çeken bir başka unsur, ağır veya kritik uygunsuzluklar sonrasında ekipmanın tekrar kullanıma alınma sürecine ilişkindir. Katılımcılar, önemli bakım-onarım, güvenliği etkileyen arıza, ekipmanın performansında belirgin düşüş veya kritik bir kusur tespitinden sonra yalnızca bakım yapılmasının yeterli görülmemesi gerektiğini; ekipmanın yeniden çalıştırılmadan önce tekrar kontrol edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Özellikle kritik makinelerde, düzeltici faaliyetin ardından kısa da olsa bir doğrulama adımı olmadan dosyanın kapatılmasının güven vermediği ifade edilmiştir. Dijital düzeltici ve önleyici faaliyet yönetimi (CAPA — Corrective and Preventive Action), modern İSG yönetim sistemlerinin vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir. ISO 45001:2018 Madde 10.2 çerçevesinde bir uygunsuzluğun meşru biçimde kapatılabilmesi için kök neden analizi, düzeltici eylem planı, uygulama kanıtı ve etkinlik değerlendirmesinin tamamının zaman damgalı ve sorumlu atanmış kayıtlarla belgelenmesi gerekmektedir (ISO 2018, İnt.Kyn.26). ISO 9001:2015 Madde 10.2 de aynı çerçeveyi kalite yönetim sistemleri için zorunlu kılmaktadır (ISO 2015). Türkiye'de EKİPNET sistemi rapor kaydı ve sözleşme takibi işlevlerini dijitalleştirmiş olsa da düzeltici faaliyet takibi, kapanış kanıtı yükleme, yeniden muayene kaydı ve audit trail fonksiyonlarını barındırmamaktadır (ÇSGB 2025). Katılımcılar kapanış sürecinin yalnızca teknik değil, yönetsel bir disiplin meselesi olduğunu da vurgulamıştır. Bazı değerlendirmelerde, raporun tamamlanması ile sürecin tamamlandığı algısının yaygın olabildiği; güvenlik açısından esas olanın, raporda belirtilen uygunsuzluğun gerçekten ortadan kaldırılması olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle uygunsuzluk kapanışının yalnızca doküman üretimiyle sınırlı kalmaması; düzeltici faaliyetlerin uygulanması, kapanışa ilişkin somut kanıtların sunulması, gerektiğinde yeniden muayene yapılması ve ekipmanın tekrar devreye alınmasına ilişkin karar sürecinin de dahil edildiği bütünlük bir sistem yaklaşımı içinde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

4.6 Denetçi Yetkinliği ve Saha Deneyiminin Rolü

Denetçi yetkinliği, iş ekipmanları muayenesinde elde edilen bulguların güvenilirliği ve tutarlılığını belirleyen temel unsurlardan biridir. Literatürde yetkinlik yalnızca teknik bilgiyle sınırlı olmayıp; pratik deneyim, ekipman türüne özgü saha hakimiyeti ve mesleki

yargı kapasitesini içeren çok boyutlu bir yapı olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda denetçinin sahip olduğu saha deneyimi ve uygulama bilgisi muayene bilgisi, muayene sonuçlarının doğruluğu üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. ISO/IEC 17020:2012 Madde 6.1, muayene personelinin yetkinliğini "teorik bilgi ile pratik becerinin bütünü" olarak nitelendirmekte; ilgili teknoloji, arıza modları, endüstri pratikleri ve mevzuat bilgisinin tümünü yetkinlik kapsamına dahil etmektedir (ISO/IEC 2012). Türkiye mevzuatı, "yetkili kişi" tanımını ağırlıklı olarak eğitim ve sertifikasyon koşullarıyla sınırlı tutmakta; ekipman türüne veya tesis risk düzeyine özgü saha deneyimi zorunluluğunu bağlayıcı bir ölçüt olarak belirlememiştir (ÇSGB 2013). Bu yapısal eksiklik, sahada gözlemlenen "aynı ekipman için farklı yorumlar" ve "sahayı bilen denetçi farkı" olgularının sistematik bir kaynağını oluşturmaktadır.

Bu bölümde “denetçi”, “yetkili kişi”, “muayene kuruluşu” ve “iş müfettişi” kavramları birbirinden ayrı tutulmuştur. Yetkili kişi periyodik kontrolü gerçekleştiren teknik kişiyi; muayene kuruluşu bu hizmeti veren kurumsal yapıyı; iş müfettişi ise kamu otoritesi adına denetim ve yaptırım yetkisini kullanan kişiyi ifade etmektedir. Uluslararası akreditasyon ve muayene standartları, denetçi yetkinliğini "teknik bilgi" ile "saha bilgisi" şeklinde iki ayrı bileşene yönelik tanımlamaktadır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 Denetçi yetkinliği ve akreditasyon sistemlerinin karşılaştırılması.

Kurum	Türkiye ile Fark
Türkiye (ÇSGB 2013, ÇSGB 2025, TÜRKAK 2024a, TÜRKAK 2024b)	Yetkili kişi, ekipman muayene kuruluşu ve iş müfettişi kavramları farklı sorumluluk alanlarına sahiptir; akreditasyon kurumsal yeterlilik ve bağımsızlık boyutunu, yetkilendirme ise teknik kişinin görev yapabilme koşullarını ifade eder.
ISO/IEC 17020:2012 (ISO/IEC 2012, IAF-ILAC 2004)	Türkiye TÜRKAK akreditasyonu ile bu sistemi benimsiyor; ancak bireysel denetçi düzeyinde ekipman uzmanlığı eşleştirmesi standart uygulamaya göre daha zayıf
Birleşik Krallık (LOLER 1998, HSE 2014)	UK sistemi ekipman türüne özgü deneyimi denetçi tayin koşulu sayarken Türkiye mevzuatında bu açık değil
Almanya (BMAS 2015, TRBS 1203 2019)	Almanya'nın TRBS 1203 tabanlı yetki-ekipman eşleştirme sistemi Türkiye'deki genel mühendis yetkisi modeliyle doğrudan tezat oluşturuyor
ABD (OSHA 2010, ASME 2018)	ABD'deki tip bazlı sertifikasyon ve devlet bazlı deneyim yılı şartı, Türkiye'deki genel mühendis yetkisine kıyasla çok daha özgüllük içeriyor
ISO 45001:2018 (ISO 2018)	Türkiye'deki ISO 45001 sertifikalı işletmelerde standart ekipman-yetkinlik eşleştirmeyi zorlarsa da Yönetmelik bunu mevzuat düzeyinde zorunlu kılmıyor

ISO/IEC 17020:2012 Madde 6.1, yetkinliğin yalnızca ilgili mühendislik eğitiminden değil; ilgili arıza modlarını, endüstri pratiklerini ve muayene edilecek teknolojiye özgü deneyimi de kapsadığını açıkça belirtmekte, profesyonel yargı gerektiren durumlarda bu deneyim bileşeninin yeterlilik tanımına dahil edilmesini zorunlu kılmaktadır (ISO/IEC 2012, IAF-ILAC 2004). Almanya'da yürürlükteki TRBS 1203 teknik kuralı bu ayrımı mevzuat düzeyine taşıyarak "zur Prüfung befähigte Person" (muayene yetkili kişisi) için "benzer ekipmanla pratik deneyim" koşulunu zorunlu kılmakta; uzun süre aynı ekipmanla çalışılmamışsa yetkinin güncellenmesini şart koşturmaktadır (BMAS 2015, TRBS 1203 2019). Türkiye'de ise "yetkili kişi" tanımı ağırlıklı olarak Bakanlık onaylı eğitim programının tamamlanmasına ve İSG-KATİP kaydına dayandırılmakta; bireysel muayenecinin belirli ekipman gruplarıyla olan fiili deneyim geçmişi bağlayıcı bir zorunluluk olarak mevzuatta yer almamaktadır (ÇSGB 2013, 2025). Bu yapısal fark, teorik olarak aynı sertifikasyona sahip iki denetçinin aynı iş makinesine bakışta belirgin biçimde farklı bulgulara ulaşabildiği koşulları sistematik olarak üretmektedir. Birleşik Krallık hukukunda LOLER 1998 Tüzüğü ve HSE Onaylı Uygulama Kodu (ACoP), "yetkili kişi" tanımını gerçekleştirilen muayeneye özgüllük içeren bir biçimde tanımlamaktadır: denetçi, muayene ettiği ekipmanın türüne ilişkin pratik ve teorik bilgiye sahip olmalı; farklı ekipman türleri için farklı yetkinlik profillerinin aranması ise uygulamada standart kabul görmektedir (LOLER 1998, HSE 2014). Bir vinç muayenesi için görevlendirilen kişinin yalnızca genel kaldırma ekipmanı değil, söz konusu vinç tipine özgü deneyime sahip olması beklenmekte; bunu karşılayamayan denetçi ekipmanı yasal olarak muayene etmiş sayılmamaktadır (Rossendale Group 2022). ABD'de ise OSHA 29 CFR 1926.1427 vinç operatörü ve denetçilerini kaldırma kapasitesi ve konfigürasyon sınıflarına göre ayrı sertifikalandırma zorunluluğuna tabi tutmakta; ASME B30.5 standardı da "qualified person" tanımını ekipman tipine özgü bilgi ve deneyimle sınırlamaktadır (OSHA 2010, ASME 2018). Türkiye'de akreditasyon kademesinde TÜRKAK, muayene kuruluşlarının ekipman kapsamını belirlerken teknik uzman profilini değerlendirmektedir (TÜRKAK 2024a); ancak bu değerlendirmenin bireysel muayeneci düzeyine indirgenerek saha görevlendirmesini yönlendirdiği sistematik bir mekanizma mevzuatta tanımlı değildir. Saha görüşmelerinde öne çıkan "aynı ekipman için farklı yorumlar" teması, iş güvenliği muayenesinde denetçiler arası güvenilirliği araştıran akademik çalışmalarla aynı yönde değerlendirme yapmaktadır. MacLean ve

Dror (2021) ile See (2012), iş güvenliği denetçileri arasındaki gözlemlerarası güvenilirliğin (inter-inspector reliability) genel olarak düşük olduğunu, buna karşın deneyim düzeyinin bu tutarsızlıktan kaynaklanan varyansın anlamlı bir bölümünü açıkladığını ortaya koymaktadır (MacLean ve Dror 2021, bkz. SciRP 2025). Aynı araştırma geleneği içinde yer alan Kowalski-Trakofler vd. (2010) bulgularına göre deneyimli denetçiler, çalışma ortamının bağlamsal ipuçlarını (contextual cues) işleyerek çeklistin kapsamı dışındaki riskleri de sistematik biçimde tespit edebilmektedir. Türkiye'de muayene sistemi, denetçi-ekipman eşleştirmesini bireysel düzeyde izlemediğinden, aynı ekipman kategorisindeki farklı bulgu örüntülerinin denetçi profilinden mi, ekipman koşullarından mı yoksa uygulama farklılıklarından mı kaynaklandığını sistematik olarak ayırt eden bir veri altyapısı da oluşturulamamaktadır. Uluslararası sistemler, denetçi yetkinliğini teknik bilgi ve deneyimle sınırlı tutmayıp tarafsızlık ve bağımsızlık ilkelerini de ayrılmaz bir yetkinlik bileşeni olarak düzenlemektedir. ISO/IEC 17020:2012, Tip A, B ve C yapıları aracılığıyla muayene kuruluşlarını bağımsızlık düzeylerine göre sınıflandırmakta; denetçinin muayene ettiği ekipmanın imalatçısından, satıcısından veya bakım sağlayıcısından kişisel çıkar ilişkisi bulunmamasını yetkinliğin idamesi için zorunlu koşul saymaktadır (ISO/IEC 2012). Almanya'da BetrSichV §14, işverenin kendi ekipmanını bağımsız muayeneden geçirme yükümlülüğünü ve denetçinin özgüllüğünü aynı maddede düzenlemektedir (BMAS 2015). LOLER ACoP'u ise yetkili kişinin bulgularını "dürüstlikle raporlayabilecek olgunlukta" olmasını, bu olgunluğun hem teknik hem de mesleki bağımsızlık boyutunu kapsadığını açıkça ifade etmektedir (LOLER 1998). TÜRKAK akreditasyon sistemi kurum düzeyinde bu dengeleri gözetmekle birlikte (TÜRKAK 2024b), Türkiye'de bireysel denetçilerin belirli firmaların ekipmanlarını sürekli muayene etmesinden doğan fiili bağımlılık riskini yönetmeye yönelik sistematik bir eşleştirme ve rotasyon mekanizması mevcut değildir. Saha çalışmasında elde edilen bulgular, denetçi yetkinliğinin katılımcılar tarafından yalnızca teknik bilgi düzeyi üzerinden değil, aynı zamanda saha deneyimi, çalışma ortamını tanıma ve ekipmanın kullanım bağlamını doğru okuyabilme kapasitesi üzerinden değerlendirildiğini göstermektedir. Katılımcı görüşlerinde, denetçinin teknik açıdan yeterli olmasının gerekli olduğu; ancak bunun tek başına yeterli kabul edilmediği açık biçimde görülmektedir. Literatürde tanımlanan teknik bilgi ile saha bilgisi ayrımının, görüşme verilerinde de açık biçimde karşılık

bulduğunu göstermektedir. Katılımcı değerlendirmelerinde öne çıkan en güçlü temalardan biri, “aynı ekipman için farklı yorumlar” olgusudur. İki farklı denetçinin aynı forklift, vinç ya da saha ekipmanı hakkında birbirinden oldukça farklı değerlendirmeler yapabildiği, bu durumun da işletmeler açısından kararsızlık yaratmaktadır. Özellikle “sahayı bilen denetçi” ile yalnızca forma veya genel kriterlere bakan denetçi arasındaki farkın, bulgu kalitesi üzerinde belirleyici olduğu anlaşılmaktadır. Katılımcılar, kör nokta, yük merkezi, zemin etkisi, manevra alanı, operatör alışkanlığı ve makinenin iş yoğunluğu gibi unsurların sahayı tanımayan bir kişi tarafından yeterince değerlendirilemeyeceğini vurgulamıştır. Saha bulgularında dikkat çeken bir başka unsur, denetçi yetkinliği ile bağımsızlık ve standardizasyon arasındaki ilişkidir. Katılımcılar, teknik bilgi sahibi olsa bile aynı kurumlarla sürekli çalışan veya sahadaki uygulama kültürüne fazlasıyla alışmış denetim yapılarında bazı risklerin olağanlaşabildiğini ima etmektedir. Denetçilerin ortak bir değerlendirme dili kullanmaması, rapor formatı ve yorum düzeyinde farklılaşmaların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Katılımcı görüşleri, denetçi niteliğinin sertifika ve mevzuat bilgisinin uygulamalı eğitim, saha bazlı uzmanlaşma, ortak değerlendirme ölçütü ve mümkünse rotasyon veya dış doğrulama gibi mekanizmalarla desteklenmesi gerektiğine işaret etmektedir. Değerlendirmelerde genel olarak denetçinin sahayı bilmesi halinde raporun daha anlamlı, uygulanabilir ve güven verici olduğu; buna karşılık saha bağlamından kopuk denetimlerin çoğu zaman biçimsel kaldığı ifade edilmiştir.

4.7 Kiralık, Taşeron ve Dış Ekipmanın Merkezi İzlenmesi

İş sahalarında giderek yaygınlaşan taşeron, kiralık ve dış kaynaklı ekipman kullanımı, periyodik muayene sistemlerinin en zayıf halkalarından birini oluşturmaktadır. Bu ekipmanların geçerli muayene belgesi, bakım geçmişi ve teknik uygunluk kayıtları bakımından ana saha ekipmanlarıyla eşit düzeyde sorumluluğa tabi tutulup tutulmadığı; sahaya kabul öncesi doğrulama protokollerinin var olup olmadığı ve birden fazla taraf arasında izlenebilirliğin nasıl sağlandığı, uluslararası standartların çerçevelediği temel yönetim sorunlarıdır. ISO 45001:2018 Madde 8.1.4, tedarikçi, yüklenici ve dış kaynaklı süreçlere yönelik kontrol gerekliliklerini açık bir yükümlülük olarak tanımlamakta; işverenin kendi sahası üzerinde faaliyet gösteren tüm ekipmandan, mülkiyet ilişkisinden bağımsız olarak, sorumlu tutulması gerektiğini öngörmektedir (ISO 2018). Türkiye

mevzuatı bu sorumluluğu genel olarak düzenlemekle birlikte, taşeron ve kiralık ekipmanın sahaya kabul sürecini, doğrulama mekanizmalarını ve merkezi izleme mimarisini sistematik olarak ele almamaktadır (ÇSGB 2013, TBMM 2012). Uluslararası hukuk çerçevelerinin tamamı, sahada kullanılan ekipmandan doğan sorumluluğu ekipmanın mülkiyetiyle değil, kullanıma sunma eylemiyle ilişkilendirmektedir (Çizelge 4.16). AB Direktifi 2009/104/EC Madde 4, işverenin "sağladığı veya çalışanların kullanımına sunduğu" tüm iş ekipmanından sorumlu olduğunu, taşeron ya da kiralama ilişkisinin bu sorumluluğu ortadan kaldırmadığını açıkça düzenlemektedir (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2009). Türkiye'de 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 17. maddesi de işverene çalışanların kullandığı iş ekipmanı için genel bir güvenlik yükümlülüğü yüklemekte; alt işveren/asıl işveren ilişkisinde ortak sorumluluk 12. maddede düzenlenmektedir (TBMM 2012).

Çizelge 4.16 Belge doğrulama ve sahaya giriş uygulamalarının karşılaştırılması.

Ülke ve Sistem	Dış Ekipman İçin Belge Doğrulama	Sahaya Giriş Kontrolü	Türkiye Açısından Değerlendirme
Türkiye (ÇSGB 2013, ÇSGB 2025, TBMM 2012)	Periyodik muayene raporu sahibinden/kiralama firmasından talep edilmeli; İSG-KATİP/EKİPNET süreçleri rapor ve sözleşme kayıtlarını destekler.	Sahaya giriş öncesi belge kontrolü uygulamada yapılmalı; makine bazlı merkezi sicil bulunmadığı için doğrulama işletme prosedürlerine bağlı kalabilmektedir.	Sorumluluk hukuki olarak tanımlıdır; operasyonel doğrulama ve makine bazlı izlenebilirlik mekanizmasının güçlendirilmesi gerekir.
AB (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi 2009, EU-OSHA 2012)	2009/104/EC md. 4: işveren sahada kullanılan tüm ekipmandan, mülkiyet durumundan bağımsız olarak sorumlu; tedarik öncesi uygunluk belgesi doğrulaması zorunlu	Direktif gereği; kullanıma sunmadan önce risk değerlendirmesi tamamlanmalı ve ekipman uygunluğu doğrulanmalı	Türkiye hukuki çerçeve olarak AB ile örtüşüyor; uygulama mekanizmaları zayıf
Birleşik Krallık (PUWER 1998, HSE 2015)	PUWER Reg. 4: işveren kiralık ekipmanın uygunluğunu kullanıma almadan önce doğrulamakla yükümlü; HSE 2015 kapsamında ana yüklenici tüm alt yüklenicilerin ekipmanından sorumlu	HSE 2015 kapsamında "principal contractor" sahaya ekipman girişini denetler; LOLER ekipmanı için önceki "thorough examination" raporu talep edilmeli	HSE 2015 ana yüklenici sorumluluğu modeli Türkiye'deki sorumluluk dağılımından çok daha operasyonel ve bağlayıcı
ABD (OSHA 1999, 2010)	OSHA 1999: taşeron işveren kendi ekipmanından sorumlu; OSHA 2010 (vinçler) sahaya giren her kaldırma ekipmanının mevcut muayene belgesini zorunlu kılıyor	Her vardiya öncesi görsel kontrol zorunlu; kiralık kaldırma ekipmanı için "annual inspection" belgesi sahaya girişte kontrol edilmeli; eksik belge kullanım yasağı doğurur	ABD'nin "multi-employer site doctrine" çerçevesi Türkiye'deki asıl işveren/alt işveren sorumluluğundan daha kapsamlı ve izlenebilir
ISO 45001:2018 (ISO 2018)	"ISO 45001 Madde 8.1.4.1-3 kapsamında, tedarikçi ve yüklenicilerin İSG performansının satın alma kriterlerine dahil edilmesi öngörülmektedir.	Yüklenici sahaya girişten önce riskler ve gereklilikler konusunda bilgilendirilmeli; ekipman güvenlik kontrolü on-boarding sürecinin parçası (ISO 2018)	Türkiye'de ISO 45001 sertifikalı firmalar standartla muhatap; mevzuat bu zorunluluğu henüz tam karşılamıyor

Türkiye'de bu hukuki sorumluluk, taşeron veya kiralık ekipmanın sahaya kabulünden önce geçerli muayene belgesi, bakım geçmişi ve teknik uygunluk kayıtlarının sistematik biçimde doğrulanmasını zorunlu kılan operasyonel bir mekanizmaya dönüştürülmemiştir (ÇSGB 2013). Saha çalışmasında ise kiralık, taşeron ve dışarıdan sahaya gelen ekipmanın katılımcılar tarafından sistemin en kırılgan alanlarından biri olarak görüldüğünü göstermektedir. Katılımcı değerlendirmelerinde, kuruma ait olmayan ekipmanın çoğu zaman aynı disiplinle izlenmediği, buna karşılık risk düzeyinin kurum içi ekipmandan farklı olmadığı vurgulanmıştır. Özellikle kiralık forkliftler, sahaya sonradan giren makineler, taşeron ekipmanları ve dönemsel kullanılan iş makineleri söz konusu olduğunda, belge kontrolü ile fiili güvenlik doğrulaması arasında boşluk oluşabildiği ifade edilmiştir. Böylelikle dış kaynaklı ekipmanın sahada yalnızca “gelmiş ve belge sunmuş ekipman” olarak değil, kurumun kendi makinesiyle eşit sorumluluk düzeyinde ele alınması gerektiği yönünde güçlü bir saha beklentisi bulunduğunu göstermektedir. Birleşik Krallık'ta 2015 tarihli İnşaat (Tasarım ve Yönetim) Tüzüğü (HSE 2015), ana yükleniciye (principal contractor) inşaat sahasına giren tüm alt yüklenicilerin ekipmanından doğan güvenlik sorumluluğunu açıkça yüklemekte; bu ekipmanların LOLER kapsamındaki muayene raporlarının sahaya kabul öncesinde kontrol edilmesini mesleki standart olarak tanımlamaktadır (HSE 2015). ABD'de OSHA'nın "multi-employer site doctrine" ilkesi; sahayı kontrol eden (controlling), tehlikeye maruz kalan (exposing), tehlikeyi yaratan (creating) ve düzelten (correcting) işverenlerin her birinin bağımsız OSHA sorumluluğu taşıdığını belirlemekte ve bu çerçevede taşeron ekipmanı için de geçerliliğini korumaktadır (OSHA 1999). Türkiye'de ise ana-alt işveren ilişkisi hukuken düzenlenmekle birlikte, sahaya giriş öncesinde ekipmanın teknik uygunluğunu doğrulayan ve bu doğrulamayı kayıt altına alan standart bir "ekipman kabul prosedürü" mevzuat tarafından tanımlanmamıştır. Katılımcı görüşlerinde öne çıkan bir diğer bulgu ise sahaya giriş öncesi doğrulama mekanizmasının yeterince standartlaşmamış olmasıdır. Görüşmelerde, dışarıdan gelen ekipmanın gerçekten hangi kontrolden geçtiği, bakım geçmişinin ne kadar güvenilir olduğu, muayene raporunun güncel olup olmadığı ve ekipmanın sahadaki gerçek çalışma koşullarına uygun bulunup bulunmadığı konularında tereddütler yaşanabildiği belirtilmiştir. Bazı katılımcılar ise bu konu hakkında depoya, şantiyeye veya ağır saha alanına giren her makinenin, kime ait olduğuna bakılmaksızın aynı kabul prosedüründen geçirilmesi gerektiğini açıkça ifade etmiştir. Gelişmiş ülke

uygulamalarında kiralık ve taşeron ekipmanın izlenebilirliği, dijital altyapı ve merkezi kayıt sistemleriyle güvence altına alınmaktadır. Almanya'da BetrSichV çerçevesinde "Betriebsbuch" (ekipman günlüğü) uygulaması, ekipmanın tüm yaşam döngüsü boyunca muayene, arıza, onarım ve bakım kayıtlarının ekipmanla birlikte fiziksel ya da dijital olarak dolaşmasını zorunlu kılmakta; taşeron sahaya bu günlük olmadan ekipmanı getiremez (BMAS 2015, DGUV 2021). QR kod ve RFID bazlı ekipman takip sistemleri, Almanya ve İngiltere'de inşaat sektöründe giderek standart uygulama haline gelmiş; bu sistemler bir ekipmanın sahaya giriş-çıkış zamanlamasını, muayene geçerliliğini ve bakım durumunu gerçek zamanlı olarak izlemeye olanak tanımaktadır (İnt.Kyn.10). Türkiye'de EKİPNET sistemi muayene raporlarının dijital kaydını ve İSG-KATİP üzerinden sözleşme izlemeyi sağlamakla birlikte, birden fazla firmaya ait ekipmanın tek bir saha veya proje bazında merkezi olarak izlenebildiği entegre bir taşeron ekipman modülü mevcut değildir (ÇSGB 2025). Bu eksiklik, aynı sahada faaliyet gösteren kiralık ve taşeron ekipmanın birbirleriyle çakışan muayene geçmişleri, belirsiz sorumluluk zincirleri ve denetimden kaçan bakım gecikmeleriyle karşı karşıya kalmasına yol açmaktadır. Saha bulgularında dikkat çeken bir başka unsur, dış ekipmanın izlenebilirliğine ilişkin veri dağınıklığıdır. Katılımcılar, kurum içi ekipmanlarda dahi bakım geçmişi, muayene raporu ve kapanış kayıtlarının farklı yerlerde kalabildiğini; dış kaynaklı ekipmanda ise bu dağınıklığın daha belirgin hale geldiğini vurgulamıştır. Özellikle kiralık veya taşeron ekipmanda, hangi makinenin hangi tarihte kontrol edildiği, hangi eksikliğin kim tarafından giderildiği ve tekrar doğrulama yapıp yapılmadığı bilgisinin tek bir sistemde toplanmamasının önemli bir zafiyet yarattığı görülmektedir. Bu nedenle görüşmelerde, sahaya giren her ekipmanın tek platformda izlenmesi, aynı kayıt mantığına tabi tutulması ve sorumluluk zincirinin açık biçimde görülebilmesi gerektiği yönünde güçlü bir eğilim ortaya çıkmıştır. Bu bulgu, merkezi ekipman sicili ve proje bazlı izlenebilirlik yaklaşımına duyulan ihtiyacı açık biçimde göstermektedir. ISO 45001:2018, yüklenici ve tedarikçi yönetimini standartın Madde 8.1.4 alt başlıkları altında yapılandırmakta; işverenden tedarikçi OSH performansını satın alma sürecine kriter olarak dahil etmesini, yükleniciyi sahaya girişten önce tehlikeler ve güvenlik gereklilikleri konusunda bilgilendirmesini, yüklenicinin ekipman ve faaliyet uygunluğunu izlemesini ve bu süreçlerin tamamını belgelenmiş bilgi olarak kayıt altında tutmasını beklemektedir (ISO 2018). Nitekim ISO 45001 kapsamındaki dış denetim

süreçlerinde sık karşılaşılan uygunsuzluklar arasında "yüklenici ekipmanının ana işveren OSH kapsamı dışında kalması" önemli bir yer tutmaktadır (İnt.Kyn.26). Türkiye'de ISO 45001 sertifikalı büyük inşaat firmaları bu gereklilikleri iç sistemlerine dahil etmekte; ancak sertifikasyon kapsamı dışındaki saha aktörleri için aynı disiplin geçerli olmamaktadır. Türkiye mevzuatının kiralık ve taşeron ekipman yönetimine özgü operasyonel düzenlemeler içermemesi, sahada "dışarıdan gelen ekipmanın da aynı ciddiyetle ele alınması" beklentisini bir sistem tasarımı meselesine değil bireysel saha yöneticisinin tutumuna dönüştürmektedir. Saha görüşmelerinde ortaya çıkan "dışarıdan gelen ekipmanın da aynı ciddiyetle ele alınması gerektiği" yargısı, uluslararası sistemlerin mevzuat mimarisinde norm olarak zaten yerini almış bir ilkenin sahada talep düzeyinde dile getirilmesinden başka bir şey değildir. Türkiye dışındaki tüm karşılaştırılan sistemlerde bu "ciddiyet" bir bireysel tutum tercihi değil; belge doğrulama yükümlülüğü (AB 2009/104/EC), sahaya giriş öncesi muayene raporu kontrolü (HSE 2015), Betriebsbuch zorunluluğu (BetrSichV), vardiyalık kontrol ve yıllık muayene belgesi talebi (OSHA 2010) ve ISO 45001 yüklenici izleme gereklilikleri gibi bağlayıcı mekanizmalar aracılığıyla sistematik olarak uygulamaya aktarılmaktadır. Türkiye'nin bu alandaki temel sorunu, mülkiyet bağımsız sorumluluk ilkesini hukuki metinde barındırmasına rağmen bu ilkeyi hayata geçirecek standart sahaya kabul prosedürleri, merkezi izleme altyapısı ve doğrulama mekanizmalarından yoksun olmasıdır. Katılımcılar, dış ekipmanın yönetiminde asıl sorunun yalnızca teknik değil, yönetsel bir koordinasyon meselesi olduğunu da ortaya koymuştur. Görüşmelerde, dış ekipmanın ana işveren ya da saha yönetimi tarafından sistematik olarak iç kontrol mekanizmalarına dâhil edilmediği durumlarda, sorumluluk zincirinin belirsizleşebildiği ve denetim etkinliğinin azalabildiği görülmektedir.

4.8 Habersiz ve Rastgele Saha Denetimleri

Periyodik muayene sistemlerinin etkinliği, yalnızca takvime bağlı planlı kontrollerle sınırlı olmayıp, önceden bildirim yapılmaksızın gerçekleştirilen doğrulayıcı denetimlerin sisteme entegre edilme düzeyiyle de bağlamsal olarak ilişkilidir. İş güvenliği araştırmaları, planlı denetimlerin “hazırlık etkisi” nedeniyle mevcut güvenlik kültürünü tam olarak yansıtmayabileceğini, buna karşılık habersiz denetimlerin gerçek uyum

düzeyini, uygunsuzlukların fiili durumunu ve günlük saha uygulamalarını daha doğru şekilde ortaya koyduğunu göstermektedir (Hämäläinen vd. 2009, Lofquist 2010). ILO Sözleşmesi No. 81 (İş Teftişi), üye devletleri iş teftişinin etkinliğini sağlamak amacıyla habersiz denetim hakkını güvence altına almakla yükümlü kılmakta; teftiş görevlilerinin herhangi bir işyerine "önceden bildirmeksizin giriş" yetkisine sahip olması gerektiğini açıkça düzenlemektedir (ILO 1947/2021). Türkiye'de periyodik muayene sistemi, ekipman muayene kuruluşlarının planlı kontrollerine dayalı bir yapı üzerine kurulu olup; muayene dışında, özellikle yüksek riskli ekipmanlarda veya uygunsuzluk sonrasında devreye giren sistematik bir habersiz doğrulayıcı denetim mekanizması mevzuatta tanımlanmamıştır (ÇSGB 2013, TBMM 2012) (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Planlı kontrol ve habersiz denetim uygulamalarının karşılaştırılması.

Sistem ve Ülke	Planlı Kontrol	Türkiye İçin
Türkiye (ÇSGB 2013, ÇSGB 2025, TBMM 2012)	Yıllık periyodik kontrol, İSG-KATİP/EKİPNET kayıt süreçleri ve kamu iş müfettişi denetimi birlikte uygulanmaktadır.	Hukuki yetki mevcuttur; ancak planlı kontrol, habersiz doğrulama, uygunsuzluk kapanışı ve makine bazlı dijital izlenebilirlik ayrımı netleştirilmelidir.
ILO Sözleşmesi No. 81 (ILO 1947)	Ulusal sisteme göre değişir	Türkiye ILO No. 81'i onaylamış; uygulamada müfettiş kapasitesi ve risk bazlı önceliklendirme eksiklikleri var
Birleşik Krallık (HSE 2022 2023)	LOLER/PUWER kapsamında planlı "thorough examination"	HSE risk bazlı önceliklendirme modeli Türkiye'ye doğrudan transfer edilebilir model sunuyor
Almanya (BMAS 2015, DGUV 2021, Gewerbeaufsicht 2023)	BetrSichV §14 kapsamında planlı prüfung	DGUV'nin sektörel kampanya modeli Türkiye'de benzer "tematik denetim" programı için örnek teşkil ediyor
ABD (OSHA 2022 2023)	Periyodik muayene işveren sorumluluğunda	OSHA'nın veri odaklı modeli, risk temelli habersiz denetimler açısından Türkiye için örnek oluşturmaktadır
Avustralya (Safe Work Australia 2022)	AS/NZS standartlarında planlı muayene	Avustralya HRW sistemi: lisans + habersiz denetim

İş güvenliği uyumluluğu araştırmaları, planlı denetimlerin çoğu zaman gerçek güvenlik performansını değil, denetime hazırlık davranışını ölçtüğünü göstermektedir. Hämäläinen, Saarela ve Takala'nın (2009) bulguları, öngörülebilir denetim döngülerinde işverenlerin denetim öncesi kısa süreli uyum artışı gösterdiğini, sonrasında ise önceki pratiklere dönebildiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle ILO No. 81 Sayılı İş Teftişi Sözleşmesi, habersiz denetimi temel bir güvence olarak düzenlemekte; Türkiye'de de 6331 Sayılı Kanun iş müfettişlerine habersiz işyeri girişi yetkisi tanımaktadır (ILO 1947, TBMM 2012). Yetkinin iş makineleri muayenesine özgü sistematik spot-check veya

follow-up programlarına dönüştürülmediği görülmektedir. Saha çalışmasında ise görevliler planlı periyodik muayeneleri gerekli görmekle birlikte, bunların tek başına yeterli güvence sağlamadığını, özellikle kritik makinelerde ve yüksek tempolu çalışma alanlarında habersiz veya rastgele doğrulayıcı saha kontrollerinin daha etkili olabileceğini belirtmiştir. Uluslararası uygulamalarda habersiz denetimler rastlantısal değil; kaza geçmişi, risk profili ve ihlal kayıtlarına dayalı hedefleme sistemleriyle yürütülmektedir. ABD’de OSHA’nın Site-Specific Targeting programı ve programlanmamış denetimleri, yüksek riskli işyerlerine habersiz yönelmeyi sağlamaktadır; Birleşik Krallık’ta ise HSE, özellikle inşaat gibi yüksek riskli sektörlerde proaktif habersiz denetimler uygulamaktadır (OSHA 2022, 2023, HSE 2022). Türkiye’de ise iş makinesi güvenliğine özgü, kaza sicili veya muayene uyum oranlarına dayalı sistematik risk bazlı hedefleme programı kamuya açık biçimde görünmemektedir. Katılımcı değerlendirmelerinde de habersiz denetim ihtiyacının özellikle kritik ekipmanlar, daha önce uygunsuzluk tespit edilmiş makineler ve yüksek riskli operasyonlar açısından daha güçlü biçimde dile getirildiği görülmektedir. Uygunsuzluk kapanışının gerçekten gerçekleşip gerçekleşmediğinin bağımsız olarak doğrulanması da gelişmiş denetim sistemlerinin temel özelliklerinden biridir. OSHA ağır veya tekrarlayan ihlallerde zorunlu follow-up denetim uygulamakta; Almanya’da da ciddi uygunsuzlukların ardından belirsiz aralıklarla geri dönülerek düzeltici eylemin kalıcılığı doğrulanmaktadır (OSHA 2023, Gewerbeaufsicht Baden-Württemberg 2023). Bu yaklaşım yalnızca teknik uyumu kontrol etmemekte, aynı zamanda “denetim her an gelebilir” düşüncesi üzerinden caydırıcılık üretmektedir. Türkiye’de ise periyodik muayene sonrası uygunsuzlukların giderilip giderilmediğini sahaya inerek doğrulayan sistematik bir follow-up mekanizmasının bulunmaması, dosya kapanışı ile gerçek risk kapanışı arasındaki farkı büyütmemektedir. Saha bulgularında da ani kontrollerin yalnızca yeni uygunsuzlukları tespit etmek için değil, daha önce tespit edilen eksikliklerin gerçekten giderilip giderilmediğini görmek açısından önemli olduğu vurgulanmıştır. Katılımcılar, “kapanmış görünen” bir dosyanın sahada gerçekten kapanıp kapanmadığının ancak yerinde kontrol ile anlaşılabileceğini ifade etmiştir.

4.9 Bulguların Tartışılması

4.9.1. Türkiye'de İş Makineleri Muayene Sisteminin Mevzuat ve Uygulama Analizi

Türkiye'de iş ekipmanlarının periyodik kontrol esasları, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği" ile tanımlanmıştır (T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı 2013). Yönetmelikte iş makineleri için asgari kontrol periyotları, yetkili kişi ölçütleri, güvenli çalışma koşulları ve rapor düzenleme yükümlülükleri açık biçimde düzenlenmiştir. Katılımcılar bu çerçeveyi "temel olarak yeterli" ve "çizgisi net" ifadeleriyle değerlendirmiştir. Bu algı, Türkiye mevzuatının AB Makine Direktifi 2006/42/EC ile büyük ölçüde uyumlu olduğunu ortaya koyan çalışmalarla örtüşmektedir (European Parliament and Council 2006, İnt.Kyn.7).

Avrupa Birliği'nde makine güvenliğine ilişkin temel metin olan 2006/42/EC sayılı Makine Direktifi, makine tasarımı, temel sağlık ve güvenlik gerekleri, teknik dosya içeriği, uygunluk beyanı ve CE işaretlemesi aşamalarını ayrıntılı biçimde düzenlemektedir (European Parliament and Council 2006). Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanan uygulama kılavuzunda üretici, yetkili temsilci, kullanıcı ve denetim otoritelerinin rolleri açık biçimde tanımlanmıştır (European Commission 2019). Türkiye'deki iş ekipmanlarına ilişkin düzenlemelerin bu direktif çerçevesiyle büyük ölçüde eşleştirildiği ifade edilmekte; yasal altyapı açısından iki sistem arasında kayda değer bir uyum bulunduğu değerlendirilmektedir (İnt.Kyn.7).

Bununla birlikte görüşmelerde asıl sorunun mevzuatın içeriğinden değil, uygulama birliği ve denetim tutarlılığından kaynaklandığı anlaşılmıştır. Katılımcılar, aynı yönetmeliğin farklı muayene kuruluşları ve denetçiler tarafından farklı biçimlerde yorumlandığını; aynı makine için farklı sahalarda birbirinden farklı rapor sonuçları verebildiğini ifade etmiştir. Bazı denetçiler "yalnızca form dolduran", bazıları ise "sahayı gerçekten bilen" kişiler olarak nitelendirilmiştir. Uluslararası literatürde de benzer bulgular raporlanmış; denetçinin bilgi düzeyi, deneyimi ve kurumsal beklentilerin mevzuat metninden daha belirleyici olduğu vurgulanmıştır (Robson vd. 2007, Hohnen ve Hasle 2011).

Denetim derinliği ve kapsamı da tutarsızlık yaratan önemli bir etken olarak öne çıkmaktadır. Bazı denetimlerde yalnızca belge ve checklist düzeyinde bir inceleme yürütüldüğü, bazılarında ise saha gözlemi, çalışan görüşleri ve süreç analizi gibi daha kapsamlı yöntemlerin kullanıldığı bildirilmiştir (Walters ve James 2011, Aksorn ve Hadikusumo 2008). Türkiye'de müfettiş başına düşen iş yükünün yüksek olması, her denetime ayrılabilen sürenin kısıtlı kalmasına yol açmakta; denetim planlamasının nicel hedeflere odaklanması ise içerik ve derinlik açısından tutarlılığı olumsuz etkilemektedir (Walters ve James 2011, Robson vd. 2007). Katılımcıların bazı sahalarda muayenenin "ayrıntılı", bazı sahalarda ise "yüzeysel" yürütüldüğünü belirtmesi bu değerlendirmeyle örtüşmektedir.

Uygunsuzlukların kapanış takibi konusunda da ciddi bir eksiklik göze çarpmaktadır. Katılımcılar, muayene raporlarında tespit edilen eksikliklerin kapatılıp kapatılmadığının sistematik olarak izlenmediğini; bu sürecin kurumsal bir mekanizma yerine kişisel çabalarla yürütüldüğünü ifade etmiştir. "Rapor yazılıyor, sonra kayboluyor" biçimindeki nitelendirme, denetim döngüsündeki bu kopukluğu somut biçimde ortaya koymaktadır. Uluslararası literatürde takip ve yaptırım bileşeni zayıf olan sistemlerde denetimlerin "rapor üretimi" ile sınırlı kaldığı, tespit edilen uygunsuzlukların önemli bir bölümünün kalıcı iyileştirmeye dönüşmediği ve risk azaltma etkisinin sınırlı kalabildiği vurgulanmaktadır (Walters vd. 2021, Walters ve James 2011).

Dijital denetim ve bakım sistemleri bu boşluğu kapatan bir araç olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu sistemlerde uygunsuzlukların, sorumlu kişilerin ve kapanış tarihlerinin kayıt altına alınması hem kurum içi hesap verebilirliği hem de dış denetim etkinliğini artırmakta; açık kalan uygunsuzlukların listelenmesi ve hatırlatma üretilmesiyle "takip edilmeyen eksiklik" oranı düşürülebilmektedir (İnt.Kyn.9, İnt.Kyn.18). Katılımcıların "dijital sistem olursa kapanış daha rahat takip edilir" değerlendirmesi bu bulguları destekler niteliktedir. Sonuç olarak Türkiye'de iş makineleri muayene sisteminde mevzuat altyapısı yeterli olmakla birlikte, uygulama tutarlılığı ve uygunsuzluk kapanış takibi sistemin zayıf halkaları olarak öne çıkmakta; mevzuattaki yükümlölüklerin sahada izlenebilir ve doğrulanabilir süreçlere dönüştürölmesi kritik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir (Walters vd. 2021, Robson vd. 2007, İnt.Kyn.9).

Bulgular, Türkiye’de iş makinelerinin periyodik muayenesine ilişkin mevzuat çerçevesinin temel düzeyde tanımlanmış olduğunu; ancak uygulama birliği, denetim derinliği, raporlama standardı ve uygunsuzluk kapanışının izlenmesi konularında sistematik farklılıklar bulunduğunu göstermektedir.

4.9.2. İş Makinelerinde Çok Katmanlı Muayene Yapısı

Katılımcı görüşlerinde iş makinelerinde kontrol ve muayene süreçlerinin tek basamaklı bir yapı ile sınırlı olmadığı görülmüştür. Görüşlerde günlük operatör kontrolleri, vardiya başı kontroller, bakım kayıtları, üç aylık gözden geçirmeler, sezonluk ek kontroller ve yıllık periyodik muayene raporları birlikte ifade edilmiştir. Literatürde ağır ekipman ve iş makinelerinde güvenli kullanım için günlük, dönemsel ve yıllık kontrollerin bir arada yürütüldüğü bakım ve muayene programlarının önerildiği bildirilmiştir (İnt.Kyn.15, İnt.Kyn.13, İnt.Kyn.30). Katılımcı ifadelerinde bu çok katmanlı yapının her sahada aynı disiplinle işlemediği de vurgulanmıştır. Bazı işletmelerde günlük kontrol formlarının düzenli doldurulduğu, bakım kayıtlarının sistematik tutulduğu, yıllık muayene bulgularının bakım planlarına işlendiği belirtilmiştir. Bazı işletmelerde ise operatör kontrollerinin kâğıt üzerinde kaldığı, bakım kayıtlarının eksik olduğu, yıllık muayenenin “tek günlük bir işlem” şeklinde algılandığı ifade edilmiştir. Uluslararası uygulamalara ilişkin çalışmalarda da benzer biçimde, kontrol ve bakım programlarının metin düzeyinde çok katmanlı tanımlandığı, gerçek uygulamada ise işletmenin kaynakları, yönetim yaklaşımı ve saha kültürüne göre büyük farklılıklar görüldüğü raporlanmıştır (İnt.Kyn.15, Walters ve James 2011). Bu bulgular, Türkiye’de çok katmanlı kontrol yapısının varlığını, fakat uygulama disiplininin sahadan sahaya değiştiğini göstermiştir. Literatürde iş makinelerinde kontrol periyotlarının belirlenmesinde risk temelli yaklaşımın önemi vurgulanmıştır (İnt.Kyn.15, İnt.Kyn.13). Yüksek riskli, yoğun kullanılan veya zorlu çevre koşullarında çalışan ekipmanlar için daha sık kontrol ve bakım aralıklarının önerildiği belirtilmiştir (İnt.Kyn.15). Uygulama rehberlerinde, üretici tavsiyelerinin, çalışma saatleri ve kullanım koşullarının, kontrol periyodu belirlemede temel değişkenler arasında sayıldığı ifade edilmiştir (İnt.Kyn.13). Katılımcı görüşlerinde de bazı işletmelerin “riskli makineler için sezonluk ya da üç aylık ek kontrol” uyguladığı, bazı işletmelerin ise tüm makineler için tek ve sabit bir yıllık periyot ile yetindiği belirtilmiştir.

Katılımcılar tarafından iş makineleri için günlük operatör kontrolleri, vardiya başı gözden geçirmeler, periyodik bakım faaliyetleri ve yıllık muayene raporlarının birlikte yürütüldüğü bir yapı tarif edilmiştir. Bazı işletmelerde operatörlerin her vardiya başında görsel ve işlevsel kontrol yaptığı, sonuçların forma işlendiği ve kritik bulguların bakım birimine aktarıldığı belirtilmiştir. Yıllık periyodik muayene raporlarının, bu kayıtların üzerinde yükselen üst düzey bir kontrol katmanını gibi işlediği ifade edilmiştir. Uluslararası rehberlerde, ağır ekipman güvenliği için “günlük operatör kontrolü + planlı bakım + periyodik kapsamlı muayene” zinciri önerildiği bildirilmiştir (İnt.Kyn.15, İnt.Kyn.3, İnt.Kyn.13). Bu zincirde günlük kontrollerin ani ve görünür arızaları, periyodik bakımın yıpranma ve performans kaybını, yıllık muayenenin ise yapısal ve sistematik uygunsuzlukları hedeflediği ifade edilmiştir (İnt.Kyn.15). Bu bulgular, katılımcı ifadelerinde görülen çok katmanlı yapının literatürde önerilen modele yakın olduğunu göstermiştir (İnt.Kyn.15). Çalışmalarda, yalnızca yıllık muayeneye dayalı kontrollerin, günlük operasyon kaynaklı riskleri zamanında yakalamak için yetersiz olduğu, günlük kontrol ve bakım süreçlerinin bu açıdan kritik olduğu belirtilmiştir (İnt.Kyn.3, İnt.Kyn.13). Katılımcıların “günlük kontrol yapılırken muayenede sürpriz az oluyor” değerlendirmesi, bu tespitin sahadaki yansıması olarak yorumlanmıştır. İş makinelerinde güvenli ve kesintisiz işletme için günlük, dönemsel ve yıllık kontrollerin bir arada yürütülmesi gerektiği görülmüştür (İnt.Kyn.15). Katılımcı görüşlerinde, bazı iş makinelerinin risk düzeyi ve kullanım yoğunluğu nedeniyle yıllık muayene aralığının yeterli görülmediği ifade edilmiştir. Özellikle kaldırma ekipmanları, seyyar iş platformları, yoğun kullanılan yükleyiciler ve patlayıcı atmosfer riski taşıyan sahalarda çalışan makineler için ara kontrol ihtiyacı vurgulanmıştır. Bazı işletmelerin bu tür makineler için üç aylık gözden geçirme, sezonluk ek kontrol veya kampanya dönemleri öncesi özel kontrol programları uyguladığı belirtilmiştir. Bu uygulamalar, riskli ekipmanlarda sabit periyottan ziyade risk temelli periyotlandırmaya yönelik yerel çözümler olarak ortaya çıkmıştır. Literatürde, ağır iş makineleri ve inşaat ekipmanlarında bakım ve kontrol periyotlarının belirlenmesinde kullanım süresi, yük tipi, çevresel koşullar ve kaza geçmişi gibi parametrelerin dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (İnt.Kyn.15, İnt.Kyn.13). Çalışmalarda, yüksek riskli ekipmanlar için yılda bir muayenenin asgari bir gereklilik olduğu, buna ek olarak daha sık ara kontrollerin ve fonksiyon testlerinin önerildiği ifade edilmiştir (İnt.Kyn.15, İnt.Kyn.30). Bazı

rehberlerde, yoğun kullanılan makineler için üretici tarafından önerilen bakım ve kontrol aralıklarının altına inilmesinin dahi gerekli olabileceği vurgulanmıştır (İnt.Kyn.13). Katılımcıların “bazı makineler yılda bir kontrol için çok ağır çalışıyor” ve “riskli makinede ara kontrol şart” ifadeleri, bu literatür bulguları ile uyumlu bir algı ortaya koymuştur. Bu çerçevede, Türkiye’de iş makineleri muayene sisteminde risk düzeyi yüksek ekipmanlar için ara kontrol mekanizmalarının güçlendirilmesi gerektiği söylenebilmektedir. Mevzuatta yer alan asgari periyotların, risk temelli ilave kontrolleri engelleyici bir sınır olarak değil, en düşük taban olarak görülmesi, literatürde önerilen yaklaşımla tutarlı olacaktır (İnt.Kyn.15, İnt.Kyn.13). Katılımcıların sahadaki deneyimleri, bu tür bir risk temelli düzenlemenin hem güvenlik hem de işletme sürekliliği açısından gerekli olduğunu göstermiştir. Katılımcı ifadelerinde, kontrol ve muayene uygulamalarının işletmenin büyüklüğüne, sektöre, organizasyon yapısına ve saha koşullarına göre önemli ölçüde değiştiği görülmüştür. Büyük ölçekli, kurumsal yapıya sahip işletmelerde yazılı prosedürlerin, dijital bakım kayıtlarının ve planlı kontrol programlarının daha yaygın olduğu belirtilmiştir. Küçük ve orta ölçekli işletmelerde ise günlük kontrol ve bakım uygulamalarında kişiye bağlılık düzeyinin yüksek olduğu, kayıt ve dokümantasyonun sınırlı kaldığı ifade edilmiştir. İSG literatüründe KOBİ’lerde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının, büyük işletmelere kıyasla daha zayıf kurumsallaşma, sınırlı kaynak ve düşük kayıt düzeyi ile karakterize olduğu belirtilmiştir (Walters ve James 2011, Aksorn ve Hadikusumo 2008). Çalışmalarda, küçük işletmelerde günlük kontrol, bakım ve muayene süreçlerinin çoğu zaman “usta ve operatör tecrübesi” ile yürüdüğü, yazılı prosedür ve sistematik kayıt kültürünün zayıf olduğu ifade edilmiştir (Walters ve James 2011). Büyük ve kurumsal işletmelerde ise planlı bakım sistemleri, dijital takip araçları ve standartlaştırılmış kontrol listeleri ile daha tutarlı bir yapı kurulduğu raporlanmıştır (İnt.Kyn.15, İnt.Kyn.13). Bu bulgular, iş makinelerinde kontrol ve muayene sisteminin yalnızca mevzuat metni ile değil, aynı zamanda işletmenin ölçeği, yönetim yaklaşımı ve saha kültürü ile şekillendiğini ortaya koymuştur (Walters ve James 2011). KOBİ’ler için daha basit ve uygulanabilir kontrol araçlarının geliştirilmesi, büyük işletmeler için ise dijitalleşme ve veri analitiği temelli sistemlerin güçlendirilmesi, literatürde önerilen farklılaştırılmış yaklaşım ile uyumlu olacaktır (Walters ve James 2011, İnt.Kyn.15). Katılımcı deneyimleri, bu tür bir esnek ve risk temelli modelin Türkiye’deki iş makineleri muayene sisteminin etkinliğini artırabileceğini göstermiştir.

4.9.3. Denetçi Yetkinliği ve Standardizasyonun Sistem Üzerindeki Etkisi

Katılımcı görüşlerinde, iş makineleri muayene sisteminin etkinliğini belirleyen temel unsurlardan biri olarak denetçi niteliği öne çıkmıştır. Katılımcılar tarafından bazı denetçilerin sahayı ve ekipmanı iyi tanıdığı, bu denetimlerde daha ayrıntılı ve güven verici bir inceleme yürütüldüğü ifade edilmiştir. Bazı denetimlerde ise sürecin büyük ölçüde checklist doldurma ile sınırlı kaldığı, makineyi ve çalışma koşullarını yakından incelemeyen bir yaklaşımın benimsendiği belirtilmiştir. Literatürde, iş sağlığı ve güvenliği denetim kalitesinin yalnızca mevzuata değil, denetçinin bilgi düzeyi, deneyimi ve mesleki yeterliliğine de bağlı olduğu vurgulanmıştır (Robson vd. 2007, Hohnen ve Hasle 2011). Bu bulgular birlikte ele alındığında, denetçi niteliğindeki farklılığın, aynı mevzuat altında dahi farklı denetim sonuçları ürettiği anlaşılmaktadır (Robson vd. 2007). Katılımcılar, iş makineleri muayenelerinde sahayı ve süreci iyi bilen, makine çalışma koşullarını tanıyan denetçiler ile yapılan kontrollerde daha somut ve uygulanabilir tespitler yapıldığını belirtmiştir. Deneyimli denetçilerin, yalnızca rapordaki maddeleri işaretlemekle kalmadığı, riskli noktaları yerinde gösterdiği ve işletme ekibi ile teknik tartışma yürüttüğü ifade edilmiştir. Nitel çalışmalar, iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinde denetçi deneyiminin, riskleri tanıma, önceliklendirme ve işletmeyle iletişim kurma becerisini güçlendirdiğini göstermiştir (Robson vd. 2007, Walters ve James 2011). Seveso tesis müfettişlerine ilişkin değerlendirmelerde, teknik bilgi kadar sahada edinilen uygulamalı deneyimin de denetim kalitesi için zorunlu olduğu raporlanmıştır (Wood 2014). Bu bulgular, katılımcıların “tecrübeli denetçi geldiğinde fark hissediliyor” ifadesi ile örtüşmüştür. Uluslararası raporlarda, denetim otoritelerinin temel zorluğu, denetçi deneyimi ile tesis türü ve risk profili arasında doğru eşleştirmeyi sağlamak olarak tanımlanmıştır (Wood 2014). Bazı ülkelerde, yüksek riskli tesisler için daha kıdemli ve uzman denetçilerin görevlendirildiği, bu tür eşleştirmenin denetim çıktılarının kalitesini artırdığı bildirilmiştir (Wood 2014, Robson vd. 2007). Katılımcı görüşlerinde, farklı risk düzeyine sahip iş makinelerinde aynı düzeyde hazırlık ve uzmanlığa sahip olmayan denetçilerin görevlendirildiği, bu durumun da tespit derinliğini sınırladığı belirtilmiştir. Bu tablo, iş makineleri muayene sisteminde denetçi tecrübesinin sistematik şekilde yönetilmediğini ve kişisel çaba ile oluşan bir nitelik haline geldiğini göstermiştir (Walters ve James 2011). Katılımcılar, bazı denetimlerde denetçinin ağırlıklı

olarak checklist üzerinde ilerlediğini, soruları hızlı biçimde işaretlediğini ve makine ile çalışma ortamını sınırlı düzeyde incelediğini belirtmiştir. Bu tür denetimlerde, muayene sürecinin “form doldurma” ağırlıklı yürüdüğü, işletme açısından gerçek bir öğrenme ve iyileşme fırsatı oluşmadığı ifade edilmiştir. Literatürde, checklist kullanımının, kritik noktaların unutulmaması ve denetimlerin belli bir standarda göre yürütülmesi açısından yararlı olduğu; ancak tek başına kullanıldığında yüzeysel ve biçimsel bir kontrol riskini artırdığı belirtilmiştir (Weenink vd. 2020, Stone vd. 2020). Çalışmalarda, checklistlerin rehber araç olduğu, denetim sürecinin yerinde gözlem, çalışanlarla görüşme ve süreç analizi ile desteklenmediği durumlarda, birçok bağlamsal riskin gözden kaçabildiği raporlanmıştır (Stone vd. 2020, Robson vd. 2007). Diğer yandan, saha temelli denetim yaklaşımında denetçilerin makineyi çalışırken görmesi, operatör davranışlarını incelemesi ve çalışma ortamını bütüncül şekilde değerlendirmesi gerektiği vurgulanmıştır (Walters ve James 2011, Hohnen ve Hasle 2011). Bu tür denetimlerde, checklist yalnızca bir kontrol listesi olarak kullanılmış, asıl ağırlık saha gözlemi ve teknik değerlendirmeye verilmiştir (Walters ve James 2011). Katılımcılar, “sahayı bilen” ve makineyi yerinde inceleyen denetçilerin daha anlamlı geri bildirim verdiğini, işletme ekibinin bu denetimlerden daha çok şey öğrendiğini belirtmiştir. Bu durum, checklist temelli ve saha temelli denetim arasındaki farkın, yalnızca kullanılan formda değil, denetim yaklaşımının bütününde ortaya çıktığını göstermiştir (Robson vd. 2007, Weenink vd. 2020). Katılımcı görüşlerinde, denetçi eğitimi ve sınav süreçlerinin standartlaştırılması gerektiğine ilişkin güçlü bir vurgu yer almıştır. Katılımcılar, farklı kuruluşlardan gelen denetçilerin bilgi düzeyi, yorum tarzı ve raporlama biçimlerinde belirgin farklar olduğunu, bu durumun işletme tarafında güvensizlik ve belirsizlik yarattığını belirtmiştir. Uluslararası uygulamalarda, denetçilerin eğitim, sınav ve akreditasyon süreçleri için ortak çerçeveler oluşturulmasının, denetim kalitesini ve tutarlılığını artırdığı raporlanmıştır (OCIMF 2017, RightShip 2024). Örneğin SIRE ve benzeri programlarda, denetçiler için tanımlı yeterlilik kriterleri, zorunlu eğitim modülleri ve standart sınav süreçleri uygulanmış, bu sayede farklı denetçilerin benzer düzeyde teknik ve raporlama yetkinliğine sahip olması hedeflenmiştir (OCIMF 2017, RightShip 2024).

Avrupa akreditasyon rehberlerinde, muayene kuruluşları için kurumsal şartların yanı sıra denetçi personelin yetkinliği de akreditasyonun temel bileşeni olarak

değerlendirilmektedir (European co-operation for Accreditation 2020). Denetçi yetkinliğinin; eğitim, deneyim, teknik bilgi ve periyodik güncelleme programlarıyla sürdürülebilir olması gerektiği belirtilmektedir (European co-operation for Accreditation 2020). Katılımcıların denetçi eğitimi ve sınavına ilişkin ulusal standart oluşturulması, akreditasyonun güçlendirilmesi ve rapor formatlarının belirlenmesine yönelik beklentileri, bu uluslararası yaklaşımla örtüşmektedir. Bu doğrultuda, iş makineleri muayene sisteminde denetçi eğitim ve akreditasyonunun geliştirilmesi; uygulama birliği ve denetim güvenilirliğini artıracak önemli bir politika alanı olarak öne çıkmaktadır (European co-operation for Accreditation 2020, OCIMF 2017, RightShip 2024)

4.9.4. Dijital İzlenebilirlik, Kayıt Standardı ve Sistem Geliştirme İhtiyacı

Görüşmelerde, iş makineleri muayene sisteminin geliştirilmesi için en çok vurgulanan alanlardan biri dijitalleşme olmuştur. Katılımcılar dijital sistemi yalnızca bir teknoloji seçimi olarak değil; izlenebilirlik, kapanış takibi, “kimin neyi ne zaman yaptığı”nın kaydı, tek platformda e-rapor tutulması, merkezi makine sicili ve alt yüklenici ekipmanlarının kontrolü ile birlikte tanımlamıştır. Bu bakış açısı, uluslararası iyi uygulamalarda dijital bakım ve muayene sistemlerinin temel işleviyle uyumludur. Çalışmalarda, dijital sistemlerin asıl değerinin kullanılan QR kod ya da yazılımın kendisinden çok, süreçlere getirdiği standart, şeffaflık ve disiplin olduğu vurgulanmıştır (İnt.Kyn.9, İnt.Kyn.18, İnt.Kyn.24). Katılımcılar, muayene ve bakım raporlarının dijital ortamda tutulmasını, tek bir platformda arşivlenmesini ve geçmiş kayıtlara hızlı erişim sağlanmasını önemli bir ihtiyaç olarak ifade etmiştir. Bu talep, ağır ekipman ve iş makinelerinde kullanılan dijital bakım sistemleri ile uyumludur. Bu sistemlerde, her muayene ve bakım işlemi elektronik form üzerinden kaydedilmekte, ekipmana özgü bir kimlik numarası veya QR kod ile ilişkilendirilmektedir (İnt.Kyn.9, İnt.Kyn.18). Bu yapı sayesinde, belirli bir makinenin tüm muayene ve bakım geçmişine, yapılan işlemlere ve sorumlu kişilere kısa sürede erişim mümkün olmaktadır (İnt.Kyn.9). Literatürde, bu tür dijital arşivleme uygulamalarının hem denetim süreçlerini kolaylaştırdığı hem de işletmelerin kendi iç takip mekanizmalarını güçlendirdiği belirtilmiştir (İnt.Kyn.18, İnt.Kyn.35). Görüşmelerde en sık dile getirilen sorunlardan biri, tespit edilen uygunsuzlukların kapanış takibinin sistematik yürümemesi olmuştur. Katılımcılar, “kapatıldı mı” sorusuna

çoğu zaman kurumsal bir sistemden değil, kişisel notlardan ve sözlü takipten yanıt bulabildiklerini belirtmiştir. Dijital bakım ve denetim sistemleri üzerine yapılan çalışmalarda, uygunsuzlukların elektronik sistemde kayıt altına alınması, sorumlu kişi ve hedef tarih atanması, kapanış sonrası doğrulama kaydı oluşturulması ile bu sorunun önemli ölçüde azaltılabildiği gösterilmiştir (İnt.Kyn.9, İnt.Kyn.24). QR kod tabanlı ekipman takip sistemlerinde, açık kalan uygunsuzlukların listelenmesi, hatırlatma oluşturulması ve yönetime raporlanması mümkün hale gelmiş, bu yapı sayesinde “takip edilmeyen eksiklik” oranının düştüğü raporlanmıştır (İnt.Kyn.18, İnt.Kyn.24). Bu bulgular, dijital kayıtların yalnızca belge arşivlemek için değil, uygunsuzlukların kapanışını izleyen dinamik bir yönetim aracı olarak da kullanılabileceğini göstermektedir. Katılımcılar, sahada kullanılan iş makinelerinin önemli bir bölümünün alt yüklenici veya taşeron firmalara ait olduğunu, bu ekipmanların kontrolü konusunda ise sistematik bir kayıt ve takip yapısının her zaman kurulamadığını ifade etmiştir. Bu durum, sahadaki risk yönetimi açısından ciddi bir boşluk yaratmaktadır. Uluslararası uygulamalarda, şantiye veya tesis bazlı dijital ekipman yönetim sistemlerinde hem ana işverenin hem de alt yüklenicilerin makinelerinin ortak bir platformda kaydedildiği, böylece tüm ekipman parkı için periyodik muayene ve bakım takibinin tek ekrandan yapılabildiği örnekler bulunmaktadır (İnt.Kyn.35, İnt.Kyn.15). Bu sistemlerde, sahaya giren her ekipman için geçerli muayene raporu, son bakım tarihi ve bir sonraki kontrol tarihi görülebilmekte, süresi geçmiş veya eksik belgesi olan makinelerin sahaya alınmaması sağlanmaktadır (İnt.Kyn.15, İnt.Kyn.18). Katılımcıların “alt yüklenici makineleri sisteme dahil edilmeden bütüncül kontrol kurulamaz” şeklindeki değerlendirmesi, bu uygulamaların gerekliliği ile aynı yönde bir tespittir. Görüşmelerde, Türkiye için “merkezi makine sicili” benzeri bir yapının kurulması fikri öne çıkmıştır. Katılımcılar, iş makinelerinin ilk tescil bilgilerinin, sahiplik durumunun ve periyodik muayene-bakım geçmişinin, ulusal ölçekte standart bir formatla kayıt altına alınmasının hem denetim otoriteleri hem de işletmeler için önemli bir kolaylık sağlayacağını belirtmiştir. Avrupa’da bazı teknik alanlarda (örneğin araç muayenesi, asansörler) merkezi veya ulusal düzeyde kayıt ve bildirim sistemlerinin kullanıldığı, bu sistemlerin periyodik kontrollerin planlanması, izlenmesi ve raporlanmasında temel araç haline geldiği bilinmektedir (European Commission 2019, European Accreditation 2020). Benzer şekilde, iş makineleri için oluşturulacak ulusal bir sicil sisteminde, her makinenin

kimlik bilgileri, yetkili muayene kuruluşları tarafından yapılan kontroller ve bu kontrollerin sonuçları standardize edilmiş bir kayıt yapısı içinde tutulabilir (European Accreditation 2020, İnt.Kyn.35). Bu tür bir yapı, hem uygunsuzlukların farklı sahalarda “görünmez” hale gelmesini engelleyebilir hem de denetim otoritelerine risk temelli planlama yapma imkânı sağlayabilir. Bu nedenle, merkezi makine sicili önerisi, Türkiye’de iş makineleri muayene sisteminin dijital izlenebilirlik, kayıt standardı ve sistematik geliştirme ihtiyacına yönelik bütüncül bir çözüm alanı olarak değerlendirilebilir (European Commission 2019, European Accreditation 2020).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu araştırmada elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde, Türkiye’de iş makineleri muayene sisteminin mevzuat bakımından tamamen yetersiz bir yapıya sahip olmadığı, aksine 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği çerçevesinde genel hatları belirlenmiş bir sisteme dayandığı görülmektedir. Bu yönüyle sistemin temel sorunu, mevzuatın yokluğu ya da çerçevenin belirsizliği değil; uygulama sürecinde ortaya çıkan standardizasyon eksiklikleri, denetim tutarlılığındaki farklılıklar ve uygunsuzlukların kapanış takibindeki yetersizliklerdir. Bu durum, literatürde farklı ülkeler için ifade edilen mevzuat–uygulama boşluğu ile benzerlik göstermektedir.

Araştırma bulguları, iş makinelerinde kontrol ve muayene süreçlerinin yalnızca yıllık periyodik muayeneden ibaret olmadığını, sahada günlük kontrol, bakım kontrolleri ve dış/periyodik muayene gibi çok katmanlı bir yapının bulunduğunu göstermiştir. Ancak bu çok katmanlı yapının tüm kurumlarda ve tüm sahalarda aynı disiplinle yürütülmediği anlaşılmıştır. Özellikle uygulama birliği, kayıt düzeni ve uygunsuzlukların izlenmesi konularında farklılıklar bulunması, sistemin etkinliğini sınırlandıran temel unsurlar arasında yer almaktadır.

Denetim ve muayene süreçlerinin etkinliğinin yalnızca mevzuat hükümlerine bağlı olmadığı, aynı zamanda denetimi yapan kişinin teknik bilgisi, saha deneyimi ve uygulama yaklaşımı ile de doğrudan ilişkili olduğu görülmüştür. Katılımcı görüşleri, denetçi niteliğinin sistemin en belirleyici unsurlarından biri olduğunu ortaya koymuştur. Bu çerçevede, denetçi bilgi ve deneyimindeki farklılıkların denetim derinliği, yorum biçimi ve uygulama kalitesi üzerinde etkili olduğu anlaşılmıştır.

Araştırma sonucunda iş makineleri muayenelerinin yalnızca yasal bir zorunluluk olarak değerlendirilmediği, aynı zamanda iş güvenliği ve verimlilik açısından işlevsel bir araç olarak görüldüğü belirlenmiştir. Muayenelerin iş kazalarının önlenmesi, arızaların erken

tespiti, plansız duruşların azaltılması, bakım maliyetlerinin kontrol altında tutulması ve operatör disiplininin güçlendirmesi bakımından önemli katkılar sunduğu anlaşılmıştır. Bu yönüyle muayene süreçleri, yalnızca teknik uygunluk denetimi değil, aynı zamanda güvenli ve sürdürülebilir işleyişin bir parçası olarak değerlendirilmektedir.

Araştırmanın bir diğer önemli sonucu, dijital izlenebilirlik, standart rapor formatları ve merkezi kayıt yapılarının sistemin geliştirilmesinde temel ihtiyaç alanları olarak öne çıkmasıdır. Özellikle uygunsuzlukların kapatılmasının izlenmesi, alt yüklenici ekipmanlarının sisteme dahil edilmesi, denetim kayıtlarının tek merkezden takip edilebilmesi ve raporların standart bir yapıya kavuşturulması, katılımcılar tarafından en sık vurgulanan geliştirme alanları arasında yer almıştır. Bu durum, gelecekte iş makineleri muayene sisteminin yalnızca mevzuat yönünden değil, kayıt, takip, şeffaflık ve kurumsal koordinasyon yönünden de güçlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

5.2 Öneriler

Araştırmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, Türkiye’de iş makineleri muayene sisteminin geliştirilmesine yönelik aşağıdaki öneriler sunulabilir.

Öncelikle denetim ve muayene süreçlerinde görev alan personelin eğitimi, yetkinliği ve akreditasyonu güçlendirilmelidir. İş makineleri güvenliği, ilgili mevzuat, saha uygulamaları ve kontrol kriterlerini içeren standart eğitim programları hazırlanmalı; bu eğitimler sonunda yapılacak sınavlarla denetçi yeterliliği belgelendirilmelidir. Böylece denetçi niteliğinin kişisel deneyime bağlı değişken bir yapı göstermesi yerine, daha kurumsal ve ölçülebilir bir zemine oturtulması sağlanabilir.

İkinci olarak, iş makinelerine ilişkin periyodik muayene raporları için standart bir rapor formatı oluşturulmalıdır. Bu raporlarda makine kimliği, kontrol edilen unsurlar, tespit edilen uygunsuzluklar, önerilen düzeltici faaliyetler, doğrulama bilgileri ve kontrol tarihleri için ortak alanlar bulunmalıdır. Standart raporlama yapısı, farklı denetçiler ve kuruluşlar arasında yorum farklılığını azaltacak, kayıtların karşılaştırılabilirliğini artıracak ve izlenebilirliği güçlendirecektir.

Üçüncü olarak, yüksek riskli ve yoğun kullanılan iş makineleri için risk bazlı ara kontrol sistemi kurulmalıdır. Yalnızca yıllık periyodik muayene ile yetinmek yerine, kullanım yoğunluğu, çalışma koşulları, ekipmanın türü ve geçmiş uygunsuzluk kayıtları dikkate alınarak ara kontrol periyotları tanımlanmalıdır. Bu yaklaşım, denetim kaynaklarının daha etkin kullanılmasına ve riskli ekipmanların daha yakından izlenmesine katkı sağlayacaktır.

Bir diğer önemli öneri, muayene sırasında tespit edilen kritik uygunsuzluklar giderilmeden ekipmana çalışma onayı verilmemesidir. Uygunsuzlukların kapatılması zorunlu hale getirilmeli, düzeltici işlem sonrasında doğrulama yapılmalı ve kapanış bilgileri sistematik biçimde kayıt altına alınmalıdır. Böylece muayene raporlarında yer alan eksikliklerin yalnızca kâğıt üzerinde kalması önlenabilir ve gerçek anlamda risk azaltımına katkı sağlanabilir.

Alt yüklenici ya da taşeron ekipmanlarının da ana sistem içine tam olarak dahil edilmesi gerekmektedir. Şantiye ve sanayi sahalarında kullanılan tüm ekipmanlar için ortak kayıt ve kontrol mekanizması kurulmalı; sahaya giren makinelerin geçerli muayene raporu, bakım geçmişi ve kontrol süreleri denetlenmelidir. Böylece ana işveren ile alt yüklenici arasında ortaya çıkan kontrol boşlukları azaltılabilir. İş makineleri için dijital ve merkezi makine sicili benzeri bir izleme yapısı oluşturulmalıdır. Bu sistemde her makinenin kimlik bilgileri, periyodik muayene geçmişi, bakım kayıtları, uygunsuzlukları, sorumlu kişiler ve kapanış tarihleri standart bir formatta tutulmalıdır. QR kod veya benzeri dijital çözümlerle sahada mobil cihazlar üzerinden ilgili makine bilgilerine erişim sağlanması hem işletme içi kontrolü kolaylaştıracak hem de denetim otoriteleri açısından daha güçlü bir izleme altyapısı oluşturacaktır. Böyle bir yapı, iş makineleri muayene sisteminde şeffaflık, izlenebilirlik ve sürdürülebilirlik bakımından önemli katkılar sağlayacaktır.

Sonuç olarak, Türkiye’de iş makinelerinin periyodik muayene sisteminde temel sorun mevzuatın varlığından çok, uygulama birliği, denetim niteliği, uygunsuzluk kapanışı ve dijital izlenebilirlik alanlarında yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle sistemin geliştirilmesi, yalnızca daha sık muayene yapılmasıyla değil; yetkili kişilerin yeterliliğinin standartlaştırılması, risk temelli ara kontrol yaklaşımının benimsenmesi, rapor

formatlarının birleştirilmesi, alt yüklenici ekipmanlarının izlenmesi ve merkezi dijital kayıt altyapısının kurulmasıyla mümkün olacaktır. Bu bütüncül yaklaşım, periyodik muayeneyi yalnızca yasal bir zorunluluk olmaktan çıkararak iş makineleri güvenliğinin sürdürülebilir bir yönetim aracına dönüştürebilir.

KAYNAKLAR

- Abd Wahab N H, Aziz N A A, Halim N H A at al., 2024, Systematic review of predictive maintenance and digital twin technology, PMC/PubMed Central.
- Aksorn T and Hadikusumo B H W, 2008, Critical success factors influencing safety program performance in Thai construction projects, *Safety Science*, 46(4), 709–727.
- Almaskati D, Kermanshachi S, Pamidimukkala A, Loganathan K and Yin Z, 2024, A review on construction safety: Hazards, mitigation strategies, and impacted sectors. *Buildings*, 14(2), 526.
- American Society of Mechanical Engineers, 2018, Mobile and locomotive cranes: Safety standard for cableways, cranes, derricks, hoists, hooks, jacks, and slings ASME B30.5-2018.
- Baghdadi A, 2025, A comprehensive review of digital twin implementation in construction: current trends and future directions, *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*.
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) vom, 3. Februar 2015 (BGBl. I S. 49), zuletzt geändert durch Verordnung vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146).
- Bilim A, 2025, Demographic analysis of occupational safety in the construction sector: Strategies and insights for risk reduction, *Buildings*, 15(4), 528.
- Chinniah Y, 2015, Analysis and prevention of serious and fatal accidents related to moving parts of machinery. *Safety Science*, 75, 163–173.
- Çabuk A, Atalay H, Erdem E, Aksöz Ş, 2021, Papyon modeli risk değerlendirme metodu kullanılarak proaktif ve reaktif önlemlerin belirlenmesi: Depo örneği. *OHS Academy*, 4(1), 83–91.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [ÇSGB], 2013, İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği (Resmî Gazete Sayısı 28628).

- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [ÇSGB], 2025, İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliğinde değişiklik yapılmasına dair yönetmelik, Resmî Gazete, 23 Aralık 2025, Sayı: 33116.
- Çoktu A K, Erel F, Ulaş H B, 2024, An analysis of fatal construction machinery accidents in Türkiye between 2013 and 2018, Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation, 11(4), 711–721.
- Del Giudice M E at al., 2024, Exploring safety of machineries and training: An overview, Processes, 12, 684. DOI:10.3390/pr12040684
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, 2008/2021, DGUV Regel 100-500: Betreiben von Arbeitsmitteln (Ausgabe April 2008, aktualisierte Fassung [Şubat/] 2021), DGUV.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung t.y. DGUV Vorschrift 1: Grundsätze der Prävention, §11: Maßnahmen bei Mängeln. BGHM/DGUV.
- Duarte J, Marques A T, Santos Baptista J, 2021, Occupational accidents related to heavy machinery: A systematic review, Safety, 7(1), 21. <https://doi.org/10.3390/safety7010021>
- EU-OSHA, 2025, Regulation 2023/1230/EU – machinery.
- European Accreditation, 2020, EA-2/17 M: EA Document on Accreditation for Notification Purposes, European co-operation for Accreditation.
- European Agency for Safety and Health at Work, 2012, Safety of machinery and work equipment, OSHwiki.
- European Parliament ve Council of the European Union, 2006, Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery, Official Journal of the European Union, L 157, 24–86.
- European Parliament ve Council of the European Union, 2009, Directive 2009/104/EC of the European Parliament and of the Council of 16 September 2009 concerning the minimum safety and health requirements for the use of work equipment by workers at work, Official Journal of the European Union, L 260, 3 October 2009, 5–19. ,

- Eurostat, 2023, Accidents at work statistics, Statistics Explained. European Commission.
- Figueroa D, 2026, 26 Feb, Italy: Workplace health and safety legislation enacted. Library of Congress, Global Legal Monitor.
- Gewerbeaufsicht Baden-Württemberg, 2023, Jahresbericht Arbeitsschutz 2022, Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus / Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.
- Gül Ö F, Özçoban N O, Aydoğan F, 2021, Comparing data of occupational accidents, existing problems and solution recommendations. Turkey Health Literacy Journal, 2(1), 39–51.
- Gürcanlı G E, Müngen U, 2013, Analysis of construction accidents in Turkey and responsible parties. Industrial Health, 51(6), 581–595.
- Hämäläinen P, Saarela K L, Takala J, 2009, Global trend according to estimated number of occupational accidents and fatal work-related diseases at region and country level, Journal of Safety Research, 40(2), 125–139.
- Hasanhanoğlu C, 2022, İşletmelerde Periyodik Bakımların Önemi ve İş Kazalarına Etkisinin Ekonomik Boyutuyla İncelenmesi, Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi, 6(14), 68-80.
- Health and Safety Executive 2014, Safe use of work equipment: Provision and use of work equipment regulations 1998, Approved code of practice and guidance (L22, 4th ed.), HSE Books.
- Health and Safety Executive 2015, Construction (Design and Management) Regulations 2015 (CDM 2015), Reg. 15: Duties of contractors (SI 2015/51), HMSO.
- Health and Safety Executive 2022, Health and safety at work: Summary statistics for Great Britain 2022.
- Hinze J W, Teizer J, 2011, Visibility-related fatalities related to construction equipment. Safety Science, 49(5), 709–718.
- Hohnen P, Hasle P, 2011. Making work environment auditable: A "critical case" study of certified occupational health and safety management systems in Denmark, Safety Science, 49(7), 1022–1029.

IAF/ILAC-A4:2004, Guidance on the Application of ISO/IEC 17020, International Accreditation Forum, International Laboratory Accreditation Cooperation.

IAS 2026, Jan 19, ISO/IEC Standard 17020 inspection agencies accreditation.

ILAC 2019, ILAC mutual recognition arrangement annual report 2019, International Laboratory Accreditation Cooperation.

International Labour Organization 1947, Convention No. 81, Labour inspection convention, ILO.

International Organization for Standardization 2010, ISO 12100: Safety of machinery, General principles for design, Risk assessment and risk reduction, ISO.

International Organization for Standardization 2015, ISO 13849-1: Safety of machinery, Safety-related parts of control systems, ISO.

International Organization for Standardization 2018, ISO 45001:2018, Occupational health and safety management systems, Clause 8.1.4: Procurement, ISO.

International Organization for Standardization ve International Electrotechnical Commission 2017, ISO/IEC 17025:2017, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories, ISO.

ISO 2017, ISO 20474-1:2017, Earth-moving machinery, Safety Part 1: General requirements, International Organization for Standardization.

ISO/IEC 2012, ISO/IEC 17020:2012, Conformity assessment: Requirements for the operation of various types of bodies performing inspection, International Organization for Standardization.

Karamustafa M ve Çebi S 2022/2023, A new model for the occupational health and safety risk assessment process: Neutrosophic FMEA, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 38(1), 29–43.

Kielesińska A, 2019, The machinery safety management, Production Engineering Archives, 22, 30–35.

Koçali K, 2024, Workplace inspections in Turkey conducted within the scope of ILO labor inspection convention, Asya Studies, 8(27), 241–254.

- Lofquist E A, 2010, The art of measuring nothing: The paradox of measuring safety in a changing civil aviation industry using traditional safety metrics, *Safety Science*, 48(10), 1520–1529.
- LOLER 1998, Lifting Operations and Lifting Equipment Regulations 1998 (SI 1998/2307), Her Majesty's Stationery Office.
- MacLean C L and Dror I E, 2021, The effect of contextual information on professional judgment: Reliability and biasability of expert workplace safety inspectors, *Journal of Safety Research*, 77, 13–22.
- Marks E D, Cheng T, Teizer J, 2013, Laser scanning for safe equipment design that increases operator visibility by measuring blind spots, *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(8), 1006–1014.
- McCann M, 2006, Heavy equipment and truck-related deaths on excavation work sites, *Journal of Safety Research*, 37(5), 511–517.
- McCann M, Gittleman J, Watters M, 2009, Crane-related deaths in construction and recommendations for their prevention, CPWR – The Center for Construction Research and Training.
- NATA, 19 Sept 2023, Inspection body accreditation ISO/IEC 17020.
- National Institute for Occupational Safety and Health 2014. Preventing worker injuries and deaths from backing construction vehicles and equipment at roadway construction worksites (NIOSH Publication No. 2014-125). U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.
- Occupational Safety and Health Administration 1999, Multi-employer citation policy: CPL 02-00-124. U.S. Department of Labor.
- Occupational Safety and Health Administration 2010, 29 CFR 1926.1412: Inspections; 1926.1417: Operation — Procedures; 1926.1427: Operator certification, *Federal Register*, Vol. 75, No. 152, 47698–48272.
- Occupational Safety and Health Administration 2023, Field Operations Manual (FOM), Chapter 2, Section VI.H.2.b — Enforcement follow-up and monitoring inspection (CPL 02-00-164). U.S. Department of Labor.

- Occupational Safety and Health Administration 2023, Site-specific targeting (SST) inspection program: Directive CPL 02-01-064. U.S. Department of Labor.
- OCIMF 2017, SIRE inspector training and accreditation guidelines (5th ed.), Oil Companies International Marine Forum.
- Özgünaltay Ertuğrul G. (Ed.), 2023, İş sağlığı ve güvenliğinde güncel araştırmalar, Akademisyen Kitabevi.
- Patrício L, Varela L, Silveira Z, 2025, Proposal for a sustainable model for integrating robotic process automation and machine learning in failure prediction and operational efficiency in predictive maintenance, *Applied Sciences*, 15(2), 854.
- PUWER 1998, Provision and Use of Work Equipment Regulations 1998 (SI 1998/2306), Her Majesty's Stationery Office.
- Rana S, 2025, AI-driven fault detection and predictive maintenance in electrical power systems: A systematic review of data-driven approaches, digital twins, and self-healing grids, *American Journal of Advanced Technology and Engineering Solutions*, 1(1), 258–289.
- RightShip, 2024, Inspections TTA (Training, Testing and Accreditation) Program Guidelines, RightShip.
- Robson L S, Clarke J A, Cullen K, Bielecky A, Severin C, Bigelow P L, Irvin E, Culyer A, Mahood Q, 2007, The effectiveness of occupational health and safety management system interventions: A systematic review, *Safety Science*, 45(3), 329–353.
- Rossendale Group Ltd, 2022, LOLER regulations: What is LOLER? The complete guide to inspection and thorough examination of lifting equipment, Rossendale Group Ltd.
- RSIS International, 6 March 2026, Digital inventory tracking systems in construction, *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 10(14), 549–561.

- Safe Work Australia, 2022, Work health and safety regulators' performance report 2021-22.
- Salguero-Caparrós F, Pardo-Ferreira M C, Martínez-Rojas M ve Rubio-Romero J C, 2020, Management of legal compliance in occupational health and safety, A literature review, Safety Science, 121, 111–118.
- Stone T, Banks J, Brant H, Kesten J, Redfern E, Remmers A, Redwood S, 2020, The introduction of a safety checklist in two UK hospital emergency departments: A qualitative study of implementation and staff use, Journal of Clinical Nursing, 29(7–8), 1267–1275.
- Şeker A E, Durmuşoğlu Ş, Sulukan E, Özkan D, 2019, İş güvenliği donanımlarına özel bir bakış: Abkant örneği, Mühendis ve Makina, 60(696), 231–250.
- T.C. Türkiye Büyük Millet Meclisi 2012, 6331 Sayılı İş sağlığı ve güvenliği kanunu (md. 12, 17, 24), Resmî Gazete, 30 Haziran 2012, Sayı: 28339.
- Takala J, Hämäläinen P, Sauni R, Nygård C-H, Gagliardi D, Neupane S, 2024, Global regional and country level estimates of the work related burden of diseases and accidents in 2019, Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, 50(2), 73–82.
- Technische Regeln für Betriebssicherheit 2019, TRBS 1203: Zur Prüfung befähigte Personen (Ausgabe März 2019, geändert 2021), Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin.
- Tepe S, 2024, Dijital çağda önleme: Güvenli ve sağlıklı çalışma hayatı için çözümler, EJONS International Journal on Mathematics, Engineering and Natural Sciences, 8(4), 480–492.
- Tubis A, Werbińska-Wojciechowska S, Sliwinski P, Zimroz R, 2022, Fuzzy risk-based maintenance strategy with safety considerations for the mining industry. Sensors, 22(2), 441.
- Türk Akreditasyon Kurumu [TÜRKAK], 2019, TÜRKAK R.50-01 Muayene kuruluşlarının akreditasyonuna dair rehber.

- Türk Akreditasyon Kurumu [TÜRKAK] 2024 a, Akreditasyon faaliyetlerinde yer alacak denetçi ve teknik uzmanlar için genel esaslar ve gerekli nitelikler, TÜRKAK.
- Türk Akreditasyon Kurumu [TÜRKAK] 2024 b, Muayene akreditasyon başkanlığı.
- Türk Standardları Enstitüsü [TSE] 2015, Gözetim ve muayene hizmetleri duyurusu.
- Uyar M M, Demirpolat A B, 2025, Assessment of the problems faced by construction equipment operators actively working in the field and risk analysis of actively used equipment, *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 9(1), 59–68.
- Walters D, James P, 2011, What motivates employers to establish preventive management arrangements within supply chains? *Safety Science*, 49(7), 988–994.
- Walters D, Johnstone R, Bluff E, Limborg H J, Gensby U, 2021, Improving compliance with occupational safety and health regulations: an overarching review, *European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA)*, Bilbao.
- Weenink J W, Wallenburg I, Leistikow I, Bal R A, 2021, Publication of inspection frameworks: a qualitative study exploring the impact on quality improvement and regulation in three healthcare settings, *BMJ Quality & Safety*, 30(10), 804–811.
- Wood M H, 2014, Competency and training of Seveso inspectors: Recommendations and summary of current practice in EU Member States and affiliated countries (EUR 26912 EN), *Publications Office of the European Union*.
- Zengin M A, 2022, Türkiye inşaat sektörü iş kazalarının istatistiksel analizi, 2011-2020, *International Journal of Engineering Research and Development*, 14(2), 492–501.
- Zuraidi N, Ab Rani N I, Abdul Hadi A A, Ghafourian K, 2025, Safety of workers when dealing with machinery in construction Project, *Jurnal Kejuruteraan*, 37(2), 869–881.

İnternet Kaynakları

- 1- <https://www.ahearn.com>, 18.02.2026
- 2- <https://averroes.ai/blog/defect-detection-using-machine-learning>, 22.01.2026
- 3- <https://www.boomandbucket.com/blog/pre-operation-inspections-ensuring-operator-safety-with-heavy-equipment>, 09.01.2026
- 4- <https://www.build-news.com>, 14.03.2026
- 5- <https://en.calima.io/blog/dguv-prufung-wie-oft>, 11.01.2026
- 6- <https://canadasafetytraining.org>, 16.01.2026
- 7- <https://cbclaw.com.tr>, 20.01.2026
- 8- <https://www.dol.gov>, 25.01.2026
- 9- <https://climarketing.com>, 29.01.2026
- 10- <https://www.corerfid.com/puwer-pre-use-checks-offshore>, 06.03.2026
- 11- <https://calismaortami.fisek.org.tr>, 02.02.2026
- 12- <https://www.femko.com.tr>, 04.02.2026
- 13- <https://fleetio.com>, 07.02.2026
- 14- <https://www.form-qr-code-generator.com>, 10.02.2026
- 15- <https://gapsistemas.com.br>, 12.02.2026
- 16- <https://www.getclue.com>, 15.01.2026
- 17- <https://globalpeoplestrategist.com>, 14.02.2026
- 18- <https://hcss.com>, 17.02.2026
- 19- <https://heavyequipment.com>, 21.02.2026
- 20- <https://katalystengineering.com>, 24.02.2026
- 21- <https://www.leuze.com>, 26.02.2026
- 22- <https://www.lineevita.it>, 28.02.2026
- 23- <https://novelsvista.com>, 03.03.2026
- 24- <https://onixsystems.net>, 05.03.2026
- 25- <https://www.pilz.com/en-INT/support/law-standards-norms>, 08.03.2026
- 26- <https://www.qualityze.com>, 10.03.2026
- 27- <https://redlist.com>, 12.03.2026
- 28- <https://robatosystems.com>, 14.03.2026
- 29- <https://www.sagedata.com>, 16.03.2026

- 30- <https://simplyfleet.app>, 18.03.2026
- 31- <https://singletonengineering.com.au>, 20.03.2026
- 32- <https://www.szutest.com>, 22.03.2026
- 33- <https://www.technology-innovators.com>, 24.03.2026
- 34- <https://timly.com/en/crane-inspection/>, 26.03.2026
- 35- <https://www.ugetam.com.tr>, 27.03.2026
- 36- <https://upkeep.com>, 29.03.2026
- 37- <https://visiongain.com/predictive-maintenance-market/>, 31.03.2026

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cafer KARAHAN
Doğum Yeri ve Tarihi : Erzurum-Horasan 01/01/1974
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon / e-posta) : 0 544 767 7743

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Erzurum Atatürk End. Meslek Lisesi (1989 – 1992)
Ön Lisans : Erzurum Atatürk Üniv. MYO Motor Böl. (1993-1995)
Lisans : Gazi Üniv. Makine Bölümü Oto. Öğret. (1997– 2004)
Lisans : S. Demirel Üniv. Müh. Fak. Otomotiv Müh. (2020-2021)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

: S. Kursu öğretmenlik ve Kurum Müdürü (1997 – 2004)
: Neziroğlu Motorlu Araçlar (2005-2006)
: Altay Otomotiv Motorlu Araçlar (2006-2007)
: Aydoğanlar Motorlu Araçlar (2008-2009)
: Doğu Otomotiv (2010-2016)
: Türk Standartları Endüstrisi (2017-2025)
: Emekli (2025- Devam ediyor)