

T.C.
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

TÜRK SANAYİSİNDEKİ BİLGİSAYARLI BAKIM YÖNETİM
VE
KESTİRİMCİ BAKIM SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA

Yüksek Lisans Tezi

BURAK KUBİLAY

AĞUSTOS 2021

T.C.
İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

TÜRK SANAYİSİNDEKİ BİLGİSAYARLI BAKIM YÖNETİM
VE
KESTİRİMCİ BAKIM SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR
ARAŞTIRMA

Yüksek Lisans Tezi

BURAK KUBİLAY

DANIŞMAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ ARAFAT SALİH AYDINER

AĞUSTOS 2021

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu, akademik ve etik kuralları gözeterek çalıştığımı ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt ederim.

Burak Kubilay

Danışmanlığını yaptığım işbu tezin tamamen öğrencinin çalışması olduğunu, akademik ve etik kuralları gözeterek çalıştığını taahhüt ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Arafat Salih Aydın

İMZA SAYFASI

Burak Kubilay tarafından hazırlanan ‘**Türk Sanayisindeki Bilgisayarlı Bakım Yönetim ve Kestirimci Bakım Sistemlerinin Gelişimi Üzerine Bir Araştırma**’ başlıklı bu yüksek lisans tezi, İşletme Anabilim Dalında hazırlanmış ve jürimiz tarafından kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Tez Danışmanı:

Dr.Öğr.Üyesi Arafat Salih AYDINER

.....

İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Üyeler:

Prof.Dr. Selim Zaim

.....

Kurumu: İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi

Dr.Öğr.Üyesi Fatih Yiğit

.....

Kurumu: İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: / / 2021

ÖNSÖZ

İkinci Dünya Savaşından sonra endüstrilerde kullanılan varlıkların giderek karmaşıklaşması, bakım konusunun artan bir ivmeyle önem kazanmasına yol açmış ve bunun bir sonucu olarak bakım, iş stratejisini direkt destekleyen bir faktör haline gelmiştir. Son 20 yılda yaşanan baş döndürücü teknolojik gelişmeler de bakım konusundaki yeteneklerin hızla arttırılmasına vesile olmaktadır. Bunlara bağlı olarak, dünyada bakım yönetimi konusunda yapılan yatırımların hacmi giderek artmakta ve gelişmekte olan ülkeler liginde yer alan Türkiye’de de bunun yansımaları görülmektedir.

Dünya kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde kullanılması verimli, etkin ve doğru yönetilen organizasyonlar ile sağlanacaktır. Bu suretle, özellikle sanayi alanında isabetli yatırımların yapılması ve kaynakların verimli kullanılması hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmanın gelişmekte olan ülkeler için bir model olabilecek Türkiye’deki bakım bilgi teknolojileri uygulamalarını organizasyonel seviyede ele alarak bakım yönetim bilişim sistemi alanında gerçekleştirilen yatırımlara yön verilmesinde katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Çalışmam süresince ve duraksadığım zamanlarda bana yol gösteren tez danışmanım Sn. Dr. Öğr. Üyesi Arafat Salih Aydın’ın katkılarından dolayı şükranlarımı sunarım. Bunun yanında, yüksek lisans döneminde desteğini esirgemeyen ve beni motive eden babam İsmail Hakkı Kubilay, annem Ayşe Kubilay ve sevgili ablam Elif Kubilay’a tüm kalbimle teşekkür ederim.

ÖZET

TÜRK SANAYİSİNDEKİ BİLGİSAYARLI BAKIM YÖNETİM VE KESTİRİMCİ BAKIM SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Kubilay, Burak.

İşletme Ana Bilim Dalı, İşletme Tezli Yüksek Lisans Programı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Arafat Salih Aydın

Ağustos 2021. 108 sayfa.

Her geçen gün, kurumların sahip oldukları karmaşık ve pahalı sistemlerin idamesi güçleşmekte, işletme maliyetleri artmakta ve bakım stratejik yönetimine duyulan ihtiyaç ön plana çıkmaktadır. Pandemi sürecinde daha çarpıcı şekilde gündeme gelen sürdürülebilirlik konusu da bu anlamda organizasyonlar üzerinde ayrı bir baskı yaratmaktadır. Öte yandan, yoğun rekabet ortamında hayatta kalmaya çalışan kuruluşlar nezdinde, stratejik bakım ihtiyaçlarının doğru analiz edilmesi, varlık/donanım verilerinin sistematik bir şekilde toplanması, analiz edilmesi ve bakım işletme yönetiminin bu ögelere göre planlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu noktada, bakım karar alma destek süreçleri için Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemleri ve karmaşık alt sistemlerin bakım işletme performanslarını arttıran Kestirimci Bakım Sistemleri son yıllarda üzerinde yoğunlukla çalışılan konulardır. Sistem ve bütüncül yaklaşımlarda alt sistemlerin uyumunun genel verimliliğe katkısı vurgulanan bir husustur. Bu çerçevede yürütülen kaynak taramasında, ağırlıklı olarak bakım bilgi teknolojilerinin münferit performanslarına odaklanıldığı, alt sistemlerin uyumlu çalışması ve ahenginin toplam bakım işletme performansına olan etkilerine yeterince değinilmediği görülmüştür. Bu kapsamda Türkiye’de yürütülen saha araştırması ile organizasyonların bakım bilgi teknolojisi sistemleri kullanımı ve bakım performansları incelenmiştir. Bu suretle, parametrik olmayan testler kullanılmış ve test değişkenlerinin gruplar değişkenlerinde gösterdiği farklılıklar ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, Bilgisayarlı Bakım Yönetim ve Kestirimci Bakım Sistemlerinin grup değişkenlerinde beklentiler paralelinde, Bakım Performans Göstergelerinin ise beklentiler ile paralel olmayan şekilde farklılıklar gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bakım Stratejileri, Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi, Kestirimci Bakım, Bakım Performans Göstergeleri.

ABSTRACT

A RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF COMPUTERIZED MAINTENANCE MANAGEMENT AND PREDICTIVE MAINTENANCE SYSTEMS IN TURKISH INDUSTRY

Kubilay, Burak.

Department of Business Administration, Master's Program with Thesis

Advisor: Asistant Professor Arafat Salih Aydiner

August 2021. 107 pages.

With each passing day, the maintenance of complex and expensive systems of institutions becomes more difficult, operating costs increase and the need for maintenance strategic management comes to the fore. The issue of sustainability, which has come to the fore more strikingly during the pandemic process, creates a separate pressure on organizations in this sense. On the other hand, the necessity of analyzing strategic maintenance needs correctly, systematically collecting and analyzing asset / hardware data, and planning maintenance operation management according to these elements emerges in the presence of organizations trying to survive in an intensely competitive environment. At this point, Computerized Maintenance Management Systems (CMMS) for maintenance decision making support processes and Predictive Maintenance Systems (PdM), which increase the maintenance performance of complex subsystems, are the subjects that have been intensively studied in recent years. In systems and holistic approaches, the contribution of sub-systems' harmony to overall efficiency is an emphasized issue. In the literature review, it has been observed that the individual performances of maintenance information technologies are mainly focused on, and the effects of the harmonious operation of subsystems on the overall maintenance operation performance are not sufficiently addressed. In this context, the use of maintenance information technology systems and maintenance performance (MPI) of organizations were examined with the field research carried out in Turkey. In this way, non-parametric tests were used and the differences between the test variables and the group variables were revealed. As a result, it was determined that the group variables of CMMS and PdM differed in line with the expectations, while the MPI differed not in line with the expectations.

Keywords: Maintenance Strategies, Computerized Maintenance Management System, Predictive Maintenance, Maintenance Performance Indicators.

Özgeçmiş

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Burak Kubilay
Uyruğu :
Doğum Tarihi ve Yeri :
Elektronik Posta :

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lisans	Kara Harp Okulu, Sistem Mühendisliği Bölümü	2010
Lisans	Anadolu Üniversitesi, Uluslararası İlişkiler	2019

İŞ TECRÜBESİ

Tarih	Kurum	Görev
2010-2018	Jandarma Genel Komutanlığı	Muvazzaf Subay
2018-2020	YKS Tesis Yönetim Hizmetleri	Güvenlik Yöneticisi
2021-	Salcomp PLC	Güvenlik Uzmanı

YABANCI DİLLER

İleri düzeyde ingilizce, başlangıç düzeyinde italyanca.

YAYINLAR

Aydiner, Arafat Salih ve Kubilay, Burak “A Research for Computerized Maintenance Management System and Predictive Maintenance Investments in Turkish Industry”, *Artificial Intelligence Systems and the Internet of Things in the Digital Era (Proceedings of EAMMIS 2021)*,3 (2021), 263-277.

HOBİLER

Kripto paralar, insansız hava araçları, finansal piyasalar ve fon yönetimi, fitness, yüzme ve koşu.

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM I

1. GİRİŞ.....	1
1.1. AMAÇ	6
1.2. DENENCELER	7
1.3. ÖNEM.....	7
1.4. SINIRLILIKLAR.....	8
1.5. TANIMLAR	9
1.6. KISALTMALAR.....	14

BÖLÜM II

2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL ÇERÇEVESİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	15
2.1. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL ÇERÇEVESİ.....	15
2.2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	37
2.3. KAYNAK TARAMASI SONUÇLARI	37
3. YÖNTEM.....	38
3.1. ARAŞTIRMA MODELİ	38
3.2. EVREN VE ÖRNEKLEM.....	39
3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI	39
3.4. VERİLERİN TOPLANMASI.....	40
3.5. VERİLERİN ANALİZİ	41
4. BULGULAR	62
4.1. GRUP DEĞİŞKENLERİ VE KATILIMCI VERİLERİ.....	62
4.2. TEST DEĞİŞKENLERİ	65

BÖLÜM III

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	77
5.1. TARTIŞMA.....	77
5.2. SONUÇLAR.....	78
5.3. ÖNERİLER.....	80
EKLER.....	83
KAYNAKÇA.....	88

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Kestirimci Bakım Sistemi Test Değişkenleri.....	25
Tablo 2. Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi Test Değişkenleri.....	28
Tablo 3. Bakım Performans Kıstasları	32
Tablo 4. Bakım Performans Göstergeleri Test Değişkenleri	33
Tablo 5. Organizasyonlara Özgü Durumlar Grup Değişkenleri.....	34
Tablo 6. Faktör Analizi KMO and Bartlett Testleri Sonuçları.....	41
Tablo 7. Toplam Açıklanan Varyans Tablosu	42
Tablo 8. Döndürülmüş Bileşen Matriksi Tablosu	43
Tablo 9. Güvenilirlik Analizi İstatistikleri	44
Tablo 10. Toplam Öge İstatistikleri Tablosu	44
Tablo 11. Güvenilirlik Analizi İstatistikleri	45
Tablo 12. Toplam Öge İstatistikleri Tablosu	45
Tablo 13. Güvenilirlik Analizi İstatistikleri	46
Tablo 14. Toplam Öge İstatistikleri Tablosu	46
Tablo 15. Organizasyonel Karakteristikler	47
Tablo 16. Faktör Skorları Hesaplamaları	47
Tablo 17. Normallik Testi (Kolmogorov-Smirnov) Verileri	48
Tablo 18. Kruskal -Wallis Testi Anlamlılık Oranları	48
Tablo 19. Kruskal Wallis Testi Sonuçları	49
Tablo 20. Post-Hoc Testi Verileri	50
Tablo 21. Man -Whitney Testi Anlamlılık Oranları.....	52
Tablo 22. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları.....	53
Tablo 23. Man-Whitney Testi Anlamlılık Oranları.....	53
Tablo 24. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları.....	54
Tablo 25. Man-Whitney Testi Anlamlılık Oranları.....	54

Tablo 26. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları.....	55
Tablo 27.Mann-Whitney Testi	55
Tablo 28. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları.....	56
Tablo 29. Man-Whitney Testi Anlamlılık Oranları.....	57
Tablo 30. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları.....	57
Tablo 31. Man-Whitney Testi Anlamlılık Oranları.....	58
Tablo 32. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları.....	58
Tablo 33. Kruskall Wallis Testi Anlamlılık Oranları.....	59
Tablo 34. Kruskall Wallis Testi Sonuçları.....	59
Tablo 35. Post-Hoc Testi Verileri	60
Tablo 36.Sektörel Dağılımlar	62
Tablo 37. Katılımcı Pozisyon Dağılımı.....	62
Tablo 38. Faaliyet Alanları Dağılımı	63
Tablo 39. Yıllık Bütçe Dağılımı.....	63
Tablo 40. Toplam Personel Sayısı Dağılımı	64
Tablo 41.Yıllık Bakım Onarım Bütçesi Dağılımı	64
Tablo 42. Bakım Onarım Yapılan Makinelerin Ort. Piyasa Değerleri.....	64
Tablo 43. Bakım/Onarım Personel Sayısı Dağılımı.....	65
Tablo 44. Saha Personeli Kullanımı Dağılımı	65
Tablo 45. BBYS Grup Değişkenleri Denence Testleri Sonuçları	66
Tablo 46. BPG Grup Değişkenleri Denence Testleri Sonuçları.....	69
Tablo 47. KBS Grup Değişkenleri Denence Testleri Sonuçları.....	73
Tablo 48. Grup Değişkenleri Denence Test Sonuçları.....	76
Tablo 49. BBYS Frekans Değerleri	79
Tablo 50.BPG Frekans Değerleri	79
Tablo 51. KBS Frekans Değerleri	79

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Bakımda Değişen Beklentiler	16
Şekil 2. Bakım Stratejilerine Genel Bir Bakış.....	17
Şekil 3. Denizcilik Sektöründe Bakım Stratejilerinin Evrimi	18
Şekil 4. Bakım Stratejilerinin Sınıflandırılması	19
Şekil 5. Bakım Stratejilerinin Açık ve Kesin İfadesi İçin Gereken Yapı.....	20
Şekil 6. Bir Bakım Stratejisini Kesin ve Net İfade Etme Sürecinin Şematik Gösterimi.....	21
Şekil 7. Kestirimci Bakım Olgunluk Endeksi	24
Şekil 8. Bir Bakım Departmanı İçin Özet Bakım Amaçları.....	29
Şekil 9. Bakım Faaliyetlerinin ve Organizasyonel Gelişiminin Evrimi.....	31
Şekil 10. Bakımı Etkileyen Faktörler ve Bakım Performans Göstergeleri	31
Şekil 11. Araştırma Modeli	39

BÖLÜM I

1. GİRİŞ

İkinci Dünya Savaşından önce endüstrilerde kullanılan makine ve donanımların büyük kısmı basit ve abartılı tasarımlara sahipti. Ortaya çıkan arızalar önemli zararlara neden olmuyordu. Bakıma bakış açısı “Arızalanınca onar.” şeklindeydi (Waeyenbergh ve Pintelon, 2002:301). Ancak savaş sırasında üretim ihtiyacının artması ve savaş sonrası dönemin şartları üretim tesislerini giderek karmaşıktırdı. Elverişlilik, dayanıklılık (uzun ömür) ve uygun maliyetle üretim, işletmeler açısından önemli hedefler haline geldi. 1970’ler ve sonrasında güvenilirlik, elverişlilik, korunabilirlik, emniyet, çevre ve çoklu beceri gibi konuların üretimde ağırlık kazanması otomasyonun artışını beraberinde getirdi. Müşteri taleplerini karşılamak için üretkenlik, kalite ve elverişlilik hususlarına ihtiyaç arttı ve bu ihtiyaca cevap veren makineler daha karmaşık ve sermaye yoğun hale geldiler (Labib, 1998). Günümüzde endüstriyel tesislerde, makinelerde ve donanımlarda teknolojik gelişmeler aynı hızla devam etmekte, sistemlerin karmaşıklık seviyesi sürekli artmakta ve kontrolleri giderek zorlaşmaktadır. Tam zamanında üretim (Just In Time), yalın-çevik üretim sistemleri ve otomasyona bağlanmış entegre sistemlerin kullanımı, üretim sistemlerini risklere ve arıza kaynaklı duraklamaların sonuçlarına karşı hassaslaştırmıştır (Vineyard, Amoako-Gyampah ve Meredith, 2000). Bakımı iyi yapılmayan donanımlar ile çalışan bir tesis, düşük maliyetli ve yüksek kaliteli mallar ile hızlı teslimat isteyen pazarda önemli bir dezavantaja sahiptir (Desirey, 2000; Swanson, 2001 ; Cholasuke, Bhardwa ve Antony, 2004). Kamoun (2005), işletme ve müşterilerin elverişlilik, güvenilirlik ve hizmet kalitesi talepleri karşısında bu alanlarda yapılacak herhangi hatanın maliyetlerin artmasına ve gelirlerin azalmasına yol açacağını vurgulamaktadır. Yoğun rekabet ortamında sürdürülebilir kalite ve performans, üretim / hizmet faaliyetlerinin devamlılığı ve üretkenliği ile ilişkilidir (Alsyouf, 2006:142). Taleplerin karşılanabilmesi için üretimin / hizmetlerin istenen zaman ve yerde sağlanması gerekmekte, beklenmeyen arızalar sonucu süreçlerde yaşanan tıkanıklık ve sürtünmeler organizasyonların rekabet yarışında zarar görmesine ve geri kalmasına neden olmaktadır. Teknoloji ve talepteki farklılaşma yanında farklı uzmanlık alanlarının, endüstrilerin ve bunlara bağlı olarak farklı organizasyon yapılarının ortaya çıkması, bakım fonksiyonunun başa çıkmak zorunda olduğu problem sahasını arttırmakta ve bu durum da bakım kaynak dağıtımını zorlaştırmaktadır (Swanson, 2003). Bakım fonksiyonunun hassasiyeti işletme bütçelerinde de kendisini göstermektedir.

Ilangkumaran ve Kumanan (2012), endüstri türüne göre değişkenlik göstermekle birlikte, toplam üretim maliyetinin %15 ile %70 arasındaki bölümünün bakım fonksiyonu ile bağlantılı olduğunu aktarmaktadır. Dünya standartlarında bir performansa ulaşmak için şirketler giderek maliyetlerini düşürmekte, kalite ve üretkenliklerini arttırmaktadır (Swanson, 2001). Bakım fonksiyonunun organizasyon açısından artan önemi, bakıma iş stratejisini destekleyen stratejik bir fonksiyon olarak bakılmasına yol açmış ve bir zamanlar bakımı tarif etmek için kullanılan “Kaçınılmaz Olarak Katlanılan Durum” gibi geleneksel ifadelerin geçerliliğini yitirmesini sağlamıştır. Bakım fonksiyonu, üretim organizasyonlarının rekabetçi ortamda ayakta kalabilmeleri için vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir ve üretim fonksiyonu temel sürecinin önemli bir girdisini oluşturmaktadır (Al-Najjar ve Alsyouf, 2004 ; Kans, 2008). Duffuaa, Al-Ghamdi ve Al-Amer (2002) bakım yönetiminin kaynaklar, maliyet ve iş gücü gibi kısa dönem konuları ile uğraşırken, yakın geçmişte ilgisini rekabet, sürdürülebilirlik ve strateji gibi uzun dönem hedeflerine yönelttiğini ve bakım sistemlerinin organizasyonun amaç ve hedeflerine ulaşmak için anahtar rolü oynadığını belirtmişlerdir. Bu sebeple, bakım yönetimine stratejik bir perspektiften bakılmalıdır (Velmuguran ve Dhingra, 2014). Alsyouf (2006) çalışmasında, doğru bakım stratejisinin uygulanması ile bir şirketin yatırım getirisini %9 oranında arttırabileceğini ve rekabet avantajı yaratabileceğini göstermiştir. Bunun yanında yatırımın getirisindeki potansiyel artışın en az %14’ünün arıza etkisiyle meydana gelen plansız duraksamalar ve kalitesiz üretim ile ilişkili olan kayıplara bağlı olduğunu belirtmiştir. Bakım fonksiyonunun stratejik rolü diğer organizasyon fonksiyonlarıyla etkileşiminin artmasına neden olmuştur. Durán (2011), organizasyonların kâr etmeye devam etmeleri ve üretkenliklerini sürdürebilmeleri için bakım fonksiyonunun operasyon yönetimi ile sürekli koordinasyon ve yakın ilişki halinde olması gerektiğini ifade etmektedir. Velmuguran ve Dhingra (2014), maliyet etkin işletme faaliyetleri kapsamında kaliteli ve verimli üretim, elverişlilik, çalışan ve çevre güvenliği gibi hedeflerine ulaşabilmenin, örgütlerin bakım fonksiyonu ile diğer organizasyon fonksiyonlarını bütünleştirmesine bağlı olduğunu ifade etmiştir. Günümüzde küreselleşmenin de etkisiyle, odaklanılan nokta, bakım fonksiyonu ile tedarik zincirindeki diğer unsurlar arasında iç ve dış ortaklıkların yaratılmasıdır. Üretim sürecinde geliştirme için sağlanan geri bildirimler ve satın alma departmanına doğru üreticinin seçilmesi konusunda verilen destekler buna örnek olarak verilebilir (Alsyouf, 2007). Faaliyet gösterdikleri çevre ve ortaya çıkan ihtiyaçlar, organizasyonların bakım bölüm örgütlenmelerini etkilemekte ve farklı bakım stratejilerinin geliştirilmesini sağlamaktadır. Bu noktada, şirketlerin üretkenliklerini geliştirmek ve gider merkezlerini azaltmak üzere yaptıkları çalışmalar önemli rol oynamaktadır. Şirketler, genel olarak, reaktif bakım

stratejilerini terk ederek, dünya standartlarında üretim kalitesine ulaşmak için önleyici, kestirimci ve toplam kalite bakımı gibi ön alıcı saldırgan stratejilere geçmekte, bu dönüşümü gerçekleştiren kuruluş sayısı giderek artmaktadır (Swanson, 2001). Karmaşıklık ve belirsizlik, organizasyon, bakım fonksiyonu ve unsurları arasındaki ilişkiyi anlamak için önemli bir perspektif sağlamaktadır. Swanson (2003), örgütsel karmaşıklığın organizasyonların iç belirsizlikleri ile doğrudan doğruya bağlantılı olduğunu aktarmıştır. Üretim ve süreç çeşitliliğinin organizasyonların iç belirsizliğinde payı bulunmaktadır. Burada üretim çeşitliliği, talep eğilimleri çeşitliliği ve üretilen ürünlerin karmaşıklığını içermekte, süreç çeşitliliği ise üretimde kullanılan teknoloji (siparişe göre, devamlı veya toplu üretim) ve ürün hacim/çeşitliliği arasındaki mübadelelerden oluşmaktadır (Flynn ve Flynn, 1999). Organizasyon içi bir fonksiyon olarak, bakım unsurları belirsizliğe katkıda bulunan pazar kaynaklı dış çevre etkenlerinden bir dereceye kadar korunmuş durumdadır. Ancak, üretim organizasyonunu belirsizliğe iten iç faktörler, bakım fonksiyonu üzerinde diğer örgüt işlevlerine benzer şekilde etkide bulunmaktadır (Swanson, 2003). Dikey bilgi işleme kapasitelerinin artırılması ve bilgi işleme ihtiyaçlarının azaltılması örgütlerin çevresel belirsizlik ile başa çıkabilmek için kullanabileceği stratejilerdir. Bilgi işleme kapasitesinin artırılması kapsamında, bilgi sistemlerine yatırım yapılması veya yatay organizasyon iletişim kanallarının kullanılması söz konusudur. Bilgi işleme ihtiyaçlarının azaltılması ise kaynak bolluğu yaratma, müstakil görev tesisi ve çevre yönetimi ile gerçekleştirilebilir (Flynn ve Flynn, 1999). Swanson (2003), gelişmiş üretim teknolojilerinin iletişim, koordinasyon ve teknik uzmanlığı destekleyen bakım uygulamaları ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Bunun yanında, bakım fonksiyonunun üretim çevresindeki karmaşıklığa farklı bakım stratejileri / uygulamaları üstlenerek tepki verdiğini ve önleyici bakım, kestirimci bakım ve bilgisayarlı bakım yönetim sistemlerinin gelişmiş üretim teknolojileri ile güçlü bir şekilde ilişkilendirildiğini ortaya koymuştur. Bunun yanında, Swanson (2003), bakım organizasyonlarının önleyici/kestirimci bakım uygulamaları, büyüyen bakım departmanları ve saha bakımı faaliyetleri ile bilgi işleme ihtiyaçlarını azaltırken bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri (BBYS) ve yatay organizasyon ilişkileri vasıtasıyla da bilgi işleme kapasitelerini arttırdıklarını belirtmiştir.

Sonuç olarak, Swanson (2003: 59) çalışmasına paralel olarak, önleyici ve kestirimci bakım yaklaşımlarının, daha tahmin edilebilir ve yönetilebilir bir çalışma ortamı yaratarak, bakım fonksiyonuna donanım performansının ve elverişliliğinin artırılmasında destek verdiği ifade edilebilir. Diğer yandan bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri üretim ve bakım örgüt

kademeleri arasında dikey bilgi akışını hızlandırarak bakım fonksiyonunun problemlere daha hızlı reaksiyon göstermesini ve donanım performansını daha iyi yönetmesini sağlamaktadır. Tesis donanımları, makineler ve sistemlerin çalışma durumlarını görüntülemek için kullanılabilen mikro işlemci ve bilgisayar temelli cihazların gelişmesi, bakım işlemlerini yönetmek için gerekli araçları sağlamıştır. Dahası, bu unsurlar, gereksiz onarımların azaltılması veya ortadan kaldırılmasını sağlayabilecek, büyük arızaların önüne geçebilecek ve bakım fonksiyonunun üretim karlılığına karşı olumsuz etkilerini azaltabilecektir (Mobley, 2004). Durum görüntüleme, koşul temelli bakım ve bakım yönetim bilgi sistemleri endüstrilerde kullanılmaya başlanmıştır. Cihazların anlık durumlarını görüntüleme, otomasyon ve bilişim teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte kolaylaşmış ve bakım izole durumdan çıkıp daha entegre bir fonksiyon haline gelmiştir (Alsyouf, 2007). Bilişim teknolojilerindeki ilerlemeler ve bakım fonksiyonunun maliyet kaynağı olmaktan çıkıp bir değer yaratma unsuru olarak görülmeye başlanması, son yıllarda yapay zeka, artırılmış gerçeklik, büyük veri, nesnelerin interneti gibi teknolojilerin bakım fonksiyonuna uygulanmasını kolaylaştırmış ve bu alanda yapılan çalışmaların sayısı artış göstermiştir. Örneğin, Olalere ve Dewa (2018) yaptıkları çalışmada asansörlerin titreşim ve makine odası sıcaklığı verilerini nesnelerin interneti ve kestirimci bakım yaklaşımı dahilinde analiz edebilen proaktif bir bakım sistemi tasarlamışlardır. Kızrak ve Bolat (2019), uçak motolarının kalan yaşam ömürlerini uzun-kısa süreli bellek yapısı (LSTM) kullanarak tahmin edebilen bir kestirimci bakım çalışması yapmışlardır. Liu, He, Zhao, Zhang ve Zhou (2019), üretim montaj hatlarında akıllı sensörlerden elde edilen verileri, kestirimci bakım uygulamalarını kullanarak değerlendiren bir donanım sağlık görüntüleme sistemi tasarlamış ve geleneksel bakım yöntemlerine oranla %37,4 tasarruf sağlamışlardır. Kimera ve Nangolo (2020), yüzer liman balast pompaları üzerinde makine öğrenmesi metodu kullanarak kestirimci bakım yaklaşımı uygulayan bir sistem oluşturmuşlardır. Errandonea, Beltrán ve Arrizabalaga (2020), dijital ikiz yaklaşımının bakım fonksiyonunda kullanılması konusunda bir yaklaşım ortaya koymuşlardır. Dhall ve Solanki (2017), nesnelerin interneti ile birbirlerine bağlanan araçlar üzerinde kestirimci bakım uygulayabilen bir sistem önerisinde bulunmuşlardır. Katona ve Panfilov (2018), dağıtık işlem, büyük veri ve makine öğrenmesi prensiplerini kullanarak akıllı ısıtma, havalandırma ve klima sistemleri üzerinde uygulanabilecek bir kestirimci bakım sistemi oluşturmuşlardır. Baum, Laroque, Oeser, Skoogh ve Subramaniyan (2018), bakım fonksiyonunda kullanılan büyük veri uygulamalarını incelemişlerdir. Abbas ve Shafiee (2020) denizcilik sektöründe kullanılan metal yüzeylerde korozyon tahmininde bulunabilen kestirimci modelleri, bilgisayarlı bakım yönetim sistemlerini, yapay zeka ve bayes ağlarının

bakım üzerindeki uygulamalarını analiz etmişlerdir. Literatürde, sensörlerden elde edilen verilerin analizi sayesinde varlıkların anlık sağlık durumlarını gösteren durum görüntüleme, gelecekteki muhtemel sağlamlık durumlarını gösteren kestirimci bakım ve bunun daha da ötesinde gelecekte meydana gelebilecek arızalara uygulanacak onarım yöntemlerini tarif eden öngörücü bakım yaklaşımlarının yoğun olarak incelendiği ve araştırmaların donanım özelinde geri-bildirim sağlayabilen sistemler üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Accorsi vd. (2019), karmaşık sistemlerde gerçekleştirilecek bakım çalışmalarına ilişkin planlamaların, bu sistemler için özel olarak tasarlanmış ve entegre bir bakım yönetim sistemi ile desteklenmesi gerektiğini ifade etmektedir. Kestirimci bakım ve bilgisayarlı bakım yönetim sistemi özelindeki kaynaklar incelendiğinde, gerçek yaşamda sıkça görülen çoklu donanım, üretim hatları veya makine parkurlarından oluşan karmaşık tesislerde, alt sistemlere ilişkin boğucu veri denizinin (Pwc ve Mainnovation, 2017) düzenlenmesi, verilerin kullanışlı bilgiye dönüştürülmesi, bu bilgilere dayanarak bakım fonksiyonu kaynaklarının tüm tesisin ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde dağıtılması, bakım ihtiyaçlarının optimal çözüm ile karşılanması ve çok boyutlu sorunlarda bakım karar verme mekanizmasının veri analizleri ile desteklenmesi gibi problemlerin nasıl çözüleceği konusunda bir boşluk olduğu görülmektedir. Mathews vd. (2020), enerji üretim tesisleri özelindeki çalışmaların çoğunun izole tek bileşen üzerinde yapıldığını, tüm tesise ilişkin öngörülerde bulunabilmek ve geliştirmeler yapabilmek için alt bileşenlerin müşterek etkilerinin bilinmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Accorsi vd. (2019), araştırmaların çoğunlukla sürecin tek aşamasına yöneldiğini ve entegre bir yaklaşım gerektiğini, günümüz karmaşık üretim tesislerinin binlerce bileşenden oluştuğunu, manuel olarak tüm arızalar ve bunların muhtemel bağlantılarının düşünülmemeyeceğini aktarmışlardır. Bu saptamalar, diğer sistem parçaları ile ilişkili olan bileşenlerin her birinin kendine has bir işleyişinin olduğunu ancak bütünün amaçlarının gerçekleştirilmesinin nihai hedefi teşkil ettiğini vurgulayan sistem yaklaşımı ile paralellik göstermektedir. (Koçel, 2011). Ek olarak, bakım fonksiyonu bilişim sistemleri ve kestirimci bakım kabiliyetlerinin artırılması konularında yapılan akademik çalışmaların genel eğiliminin bütünsel bir yaklaşım ile değerlendirilmesi bakım fonksiyonu uygulamalarının sağlıklı gelişimi açısından katkı sağlayabilir. Örneğin, Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic ve Ait-Kadi, (2009) bilgisayarlı bakım yönetim sistemlerinin, bakım iş gücü, yedek parça envanterleri, onarım programları ve donanım geçmişleri hakkında çok çeşitli bilgilerin yönetilmesine yardımcı olduğu için bütünsel olarak konuşlandırılması gerektiğini aktarmışlardır. Bilişim sistemleri uygulamalarında anahtar kelimesi entegrasyon olan bütüncül düşünce, organizasyonlarda bilişim sistemleri/bilgi teknolojilerinin strateji, yönetim kontrolü, kalite ve insan kaynakları ile

çok daha fazla bütünleştirilmiş şekilde planlanması gerektiğini ifade etmektedir (Magalhães, 2004).

İhtiyaçlara paralel olarak bakım fonksiyonunun yükselen önemi, bilgi teknolojilerinin bakım yönetimindeki yoğunluğunu arttırmış ve ortaya çıkan sistemler organizasyon alt bileşenlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Ancak, bu alt bileşenlerin kendi aralarında veya organizasyonun bütünü ile etkileşimi konusunda boşluklar bulunmaktadır. Bunun da ötesinde, nesnelerin interneti, blok zinciri teknolojisi ve 5G altyapısının sahada sağlayacağı veri akışı kolaylığının organizasyon/sektör gruplarınca bakım yönetim alanında kullanılması da önemli bir sorunsaldır. Sonuç olarak, bu noktada, bakım bilgi teknolojileri yatırımlarının sektörlerde gösterdiği farklılıkların ve bakım performans göstergelerinin durumunun araştırılmasının bu boşluklara ışık tutulması açısından katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Bu suretle, tez çalışmasının birinci bölümünde çalışmanın amacı, çalışma modeli kapsamında oluşturulan denenceler, çalışmanın sınırlılıkları ve önemi, son olarak da çalışmada kullanılan terimlere ilişkin kaynaklardan alınan tanımlar sunulmuştur. İkinci bölümde, bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri, kestirimci bakım, bakım performans göstergeleri ve test değişkenleri özelinde, kaynak taraması sonucunda elde edilen tanımlar verilmiş, test/ grup değişkenleri ve araştırma modeli anlatılmış, veri analizi süreci ayrıntılı olarak açıklanmış ve çalışma bulgularına ilişkin değerlendirmeler sunulmuştur. Üçüncü bölümde ise elde edilen bulgulara ilişkin değerlendirmeler aktarılmıştır.

1.1. AMAÇ

Tez çalışmasındaki ilk amaç, bakım stratejilerini, bu stratejileri destekleyen bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri ve bakım yönetiminin başarısını ölçen bakım performans göstergelerini ayrıntılı olarak incelemektir. İkinci amaç, Türkiye’de bilgisayarlı bakım yönetim sistemlerinin belirlenmiş olan grup değişkenleri açısından incelenmesi ve gruplar içindeki olası farklılıkların araştırılmasıdır. Üçüncü amaç, Türkiye’de kestirimci bakım yönetim sistemlerinin belirlenmiş olan grup değişkenleri açısından incelenmesi ve gruplar içindeki olası farklılıkların araştırılmasıdır. Dördüncü amaç, Türkiye’de bakım performans göstergelerinin belirlenmiş olan grup değişkenleri açısından incelenmesi ve gruplar içindeki olası farklılıkların araştırılmasıdır. Kaynak taramasında, özellikle kestirimci bakım özelinde donanım-cihaz veya donanım-cihaz grupları özelinde çalışma yapıldığı, ancak organizasyonunun tümünün verimliliğine odaklanılmadığı görülmüştür. Her ne kadar, tek cihaz/donanım verimliliği önemli bir husus olsa da, organizasyonun bir bütün olması ve alt

sistemlerin uyumlu çalışması ile toplam verimliliğin sağlanabilmesi gözden kaçırılmaması gereken bir olgudur. Bu durumdan hareketle, yukarıda belirlenen amaçlar doğrultusunda Türkiye’de faaliyet gösteren organizasyonların bakım alanında yaptığı BT yatırımları ile ilgili genel bir perspektifin ve endüstriler arasındaki farklılıkların ortaya konulması amaçlanmaktadır.

1.2. DENENCELER

CMMS, 1980’lerden beri donanım yönetimi için merkezi odak noktası olmuştur ve bakım verimliliğine ulaşmanın anahtarı olarak görülmüştür (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic ve Ait-Kadi, 2009). Kaynaklar incelendiğinde bilgisayarlı bakım yönetim sistemlerinin bakım performansını ve bakım yönetim fonksiyonunun etkinliğini arttırdığı görülmektedir. Bu kapsamda, bilgisayarlı bakım yönetim sistemlerinin Türk endüstrilerindeki durumunu incelemek üzere aşağıda görülen “Denence-1” oluşturulmuştur:

H0: Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi test değişkeni grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.

H1: Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi test değişkeni grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahip değildir.

Kestirimci bakım sistemlerinin Türk endüstrilerindeki durumunun araştırılması kapsamında oluşturulan “Denence-2” aşağıdaki gibidir:

H0: Kestirimci Bakım Sistemi test değişkeni grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.

H1: Kestirimci Bakım Sistemi test değişkeni grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahip değildir.

Türk endüstrilerinde bilgisayarlı bakım yönetim ve kestirimci bakım sistemlerinin yarattığı toplam faydayı görmek üzere bakım performans göstergelerinin durumunun araştırılması önem taşımaktadır. Bu kapsamda oluşturulan “Denence-3” aşağıda sunulmuştur:

H0: Bakım performans göstergeleri test değişkeni grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.

H1: Bakım performans göstergeleri test değişkeni grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahip değildir.

1.3. ÖNEM

Tesis/makine/cihazların yaşam sürelerinin uzatılması, üretimde/hizmette devamlılıklarının sağlanması, taleplerin karşılanabilmesi ve işletmelerin işlevlerinin sürdürülmesi, büyük ölçüde bakım fonksiyonunun doğru şekilde çalışmasına bağlıdır. Makro açıdan bakıldığında

bakımın, ülke ekonomisi kaynaklarının verimli kullanılması ve bu sistemde faaliyet gösteren işletmelerin karlılığının sürdürülmesinde önemli etkileri bulunmaktadır. Bu tez çalışması ile ülkemizdeki kamu/özel sektör kuruluşlarının bakım alanında yaptıkları BT yatırımları konusunda önemli bir perspektif elde edilecektir. Bu verilerin, yatırımların etkinliğinin görülmesi açısından yol gösterici nitelikte olduğu değerlendirilmektedir. Öte yandan, çalışmanın bilgisayarlı bakım yönetim ve kestirimci bakım sistemleri çalışmalarının organizasyon verimliliğini ön planda tutan bütüncül bir perspektif ile ele alınmasına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

1.4. SINIRLILIKLAR

Bu çalışma coğrafi olarak Türkiye’de faaliyet gösteren organizasyonlara odaklanmıştır. Bu suretle elde edilen veriler, benzer coğrafya dışındaki uygulamalar konusunda net bir bakış açısı sağlayamayabilir. İkincisi, çalışmanın maksadına paralel olarak Türkiye’nin genel resmini, farklı sanayi alanlarında ve farklı büyüklükte organizasyonlardan veri toplayarak elde etme yoluna gidilmiştir. Belirli bir sektöre veya belirli ölçekteki firmalara odaklanmak daha derin bir araştırmanın konusu olabilir.

Veri toplanan organizasyonların bilgi teknolojisi olgunlukları konusunda veri sahibi olunmadığından analizlerde bu husus göz ardı edilmiştir. Organizasyonların bilgi teknolojisi olgunluklarını ölçmek ve buna göre bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri, kestirimci bakım sistemleri ve bakım performans göstergeleri arasındaki ilişkileri incelemek daha derin bir araştırmanın konusu olabilir. Çalışmada odaklanılan konular, bilgisayarlı bakım yönetim sistemi, kestirimci bakım sistemi ve bakım performans göstergeleridir. Saha çalışması da bu hususlar etrafında yürütülmüştür. Son olarak, bu yüksek lisans tezi bakım yönetim bilişim sistemlerinin uygulama seviyesini ve sistemler arasındaki ilişkileri bakım performans göstergeleri üzerinden incelemeyi amaçlar. İncelemelerde organizasyonun stratejik seviyesine odaklanılmış ve veri toplama süreci bu doğrultuda yönetilmiştir. Tez çalışmasında, operasyonel seviyedeki bakım organizasyonu kaynak araştırmasına odaklanmayacak, araç ve teknik kullanımı ile ilgili bilgi verilmeyecektir. Ek olarak, organizasyonlara ilişkin bakım onarım verileri, herhangi değerlendirilmeye tabi tutulmadan doğru olarak kabul edilmiş ve çalışmada kullanılmıştır. Organizasyonların dâhili veri üretme süreçleri, (Verilerin bakım onarım fonksiyonu açısından yeterli özelliklere sahip olup olmadığı veya bu verilerin diğer organizasyon fonksiyonları ile bütünleşmiş bir şekilde oluşturulup oluşturulmadığı vb.) bu çalışmanın konusu dışında tutulmuştur.

1.5. TANIMLAR

Üretim : İşletme açısından üretim kavramı, fayda yaratma, mühendislik açısından ise fiziksel varlıkların üzerinde katma değer yaratarak değişiklik yapma, ham madde veya yarı mamullerin mamule dönüştürülmesi süreci olarak ifade edilebilir. Bu ifadelere bağlı olarak üretim, “ekonomik değere sahip olan mal veya hizmetlerin elde edilmesini temin eden faaliyetler bütünüdür.” şeklinde açıklanabilir (Akyurt, 2017:7).

Üretim Sistemi: Sistem, aralarında anlamlı ilişkilerin olduğu belirli parçalardan (alt birim/sistemlerden) oluşan ve bu parçaların da dış çevre ile ayrıca ilişki içerisinde olduğu anlamlı bir bütündür. Birleşik ve bütünleşmiş kısımlardan oluşan bir yapı, olay, faaliyet veya kavram bir sistem olarak değerlendirmeye alınabilir. (Koçel, 2011).

Üretim sistemi ise, organizasyonların amaçlarına ulaşmaları ve işlevlerini yerine getirebilmeleri için sistem dâhilinden veya haricinden sağlanan girdilerin faydalı bir fiziksel çıktıya dönüştürülmesi süreci olarak tanımlanabilir.

Bir işletmede, üretim sisteminin büyümesi ve üretim miktarının artması, tüm sistemin hassasiyetini ve bakım faaliyetlerinin önemini arttırmaktadır. Yüzlerce tezgâhtan oluşan bir üretim hattında bazen birkaç ekipmânın arızalanması bile zincirleme etkilere neden olarak bütün sistemin durmasına neden olabilir (Üçüncü, 2017:4).

Arıza : Genel olarak bir sistemin, kendisinden beklenen fonksiyonu yeterince veya tamamen yerine getirmemesi, sistemin çalışmayı durdurması, üretim hızının ve arızaya bağlı olarak işletme kalitesinin düşmesi sonucunda ortaya çıkan durum, arıza olarak adlandırılmaktadır (Ünal, 2009:3). Bakım yönetimi açısından arıza tiplerinin maliyet ve sıklık gibi unsurların dikkate alınmak suretiyle önceliklendirilmesi ve bakım faaliyetlerinin bu önceliklendirmeye göre ele alınması gerekmektedir. Arızalar aşağıdaki şekiller ile (Üçüncü, 2017) ortaya çıkabilir:

- Çatlaklar,
- Kırılmalar,
- Deformasyonlar,
- Aşınma,
- Korozyon, erozyon, boşluk oluşumu,
- Malzeme yoğunluğu,
- Eskime olayı,
- Kesilme,

- Birleşme yerlerindeki gevşemeler vb.

Bakım ve Bakım Fonksiyonu: Organizasyonlarda üretimin sağlıklı bir şekilde sürmesi, sistem ve donanımların aksama olmadan çalışmasıyla sağlanabilir. Bunu temin eden bakım, sahip olunan sistem ve ekipmaların yaşam döngüsü boyunca istenen işlevi yerine getirebilmesi için yapılan, koruma ve yenileme işlemlerini kapsayan teknik, idari ve yönetsel faaliyetlerin bir birleşimidir (BS EN 13306, 2010: 5). ISO 14224 (2006: 5) standardı buna paralel olarak bakımı, bir donanım veya sistemin işlevini yerine getirebileceği bir durumda tutmayı ve gerektiğinde bu kapsamda yenileştirme yapmayı amaçlayan teknik ve ilgili yönetsel işlemlerin birleşimi olarak tanımlamaktadır. Velmurugan ve Dhingra (2014: 1623), bakımın bir tesisteki donanımların sağlıklı çalışmasını sağlamanın yanı sıra aynı zamanda kuruluşun en uygun maliyet ve azami üretim ile amaçlarına ve hedeflerine ulaşması için hayati rol oynadığını aktarmaktadır. Fabrika, enerji tesisi, araçlar, donanımlar ve makineler gibi varlıklardan etkin bir şekilde faydalanabilmek için bakım fonksiyonu teknik becerilere, yöntem ve metotlara gereksinim duymaktadır. Bakımın temel maksadı sistemin işlevini (elverişlilik, verimlilik ve ürün kalitesi), yaşamını, güvenliğini az enerji tüketimi ile sürdürmesini temin etmektir. Bakımı iyi yapılmayan makineler, ürün ve hizmetlerin durmasına yol açan beklenmedik arızalara sebebiyet verebilirler (Velmurugan ve Dhingra, 2014: 1625).

Düzeltilici Bakım : Düzeltilici bakımda, sistem arıza meydana gelene kadar çalışmayı sürdürmektedir. Düzeltilici bakım kapsamında, bir tesis veya donanımın fonksiyonunun durmasına veya üretim kalitesinin kabul edilebilir ölçütlerin dışına çıkmasına neden olan arıza gerekçeleri belirlenir ve giderilme yolları bulunur (Swanson, 2001: 238).

Onarım-Tamir : Bir donanımın gereken işlevi yerine getirebilmesi için yapılan fiziki müdahalelerdir (BS EN 13306, 2010: 15).

Önleyici Bakım : Cihazlardaki kullanımlar ile orantılı olan, esas amacın makinelerin arızalarını çıkarmak yerine başlangıçta arızanın ortaya çıkmasını önlemek olan bakım türüdür (Üçüncü, 2017). Bu bakım türünde donanımın belirli zaman veya mesafede arızalanacağı öngörülür ve bu kapsamda yağlama, parça değiştirme, temizleme ve ayarlama faaliyetleri yürütülür (Swanson, 2001).

Koruyucu Bakım (Periyodik Bakım): Koruyucu bakım, üretici firma tarafından veya yapılan incelemeler neticesinde oluşturulan periyodik bakım programı kapsamında gerekli onarım faaliyetlerinin gerçekleştirilmesidir. Periyodik veya sistematik bakım olarak da ifade edilmektedir (Ünal, 2009).

Kestirimci Bakım: Donanımın çalışması esnasında dönen veya hareket eden parçaların titreşim ölçüm değerleri gibi verilerin istatistiksel yöntemeler ve eğilim çözümleme teknikleri kullanılması suretiyle arıza olayının gelişimi sürecinin izlenmesi ve müdahale edilmesi esasına dayanır (Üçüncü, 2017).

Yenileme: Tesislerin, donanımların, makine ve teçhizatların arıza meydana gelmeden öncebelirli dönemler ile ve ayrıntılı bir şekilde tek tek muayene edilmesi, arıza meydana gelmeden bakımı ve gerektiğinde onarımı faaliyetlerinden oluşur (Üçüncü, 2017).

Bakım Politikası: Bakım politikaları, üretimi/hizmeti tamamıyla aksatmamak, beklenmeyen arızaları minimize etmek, bunlara bağlı olarak da tesisin genel güvenilirliğini yükseltmek maksadıyla izlenecek yolları ifade eder ve işletme seviyesinde kimin, nerede, ne yaptığını tanımlar (Kans, 2007: 33). Belirli bir politika dâhilinde gerçekleştirilmeyen bakım faaliyetleri gereksiz maliyetlere neden olacak en uygun işletme hedefinden uzaklaşılacaktır. Ürünlerin/hizmetlerin teslimini istenen kalite ve zamanda sağlama hedefine ulaşmak ve rekabeti sürdürebilmek için doğru bakım politikasının uygulanması gerekir. Bu husus, arıza süresini minimuma indirerek maliyetleri azaltır, kalitenin ve üretkenliğin gelişmesine vesile olur (Seecharan, Labib ve Jardine, 2018: 75). Bakım politikası, seçilen bakım yaklaşımlarının (Stratejilerinin) etkili bir şekilde uygulanması için ana esaslar sağlar (Velmuguran ve Dhingra, 2014: 1640). Üretimin türüne göre endüstrilerde kullanılan üretim teknolojileri farklılık göstermekte ve duruma uygun bakım yaklaşımlarına gereksinim duyulabilmektedir (Mungani ve Visser, 2013: 11). Bakım politikasını tanımlamak üzere arıza sıklığı, maliyet ve arıza tesiri gibi esaslar çerçevesinde tüm elemanların sinaması yapılmalıdır. (Örneğin arıza için beklenmeli mi veya arıza önlenmeli mi?) Sonuç olarak, bakım yaklaşımı (stratejisi), farklı makineler için farklı bakım politikalarından oluşacak (Bevilacqua ve Braglia, 2000), farklı bakım politikalarından veya bunların karışımından faydalanacaktır. Dahası, seçilen bakım politikası/politikaları tekrar değerlendirilecek ve durum değiştiğinde yeni seçeneklere göre güncellenecektir (Muyingo, 2009). Eğer uygun bakım politikaları kullanılırsa, arızalar en az seviyeye indirilerek önemli oranda tasarruf sağlanabilir (Fredriksson ve Larsson, 2012). Optimal politikanın belirlenmesi ise, doğrudan şirketin iş planından ve hedeflenen performanstan türetilecek olan bakım hedeflerinin tanımına dayanmalıdır (Crespo Marquez ve diğerleri, 2009).

Bakım Felsefesi: Bakım felsefesi, şirket içinde bakım fonksiyonunun rolünü ve bu rolün oynanması için seçilen yaklaşımı tanımlamaktadır (Fredriksson ve Larsson, 2012: 18). Bakım felsefesi, belirli bakım amaçlarına veya bu amaçlara ulaşma yollarına temas etmek yerine tüm bakım sisteminin çerçevesini çizmektedir (Kans, 2008: 33). Fredriksson ve Larsson (2012:

18), bir bakım stratejisi geliştirilmek isteniyorsa ilk yapılması gerekenin bakım felsefesini açıklamak olduğunu belirtmişlerdir.

Bakım Yönetimi: 2010 Avrupa Bakım Terminolojileri standart sözlüğü (EN 13306,2010: 5) bakım yönetimini; bakım hedeflerini, stratejilerini, sorumluluklarını belirleyen tüm eylemler ve bu eylemlerin uygulaması olan bakım planlaması, bakım kontrolü ve bakım faaliyetlerindeki geliştirme işlemleri olarak tanımlamaktadır. Varlıkların bakım yönetimi uzun dönem(stratejik), orta dönem(taktik) veya kısa dönem kararlarından oluşur. Bütün bu kararlar bakım stratejisinin oluşturulması, seçilmesi ve uygulanması için çok önemlidir (Velmuguran ve Dhingra, 2014: 1636). Pintelon ve Gelders (1992) makalelerinde bakım yönetiminin farklı safhalarını ele almışlardır. İlk olarak işletme yönetiminde sistem tasarım safhaları, ikincisi bakım karar verme ve üçüncü olarak karar verme için kullanılabilecek yönetsel araçlar çalışmada ele alınan konulardır. Planlama ve programlama bakım yönetimi için önemli konulardır. Bakım bölümü zamanının %13'ünü planlamaya ayırsa da zamanının üçte birini planlanmamış bakım görevleri için harcamaktadır. Plan ve programlamadaki verimsizlikler bakım departmanlarının hedeflerine ulaşmasını engellemekte ve bu da şirketlerin işletme karlarını yükseltmelerini ve rekabet avantajı elde etmelerini engellemektedir (Alsyouf, 2009: 212). Üst yönetim ve liderler, bakım bölümlerinde çalışan kişilere yol göstermeli ve destek vermelidir. Bunun da ötesinde, bakım stratejisini tüm şirket ve üretim stratejisi ile ilişkilendirmek için uğraş göstermelidirler. Bakım fonksiyonunun şirket performansına etkisinin gösterilmesi önemli bir ihtiyaçtır (Alsyouf, 2009: 222).

Bakım Amaçları ve Hedefleri: Bakım yönetiminin ana amacı operasyon ve işletme amaçlarına ulaşmak için “Toplam Varlık Yaşam Döngüsünün” en uygun halde tutulması ve tesis / donanımların kullanıma elverişliliğinin en yüksek seviyede bulunmasıdır. Bakımın ana amacı, sistemin işlevini (Kullanıma elverişlilik, verimlilik ve ürün kalitesi), yaşamını (Varlık yönetimi) ve iş güvenliğini az enerji tüketimi ile sürdürmesini sağlamaktır. İyi bakım yapılmayan donanımlar beklenmedik arızalara neden olarak hizmetin veya üretimin aksamasına yol açabilir (Velmurugan ve Dhingra, 2014: 1625). Tesislerde bakım işlevinin amacı, her türlü donanım ve bileşenin istenen işlevi yerine getirmesini sağlayacak çalışma düzeninde tutulması için arızaları önleme, emniyeti sağlama ve aynı zamanda çevreyi koruma hedeflerinden oluşur (Al-Najjar et al. 2004: 647). Pintelon ve Parodi-Herz (2008: 22), bakım yönetiminin ana amacının toplam varlık hayat döngüsünün optimizasyonu olduğunu belirtmektedirler. Tesis/donanımın maksimum elverişliliğinin ve bu varlıkların işletme/kurum amaçlarına ulaşmak için güvenilir ve emniyetli olmasının sağlanması örnek olarak verilebilir.

Bakım Stratejisi /Yaklaşımı: Avrupa bakım terminolojileri sözlüğü bakım stratejisini bakım hedeflerine ulaşmak için kullanılan yönetim metodu olarak tanımlamaktadır (EN 13306, 2010: 5). Bakım stratejisi bir kurumun, varlıklarının sağlamlığını ve emniyetini muhafaza etme konusundaki vizyonunu tanımlamaktadır (Abbas ve Shafiee, 2020: 3). Waeyenbergh and Pintelon (2002: 307) ise bakım stratejisini, elverişlilik, güvenilirlik gibi bakım hedeflerine ulaşmayı sağlayacak yolun yapısal bir yaklaşım ile yaratılması olarak tanımlamaktadırlar. Bakım yaklaşımı, bakım stratejisi ile genel olarak aynı anlamda kullanılmakta ve şirketler tarafından bakım yönetimini geliştirmek için takip edilen bir strateji olarak tanımlanmaktadır. Bakım yaklaşımı, arıza ve sonuçlarını minimize etmeyi hedefleyen eylem, icraat ve uygulamalardan oluşur (Alsayouf, 2009: 218). Bakım stratejisinin içeriği, tesis doğasına, bakım hedeflerine veya devamlılığı sağlanacak donanıma, çalışma ortamına ve iş akış modellerine (ürün odaklı, süreç odaklı) dayalı olan teknik ve/veya politikaların bir karışımıdır (Alsayouf, 2007: 71). Aşağıdaki genel hedefleri karşılayan bir bakım stratejisini tanımlamak bakım yönetimlerinin sorumluluğudur.

- En uygun maliyetle varlıkların ihtiyaçları karşılamaya hazır olmasını sağlamak
- Varlıklar ile ilişkili emniyet ve diğer zorunlu gereklilikleri dikkate almak
- Çevresel etkileri dikkate almak
- Maliyetleri düşünerek gerektiğinde varlıkların/ürünlerin/verilen hizmetin dayanımını ve/veya kalitesini arttırmak (EN 13306, 2010: 4)

1.6. KISALTMALAR

BBYS	:	Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi
BPG	:	Bakım Performans Göstergeleri
KBS	:	Kestirimci Bakım Sistemi
BT	:	Bilgi Teknolojileri
BS	:	Bilişim Sistemleri



BÖLÜM II

2. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL ÇERÇEVESİ VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. ARAŞTIRMANIN KURAMSAL ÇERÇEVESİ

2.1.1. Bakım Stratejileri

2.1.1.1. Tarihsel Gelişim

Birinci Nesil: I. nesil, II. Dünya Savaşı dönemine kadar olan zamanı temsil etmektedir. O dönemde, sanayilerdeki makineleşme oranı yüksek olmadığından arızalar ve duraklama süreleri fazla önem arz etmiyordu. Bu husus da donanım arızalarının önlenmesinin birçok yönetici tarafından birinci öncelik olarak görülmemesi ile bağdaştırılabilir. Bunun yanında, donanımların çoğu basit ve abartılı tasarımlara sahipti. Bu durum da donanımların güvenilir ve kolayca onarılabilir olmasına katkı sağlıyordu. Sonuç olarak, basit temizleme, servis ve yağlamanın ötesine geçen sistematik bir bakım ihtiyacı bulunmamaktaydı. Bununla paralel olarak, bakım yeteneklerine duyulan ihtiyaç da az seviyedeydi (Moubray, 1997).

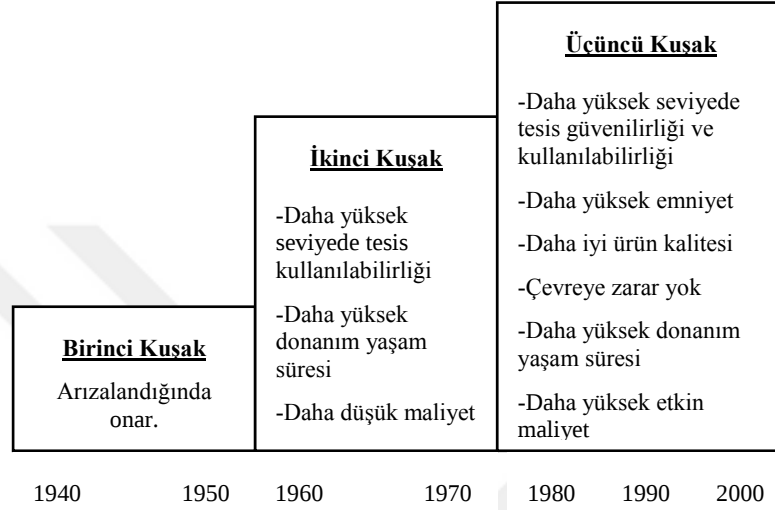
İkinci Nesil: İkinci Dünya Savaşı sırasında durumlar önemli bir değişim göstermiştir. Savaş dönemi, tüm sektörlerdeki talebi arttırmış ve endüstri iş gücü arzı önemli şekilde düşüş göstermiştir. Bu husus, makineleşmenin artışına yol açmıştır. 1950’lerde daha karmaşık makineler ortaya çıkmış, sayıları artmış ve sanayi üretimi bu makinelere dayanmaya başlamıştı. Makinelere duyulan ihtiyaç, arızaların ve duraklamaların da mercek altına alınmasını beraberinde getirmiştir. Buna bağlı olarak, arızaların önlenebileceği ve önlenmesi gerektiği düşüncesi hâsıl olmuş ve önleyici bakım kavramı ortaya çıkmıştır. 1960’larda önleyici bakım, belirli dönemlerde yapılan bakımlar ile gerçekleştirildi.

Diğer işletme maliyetlerine oranla bakım maliyet oranları da hızla yükselmeye başlamıştı. Buna bağlı olarak, bakım planlama ve kontrol sistemleri ortaya çıktı. Bu husus, bakımın faaliyetlerinin kontrol altına alınmasında önemli pay sahibi oldu ve halen bakım uygulamalarındaki yerini muhafaza etmektedir. Son olarak, duran varlıklara ayrılan sermayenin büyüklüğü insanları bu varlıkların yaşam sürelerini maksimize etmeye itti (Moubray, 1997).

Üçüncü Nesil: 1970’lerin ortasından itibaren, sanayideki değişim süreci daha fazla ivme kazandı. Değişim, yeni araştırmalar, yeni beklentiler ve yeni teknikler olarak sınıflandırılabilir. Fiziksel varlıklara olan ihtiyacımız gün geçtikçe gelişmekte, buna bağlı

olarak da bu varlıklara sahip olma maliyetleri giderek artmaktadır. Bu varlıkların temsil ettiği maksimum yatırım geri dönüşlerine (Return of Investment) ulaşabilmek için, varlıkların etkin olarak ve istenen süre ile çalıştırılmaları önem arz etmektedir.

Bakım maliyetleri yükselmekte ve hatta işletme maliyetlerinin en yüksek kısmını temsil edebilmektedir. 30 yıl içinde neredeyse hiçbir önemi yokken, bakım maliyet kontrolü en önemli unsurlardan biri haline gelmiştir (Moubray, 1997).

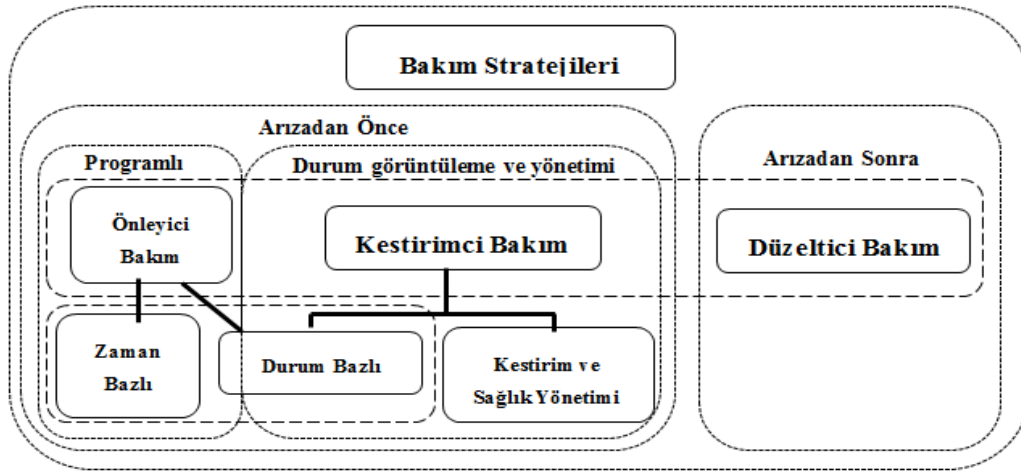


Şekil 1. Bakımda değişen beklentiler (Moubray, 1997: 3)

Son Gelişmeler

Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler, sensörlerin sağladığı veri akışı ve üretimde sürekliliğin önemini muhafaza etmesi bakım organizasyonlarında da karşılığını bulmuştur. Donanımların içerisine yerleştirilen sensörler sayesinde kritik verilerin elde edilmesi sağlanmış ve bu verilerin doğru teknikler ile işlenmesi cihazların gerçek zamanlı sağlık verilerinin izlenmesi mümkün olmuştur. Günümüzde, gerçek zamanlı izlemenin de ötesinde, “Büyük Veri” ve veri işleme tekniklerinin daha da gelişmesiyle donanımlarda gelecekte ortaya çıkabilecek arızaların bilinmesi ve buna göre bakım planlaması yapılması konuları gündeme gelmektedir (Pwc ve Mainnovation, 2017). Buna ek olarak, kök neden analizleri ile donanımların yapısında arızaya dolaylı olarak neden olan durumlar ortaya konarak, arızaların hangi yöntem ile giderileceği dahi ortaya konabilmektedir. Bakım literatüründeki çalışmaların ortak paydası, tek donanım, tek cihaz veya aynı tür cihazların bakım performanslarının artırılması üzerindedir. Ancak, daha önce de belirtildiği gibi organizasyonel bütünlük, bakım alanı açısından ziyadesiyle önem taşımaktadır ve yeni sistemlerin kendi arasında veya daha önceki sistemler ile uyumlu çalışması bu noktada önemli katkı sağlamaktadır.

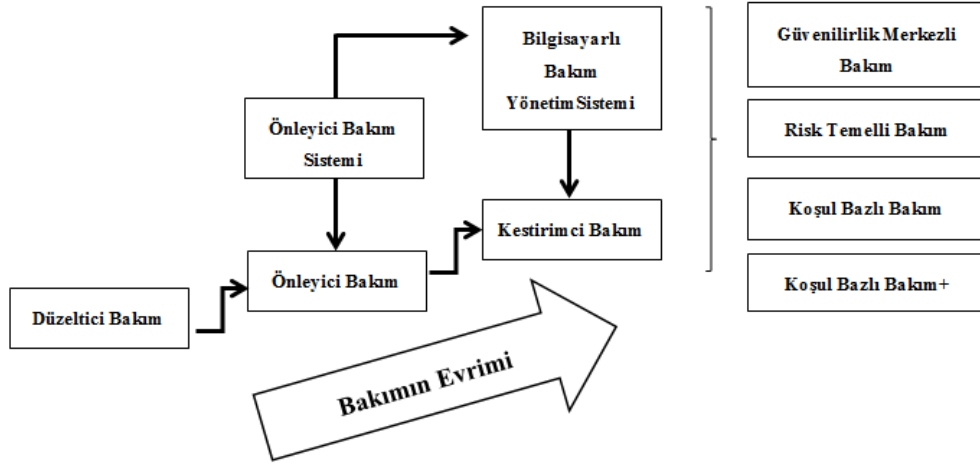
2.1.1.2. Bakım Stratejilerinin Sınıflandırılması



Şekil 2. Bakım Stratejilerine Genel Bir Bakış (Montero Jimenez vd., 2020: 540)

Çeşitli araç ve politikalardan faydalanan bakım stratejisinin uygun bir şekilde tasarlanması, elverişlilik seviyesi ve toplam bütçeyi de göz önüne alarak başlangıçta her tesis, makine veya bileşen için en iyi bakım politikasını tanımlamayı gerektirir. (Swanson, 1997). Makine performansı, öncelikli olarak arıza süresi ve sıklığı ile ilişkilidir; bu yüzden kritik makineleri bu iki kriterle göre sıralamak doğru bir bakım stratejisini belirlemek açısından önemlidir. Bakım stratejileri/yaklaşımları karşılaştırılmaz; bir strateji tüm makinelere uygulanamayacağı gibi tüm stratejiler de bir makineye uygulanamaz (Seecharan, Labib ve Jardine, 2018). Bakım stratejisi, tesisleri ve donanımları muhafaza etme konusundaki sistematik bir yaklaşımı yansıtmaktadır ve tesisten tesise değişiklik gösterir. Tanımlama, araştırma, onarım, değiştirme, denetleme kararları ve üretim ve diğer ilişkili fonksiyonlarla eşgüdümlü şekilde tesisteki her donanım için en iyi yaşam planının ortaya koyulması ile ilgilenmektedir. (Kelly, 1997). Bakım stratejisi, hangi olayların (Örneğin arıza, durum, zamanın geçmesi) ne tür bakım eyleminini tetikleyeceğini (denetim, onarım veya değişim) tanımlamaktadır. (Velumuguran ve Dhingra, 2014) Genel olarak, bakım yaklaşımları/stratejileri özelindeki çalışmalar, üretim fonksiyonu ve bakım sisteminin toplam maliyetlerini en aza indirme amacıyla işletme araçları ve politikalarının ideal bir karışımını tanımlamaya çalışırlar (Bevilacqua ve Braglia, 2000; Alsyof, 2009). Swanson(2001), şirketlerin farklı bakım yaklaşımlarına sahip olabileceğini ve çeşitli endüstrilerde bakım konusundaki farkındalığın artması sonucunda bakım yönetim uygulamalarını desteklemek üzere çok sayıda strateji geliştirildiğini ifade etmektedir. Bakım stratejilerinin sınıflandırılması konusunda literatürde bir görüş birliği olmadığı görülmektedir. En çok

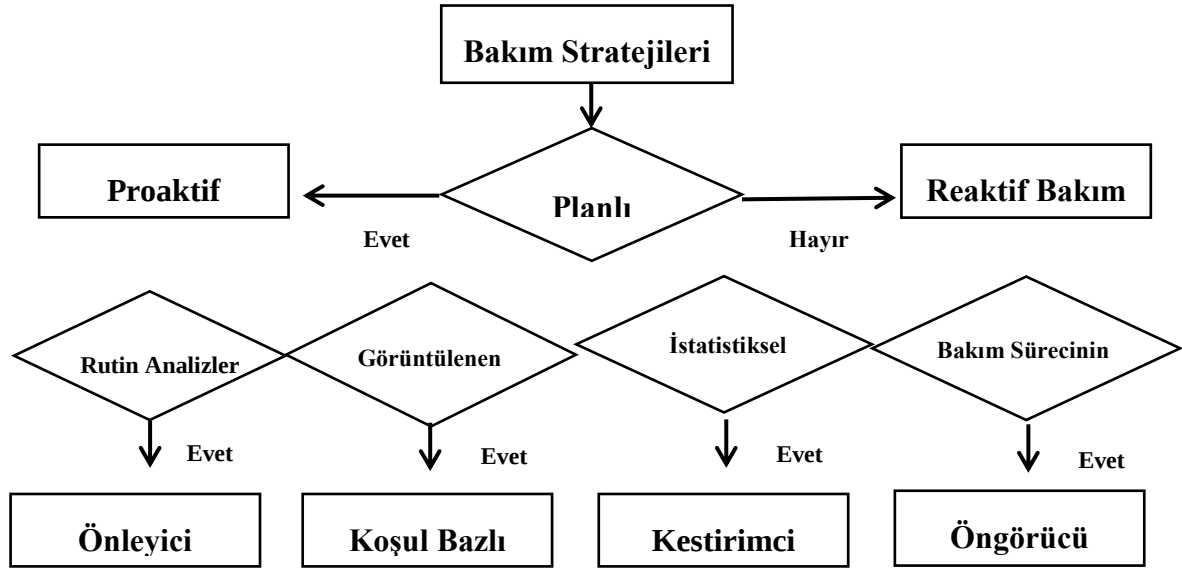
karşılaşılan temel stratejiler düzeltici bakım, önleyici bakım ve kestirimci bakımdır (Şekil-2, Şekil-3).



Şekil 3. Denizcilik Sektöründe Bakım Stratejilerinin Evrimi

(Abbas ve Shafiee, 2020:2)

Swanson (2001), makalesinde reaktif bakım (düzeltici bakım), planlanmış bakım (önleyici bakım ve kestirimci bakım) ve toplam üretici bakım gibi diğer bakım türlerini de içeren bir sınıflandırma yapmıştır. Her bakım stratejisinin kendi avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bir taraftan reaktif stratejiler makinelerin çalışmayı durdurması üzerine onarmayı ve düşük işletme ve bakım maliyetleri yansıtırken, diğer taraftan tüm sistemin kapatılmasına, hatalı donanımın onarılmasına veya değiştirilmesine neden olurlar. Önleyici bakım stratejisi, daha yüksek işletme ve bakım maliyetine neden olurken, bir çok durumda bileşen arızalarının önlenmesini sağlar. Kestirimci bakım, gelişmiş teknoloji ile arıza tespiti ve donanım/sistem durum tahminine dayalı bir hizmet sunmaktadır. Ön alıcı bakım ise kestirimci bakım kabiliyetleri üzerine ekleyerek, kök neden analiz teknikleri ile verimini arttırmakta ve kendini yeniden yapılandırmaktadır. Agresif bir strateji olan ön alıcı bakım, donanımların arızalanmasının önüne geçmek için önleyici stratejiden yararlanırken performans ve makine tasarımlarını geliştirmeyi de amaç edinir. Toplam üretken bakım agresif stratejilere örnek olarak verilebilir (Katona ve Panfilov, 2018). Başka bir tasnif ise reaktif bakım, önleyici bakım, duruma dayalı (Koşul bazlı) bakım, kestirimci bakım, ön görücü bakım şeklindedir (Şekil-4).



Şekil 4.Bakım Stratejilerinin Sınıflandırılması

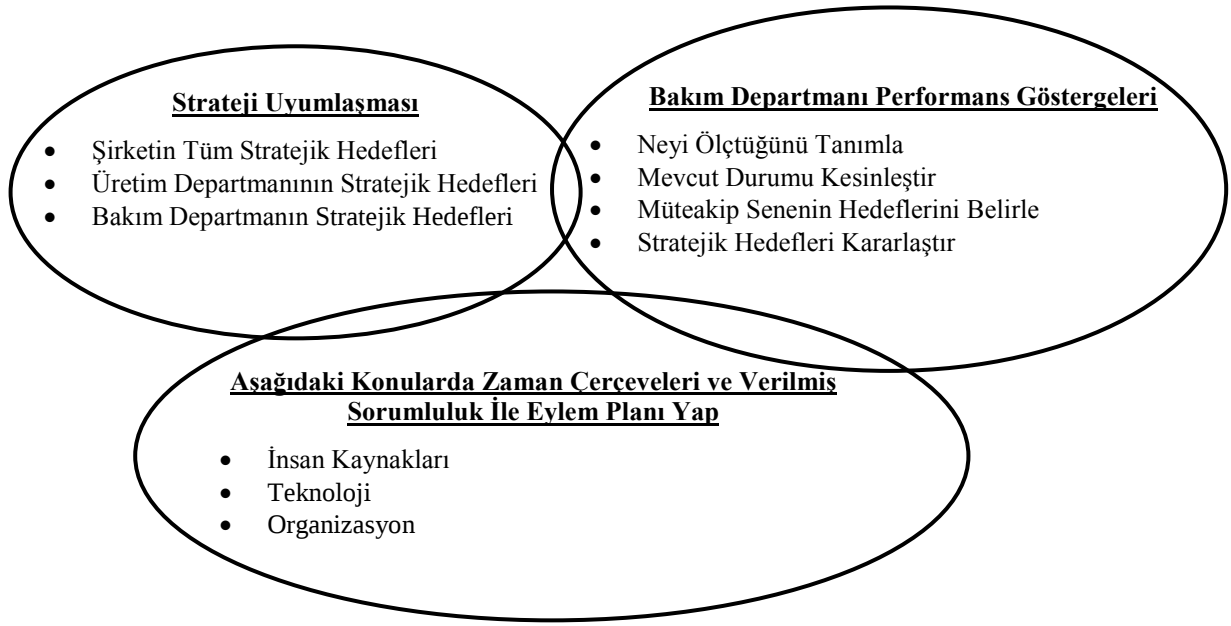
(Errandonea, Beltrán ve Arrizabalaga, 2020: 4)

Bütün bu stratejilerin var olmasına rağmen, birçok kurumda belirgin ve bütünleşmiş bir bakım stratejisi oluşturmanın ve uygulamasının olmadığı ve bu konulara ilgi gösterilmediği görülmektedir. Buna neden olan hususlar:

- Bakım yaklaşımları, metodları ve kavramları, kaynak ayrımı gerektirdiklerinden dolayı özellikle KOBİ’ler için uygun değildirler.
- Organizasyonlar, toplam üretici bakım, güvenilirlik merkezli bakım gibi yeni geliştirilen bakım metodlarını keşfetme konusunda isteksiz davranmaktadırlar (Velumuguran ve Dhingra, 2014).

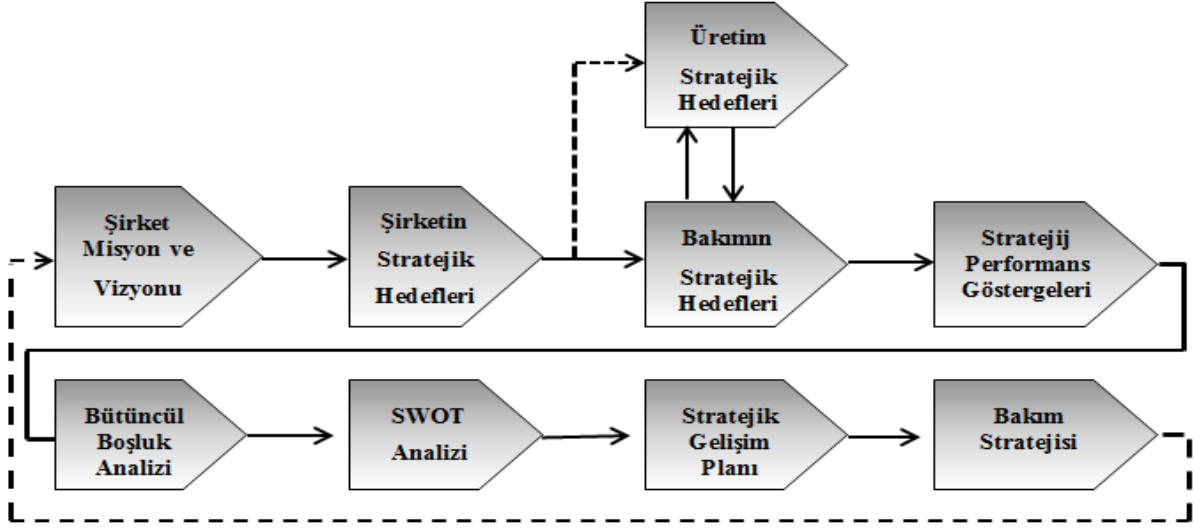
En iyi bakım yaklaşımlarının/anlayışlarının/stratejilerinin uygulanmasına rağmen, bakım yöneticileri üretim/işletmenin durmasına neden olan donanım arızaları ile karşılaşmaktadırlar. Bu nedenle, bakım stratejisi seçme, stratejinin oluşturulması ve bakım fonksiyonu üzerine etkisi konularında bakım yöneticilerinin tecrübelerine ihtiyaç duyulmaktadır (Velumuguran ve Dhingra, 2014). Strateji oluşturmanın temel noktaları aşağıdaki gibidir (Waeyenbergh and Pintelon, 2002):

- Bakım stratejisi oluşturmak için bütüncül bir bakış açısı gereklidir.
- Bakım stratejisinin yapısal gelişimi her durum için bir gerekliliktir. Yapısal bir bakım stratejisinden ayrı olarak geri bildirim sağlanmasına müsait ve gelişmelere /güncellemelere uygun olan esneklik de strateji için olmazsa olmaz bir özelliktir.



Şekil 5. Bakım Stratejilerinin Açık ve Kesin İfadesi İçin Gereken Yapı
(Salonen, 2012:5)

Bakım stratejisi ihtiyaçları, değişen çevre şartları iş ihtiyaçlarını göz önüne alarak dönemsel Salonen (2012) ise çalışmasında bakım stratejilerini ifade etmek için bir süreç ve çerçeve yapı önerisinde bulunmuştur (Şekil-5, Şekil-6). Doğru bakım stratejilerinin farklı tesis, sistem veya donanımların ihtiyaçlarına karşılık verecek şekilde seçilmesi konusunda bu alanda çalışan araştırmacılar tarafından farklı metodlar geliştirilmiştir. Bir donanım/sistem için bakım stratejilerinin seçilmesi tipik birçok ölçütlü karar verme problemi teşkil etmektedir. Alanyazında uygun performansı geliştirecek ve işletme/bakım maliyetlerini optimize edecek bakım metodunun uygulanmasına yardım eden karar destek sistemi çalışmaları görülmektedir. Bu kapsamda bilgisayarlı bakım yönetim sistemine karar verme örgüsü metodunu kullanarak karar analiz kapasitesi kazandırılması konusunda çalışmalar örnek olarak verilebilir (Labib, 1998, 2004 ; Rastegari ve Mobin, 2016). Seecharan, Labib ve Jardine (2018) ise çalışmalarında, karar analizinde kullanılan karar verme örgüsü (Decision Making Grid) ve Jack Knife diyagram metodlarını karşılaştırmışlardır. Bakım optimizasyonu, yöneylem araştırması kapsamında bulunan ve bakım strateji seçimi ve optimizasyonu için kullanışlı olduğu düşünülen matematiksel bir disiplindir. Fakat günümüze kadar bakım fonksiyonunda karar verme konusunda etkisi oldukça sınırlı olmuştur (Dekker, 1996). Arıza Sonrası/Reaktif/Düzeltilici Bakım/Arızaya Müdahale: Alanyazında arıza tespit edildikten sonra gerçekleştirilen bakımlar ile ilgili aynı anlamda farklı kavramlar kullanılmaktadır. BS EN 13306 (2010) ve ISO 14226 (2006) standartları düzeltici bakım kavramına yer vermiş ve düzeltici bakımı, arıza tespit edildikten sonra gerçekleştirilen ve bir donanımı çalışması gerektiği duruma getirmeyi amaçlayan bakım işlevi olarak tanımlamışlardır.



Şekil 6. Bir Bakım Stratejisini Kesin ve Net İfade Etme Sürecinin Şematik Gösterimi (Salonen, 2011: 52)

Düzeltilici bakım veya arızaya müdahale stratejisinde, beklenmedik bir şekilde arıza meydana geldikten sonra yapılan reaktif müdahaleler kapsamında donanımın onarımı yapılır veya değişimi sağlanır. Düzeltilici bakımda donanımlarda arızayı önlemek veya arızayı tespit etmek için önceden herhangi gözlem yapılmaz. Bu bakım stratejisi yalnızca arızanın yol açacağı sonuçların minimum olduğu donanımlarda tercih edilir (Abbas ve Shafiee, 2020). Bu bakım stratejisinin uygulanması için gereken yatırım, diğer tüm bakım stratejilerinden çok daha azdır, ancak kritik donanıma uygulandığında uzun arıza sürelerine, yaygın donanım hasarlarına, emniyet ve çevre bakımından risklerin ortaya çıkmasına neden olabilir (Houshyar, 2005).

Önleyici Bakım (Preventive Maintenance /Periodic Maintenance): Önleyici (planlı) bakım, kullanım esnasında beklenmedik arızaların önüne geçmek üzere donanımın onarımı, değiştirilmesi ve bakımı faaliyetlerini kapsar. Planlı bakımın temel amacı, onarım, muayene ve donanım arıza süresinin (üretim kapasitesi kaybı veya ürün kalitesinin düşmesi olarak ölçülür.) toplam maliyetini en aza indirmektir. Büyük iş süreçlerinin duraklamasını/kesilmesini engelleyerek önemli bir işlev görmektedir. Bakım yükünün iki bileşeninden birisidir. Diğer bileşen ise planlı olmayan bakımlardır. Planlı bakım zaman veya kullanım temelli olabilir (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic ve Ait-Kadi, 2009). Önleyici yaklaşım, bakım görevlerinin orijinal donanım üreticisinin tavsiyelerine göre gerçekleştirilmesi ve kritik bileşenlerin yaşam fonksiyonlarının arıza verilerine dayanan istatistiksel yöntemler ile modellenmesi esaslarına dayanır (Alsayouf, 2009). Orijinal donanım

üreticisi tavsiyeleri, belirli donanımların orijinal üreticisi tarafından önerilen bakım prosedürleri / yöntemleridir. Aynısı, donanımla birlikte orijinal donanım üreticisi tarafından sağlanan kullanım ve bakım kılavuzlarında da mevcuttur. Ayrıca, orijinal donanım üreticisi önerisi risk temelli bakımı da içerir. Risk temelli fırsatçı bakım, bu yöntem uygulanarak bakım maliyetinin ve arıza riskinin azaltılabileceğini gösterir (Hu ve Zhang, 2014). Arıza geçmiş, tüketilen parçalar veya ekstra gerekli kriterler ile genişletilen incelemeler ve tekraren veya diğer donanım parçaları etkisiyle meydana gelen arızaların yeniden analizi vasıtasıyla önleyici bakım takviminin hazırlanmasına yardımcı olur (Knezevic, 1994). Koruyucu bakım görevlerinin sıklığı genellikle teknisyenlerin deneyimine veya orijinal donanım üreticilerinin tavsiyelerine göre seçilir. Koruyucu bakım stratejisi, düzeltici bakıma kıyasla daha düşük arıza oranı, daha uzun donanım ömrü, daha düşük maliyet ve daha yüksek sistem kullanılabilirliği sunabilmektedir. Birçok faydasına rağmen, önleyici bakım bileşenlerin mevcut sağlık durumunu hesaba katmadığı için tüm beklenmedik arızaların ortadan kaldırılmasını garanti etmez (Abbas ve Shafiee, 2020). Periyodik önleyici bakım, donanımın mevcut durumuna tam olarak uyarlanamaz ve gerçekten gerekli olduğunda bakım yapmaz (Cullum, Binns, Lonsdale, Abbassi ve Garaniya, 2018). Önleyici bakım, doğru bakım müdahale anını belirlemek için döngü, kilometre, uçuş sayısı vb. zaman ve sıklık ölçütlerini kullanır ve arızaların anlık durumu çoğunlukla bilinmemektedir. Bunun yanında, önleyici bakım bazen gereksiz makine duruş sürelerine, aşırı onarım maliyetlerine ve bakımdan kaynaklanan arızalara neden olabilmektedir (Anantharaman, 2013). Öte yandan, periyodik parça değişimi esasına dayalı bakım politikası, halen kullanım ömrü olan bileşenlerin değiştirilmesine yol açabilir ve bu da gereksiz maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Jin, Li ve Ni (2009), önleyici bakım yaklaşımının zayıflıklarını iyileştirecek seçenek tabanlı matematiksel önleyici bakım modeli üzerinde çalışma yapmışlar ve klasik önleyici bakım stratejisine oranla daha fazla verim elde etmişlerdir. Ancak, önleyici bakım stratejisinin varlıkların anlık veya gelecekteki durumlarını görme ve ihtiyaç oranında müdahale konularındaki eksikliği tam olarak giderilememiştir.

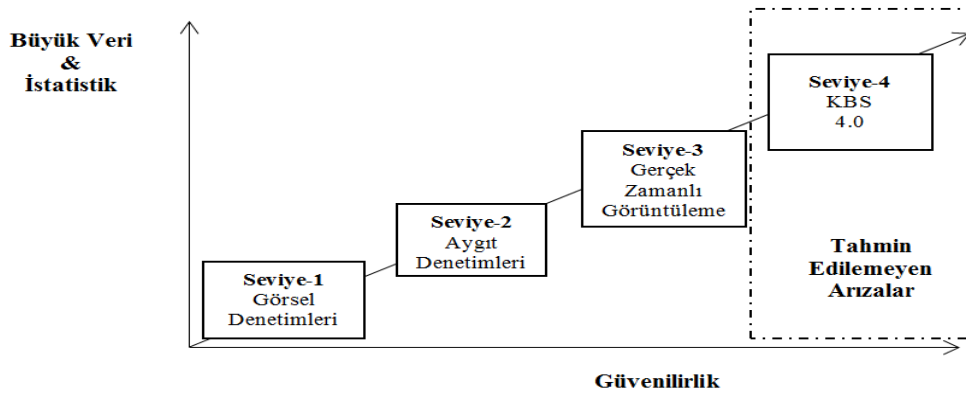
Risk Temelli Denetim: Risk temelli denetim kavramı, 1970'lerde nükleer endüstriden doğmuştur. Yıllar geçtikçe petrokimya, elektrik sistemleri, açık deniz enerji sektörü ve daha az ölçüde nakliye gibi diğer sektörler tarafından da benimsenmiştir (Abbas ve Shafiee, 2020). Risk temelli bakım, donanımın genel bakımında risk faktörünü göz önünde tutar. Risk, bir tehlikenin gerçekleşme olasılığına ve bunun donanımın çalışması üzerindeki sonuçlarına bağlı olarak değerlendirilir (Dawotola, 2012). Risk temelli bakım, daha fazla emniyet sunan ve istenmeyen olayların sıklığını en aza indirmek için genel risk azaltma planı sağlayan optimize

edilmiş bir bakım stratejisidir (Dinmohammadi, Alkali, Shafiee, Be'renguer ve Labib, 2016). Bu stratejide, risk analizi sonuçları, bakım planlaması ve karar verme işlemleri için kullanılır. Risk analizi, niteleyici / niceleyici yöntemlerin veya her ikisinin birleşiminin kullanılmasına izin vererek esneklik sağlar (Abbas ve Shafiee, 2020).

Koşul Temelli Bakım: BS EN 13306 (2010: 12) koşul temelli bakım, durum izleme, muayene, analiz ve müteakip bakım eylemlerinin bir karışımını içeren önleyici bakım olarak tanımlamıştır. Koşul temelli bakım, arızaları kesin olarak teşhis etmek ve sistemin gelecekteki çalışma koşullarını tahmin edebilmek için modern durum görüntüleme yöntemlerini kullanmaktadır (Shafiee ve Sørensen, 2017). Koşul temelli bakımın nihai hedefi, bakımın en uygun maliyetli olduğu ve donanımın en uygun değer performansını kaybetmesinden önce planlanmış bir noktada bakım işlemini gerçekleştirmektir. Koşul temelli bakım, bakım kaynaklarını önceliklendirmek ve optimize etmek için gerçek zamanlı verileri kullanır. Varlık durumunu değerlendirmek için koşul temelli bakım, titreşim analizi, kızılötesi, ultrasonik, korona algılama ve yağ analizi gibi tahmine dayalı teknolojileri kullanır. Donanımların durumlarına ilişkin verilerin daha iyi analiz edilmesini sağlayan cihazlar ile bugünün bakım personeli varlıklar için doğru bakım zamanına ilişkin kararları daha isabetli şekilde alabilmektedir. Bu şekilde koşul temelli bakım, bakım personeline yalnızca doğru olan şeyleri yapma imkânı verecektir. (Yedek parça maliyeti, varlık arıza ve bakım sürelerinin minimize edilmesi gibi) Koşul temelli bakım, bakım kaynaklarını önceliklendirmek ve optimize etmek için gerçek zamanlı verileri kullanmaktadır. Bunun temini ve donanım durumunun değerlendirilmesi için kızıl ötesi, ultrasonik, hale tespiti, yağ ve titreşim analizlerinden yararlanılır (Gulati ve Smith, 2009). Bu stratejiye göre, bir veya daha fazla gösterge donanım performansının düştüğünü veya donanımın arızalanmak üzere olduğunu gösterdiğinde bir bakım gerçekleştirilir (ISO 13372, 2012). Bu bakım stratejisi, titreşim analizi, ultrason analizi, kızılötesi termografi, yağ analizi, aşınma partikül analizi, akustik emisyon testi gibi farklı durum görüntüleme teknolojilerinden yararlanılarak çevrimiçi veya çevrimdışı ortamda toplanan verilere dayanmaktadır. Toplanan veriler, anlamlı modeller çıkarmak ve gelecekteki bakım zamanını tahmin etmek için analiz edilir (Abbas ve Shafiee, 2020; Gulati ve Smith, 2009).

Kestirimci Bakım Sistemi (KBS): Son yıllarda, koşul temelli bakım stratejisinin geliştirilmiş şekli olan kestirimci bakım yaklaşımı teoride ve pratikte büyük ilgi uyandırmıştır (Tran Anh, Dabrowski ve Skrzypek, 2018; Zonta vd., 2020). Kızrak ve Bolat (2019), kestirimci bakım kavramı yerine “Öngörücü Bakım” kavramını kullanmışlardır. Kestirimci bakım yaklaşımı;

eğitim yatırımı, personel arası rekabetin geliştirilmesi, , bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri, durum görüntüleme (Condition Monitoring) teknolojisi, arıza analizleri, arıza modları, etkileri, kritiklik analizi ve istatistiksel modelleme gibi güvenilirlik merkezli bakım stratejisi tarafından benimsenen metodların kullanılması ile özdeşleştirilir (Gulati ve Smith, 2009). Endüstri 4.0’ da büyük hacimli verilerin kullanılması ve bilişsel sistemlerin artan gelişimi, kestirimci bakım alanını gerçek zamanlı verilere göre karar alma ve erken arıza tespiti konularında büyük ölçüde güçlendirmektedir (Rousopoulou, Nizamis, Vafeiadis, Ioannidis ve Tzovaras, 2020). Pwc ve Mainnovation firmaları, 2017 yılında yayınladıkları raporda bakımda büyük veri analitiğinin uygulanmasının kestirimci bakım büyüme modelinde dördüncü seviyeyi temsil ettiğini ve bu seviyenin “Kestirimci Bakım 4.0” olarak adlandırıldığını aktarmışlardır (Şekil-7) Aynı raporda “Kestirimci Bakım 4.0” ın kapsamının, teknik durum, kullanım, çevre, bakım geçmişi, benzer donanımlar ve aslında bir varlığın performansı ile ilişkili olabilecek tüm büyük verilere gelişmiş analitik teknikler uygulayarak varlıklarda gelecekte meydana gelebilecek arızaları tahmin etmek ve nihayetinde en etkili öngörücü tedbiri belirlemekle ilgili olduğu aktarılmaktadır (Pwc ve Mainnovation, 2017).



Şekil 7. Kestirimci Bakım Olgunluk Endeksi

(Pwc ve Mainnovation, 2017)

Jimenez vd. (2020) kestirimci bakımı, beklenmedik arızaları önlemek için arızaları tespit ederek bunların temel nedenlerini ve sistemin mevcut sağlık durumunu belirlemeyi amaçlayan tanısal (diagnostics) yöntemler ve sistemin gelecekteki durumu ve kalan faydalı ömrün tahmini için kullanılan belirtisel (prognostics) yöntemler olmak üzere iki ana kapsamda incelemişlerdir. Teşhis ve tanımlara ilişkin yöntemler çevrimiçi veya çevrimdışı olarak gerçekleştirilebilmektedir. Kaynaklarda kestirimci bakım sistemlerini kullanan organizasyonların bazı karakteristik özelliklere sahip olduğu ifade edilmektedir. Bottani vd.

(2014: 145) ve Alsyouf (2009: 220) İtalyan ve İsveç endüstrilerindeki kestirimci bakım yaklaşımını ölçmek üzere deneysel çalışmalarında aşağıdaki değişkenleri kullanmışlardır:

- Bakım ekibinin yeteneklerinin ve rekabet seviyesinin artırılması için yatırımlar yapılmaktadır.
- Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemleri yaygın şekilde adapte edilmiştir.
- Varlıkların olası risklerini belirlemek için çevrim-dışı testler yapılmaktadır.
- Varlıkların olası risklerini belirlemek için çevrim-içi testler yapılmaktadır.
- Varlıkların belirlenmiş olan performans göstergeleri baz alınarak bakım faaliyetleri planlanmaktadır.
- Bakım faaliyetleri istatistiksel arıza verileri baz alınarak planlanmaktadır.

Dünya klasında bir bakım hizmet seviyesine ulaşmak isteyen organizasyonlar, bilgi teknolojilerinin sunduğu “Kestirimci Bakım” ve “Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi” gibi fırsatlardan faydalanmalıdır. Sonuç olarak, “Kestirimci Bakım Sistemi” nin yukarıda belirtilen özelliklerinden yola çıkarak, pilot anket çalışmasında kullanılmak üzere 6 soruluk KBS anket bölümü oluşturulmuştur.

Tablo 1.Kestirimci Bakım Sistemi Test Değişkenleri

S	TEST DEĞİŞKENLERİ
1	Bakım sisteminde nesnelerin interneti kullanılarak anlık bilgi akışı sağlanmaktadır.
2	Teknik teçhizatın olası arıza risklerini tanımlamak için çevrim dışı (Intranet) testler yapılmaktadır.
3	Teknik Teçhizatın olası arıza risklerini tanımlamak için çevrim içi (Internet) testler yapılmaktadır.
4	Teknik teçhizatın, belirli performans göstergeleri dikkate alınarak gelecekte oluşabilecek arızalara karşı bakım planlaması yapılabilmektedir.
5	İstatistiksel arıza verilerinin analizi (Data analysis) ile kestirimci (Predictive) bakım uygulamaları icra ediyoruz.
6	Devam eden bakımlarda, cihazlara müdahale esnasında donanımın gerçek zamanlı durumunu izleme / görüntüleme imkân kabiliyetimiz mevcuttur.

Pilot anket sonucunda gerçekleştirilen analizler ile herhangi soru elenmemiştir. Esas anket sürecinde de aynı sorular kullanılmış ve verilerin analiz edilmesi ile toplam 1 soru elenmiştir. Buna ek olarak, BBYS anket sorularından 1’i faktör analizleri neticesinde KBS faktörüne dâhil edilmiştir (Tablo-1’de 6’ncı sırada gösterilen değişken Azahar ve Mydin (2014)’in

çalışmalarında sunduğu BBYS özellikleri arasında yer almasına rağmen, saha araştırması sonucunda gerçekleştirilen faktör ve güvenilirlik analizleri ile KBS test değişkenlerine dâhil olmuştur. Bu değişkenin katılımcılar tarafından Şekil-7’de (Kestirimci bakım endeksi) sunulan “Seviye-3: Gerçek Zamanlı Görüntüleme Özelliği” ile ilişkilendirilmiş olması nedeniyle kaynaklandığı değerlendirilmektedir). Neticede, Tablo-1’de gösterilen 6 adet test değişkeni elde edilmiştir.

2.1.2. Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi

Son yirmi yıldır bakım yönetimi, diğer yönetim disiplinlerine oranla oldukça değişmiştir. Bu değişim, dünya üzerinde bakım yapılması zorunlu olan donanım ve binalar gibi fiziksel varlıkların sayı ve çeşitlerindeki büyük artışa bağlıdır. Eskisine oranla çok daha karmaşık tasarımlara sahip olan bu varlıkların bakımı için yeni bakım teknikleri bulunması, bakım organizasyonları ve sorumluluklarında ise değişiklikler yapılması kaçınılmaz olmuştur. Karmaşıklığın artması, işlenmesi veya depolanması gereken verinin de artmasına neden olmuş, bu durum ile başa çıkabilmek için de bilgi teknolojilerinin sağladığı imkânlardan faydalanılarak bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri üretilmiştir. Çoğu tesis, varlık yaşam döngüsü kapsamında bakım maliyetlerini, donanım değişimlerini, sermaye iyileştirmelerini, iş kesintilerini ve çevresel olayları takip etmektedir. Donanım güvenilirlik analizinin ekonomik perspektif ile gerçekleştirilmesi ve yaşam döngüsü maliyet hesabına ilişkin kullanışlı verilerin elde edilmesi için uygun bilgi kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır (ISO14224,2006). Bu kapsamda; bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri(BBYS), bakım iş gücü, yedek parça envanterleri, onarım programları ve donanım geçmişleri hakkında çok çeşitli verilerin yönetilmesine yardımcı olmakta; iş emirlerinin planlanması, arıza çağrılarının gönderiminin hızlandırılması ve genel bakım iş yükünün yönetilmesi için kullanılabilmektedir (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic ve Ait-Kadi, 2009). Bunların yanında, bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri (BBYS), genel olarak bakım yönetimini otomatikleştirerek bakım bölümlerinin üretkenliklerini arttırmalarına yardımcı olmakta (Majeed Ali, 2007), bunun yanında, dikey haberleşme kanallarını da güçlendirerek bakım bölümlerinin iletişim ve koordinasyon yeteneklerini arttırmalarına olanak vermektedir (Swanson, 2003). Ayrıca, gelişmiş bilgi ve iletişim teknolojisi yardımıyla tesis çalışanları ve dışarıdaki uzmanlar arasında etkin iletişim sağlayarak, mesafelerin ayırdığı bakım personeli / satıcılar / hizmet sağlayıcıları arasında problem çözmede ekip yaklaşımını desteklemektedir (Vel muguran ve Dhingra, 2014). Yerel ve geniş alan ağı ve ofis bilgi işlem teknolojisi, BBYS'ye yerel olarak veya uzaktan erişilmesine izin vermektedir, bu da özellikle farklı coğrafyalarda tesisleri bulunan şirketler

için bilgi paylaşımını kolaylaştırmaktadır. BBYS'deki bilgi ve iletişim bağlantılarının erişilebilirliği, onarım ihtiyaçlarının ve iş önceliklerinin iyileştirilmiş iletişimi, üretim ve mühendislik ile bakım arasında daha yakın çalışma ilişkileri yoluyla iyileştirilmiş koordinasyon ve daha fazla bakım duyarlılığı sağlar (Ben-Daya vd., 2009). Labib (2004), bilgisayarlı bakım yönetim sistemlerinin destek verdiği hususları aşağıdaki gibi sıralamıştır:

- Aşınma ve olası arızalar hakkında içgörü sağlamak için makinelerin ve varlıkların koşullarını izlenmesini (destekleyebilir).
- Gerektiğinde parça değişiklik taleplerini ve yedek parça hareketlerini takip edebilir,
- Operatörlerin arızaları daha hızlı bildirmesine olanak vererek, bakım ekibinin sorunlara daha çabuk cevap vermesini sağlayabilir,
- İşletme operasyonları ve bakım ekibi arasındaki iletişimin iyileştirilmesini sağlayabilir ve bu iki bölüm arasında bilgi akışının tutarlılığını sağlamada etkilidir.
- Önleyici bakım takvimlerinin geliştirilmesi için bakım planlayıcılarına tarihsel veri sağlamaktadır.
- Bakım yöneticilerine gereken bilgileri, ekiplerinin kontrol etkinliğini arttıracak bir form ile sağlamaktadır.
- Muhasebecilere varlıklar hakkında yatırım harcaması kararlarının alınmasını sağlayacak bilgileri sunmaktadır.
- Üst yönetime, organizasyonlarındaki varlıkların sağlık durumları hakkında çok önemli bir içgörü sunar.

Aşağıdakiler ile sınırlı olmamak üzere bilgisayarlı bakım yönetim sisteminin gösterdiği karakteristikler şunlardır (Lopes, vd., 2016:269 ; Swanson, 2003:62 ; Fumagalli, Macchi ve Rapaccini, 2009:1618 ; Azahar ve Mydin, 2014:56):

Varlık Yönetimi : Tüm varlıkların veya donanımların kayıt altına alınmasını ve bakım/onarım müdahalelerinin ve makine parkuru listesinin zamansal olarak kaydedilmesini içermektedir.

İş Gücü Yönetimi : Bu yetenek bakım yönetimine, planlama ve programlama işlevleri aracılığıyla iş gücünü kontrol etmeyi ve kullanıcılar için bakım teknisyenlerine iş emirleri atamayı sağlar.

Önleyici Bakım Yönetimi : Planlama ve programlama faaliyetlerini destekler ve faaliyetlerin kontrolünü iyileştirir.

Envanter Kontrolü : Bu yetenek, kullanıcıların yedek parçaların durumu hakkında bilgi almasını kolaylaştırır.

Rapor Yönetimi : BBYS süreçleri, analizler ve veri akışı ile bakım performans göstergeleri yaratarak bakım yönetimine destek verir.

Gider/ Bütçe Kontrolü : BBYS kullanıcılara bakım bütçe ve gidelerini görüntüleme ve kontrol etme imkanı sağlamaktadır. Bu özelliklerin yanı sıra Swanson (2003) ve Fumagalli, Macchi ve Rapaccini (2009)'nin saha çalışmalarında kullandıkları soru setleri ile 18 soruluk BBYS anket bölümü oluşturulmuş, pilot anket veri analizleri sonucunda bu soruların sayısı 17'ye indirilmiş ve esas ankette kullanılmıştır. Son olarak esas anket sürecinde elde edilen verilerin analiz edilmesi ile 9 soru elenmiş ve Tablo-2'de gösterilen BBYS test değişkenleri elde edilmiştir.

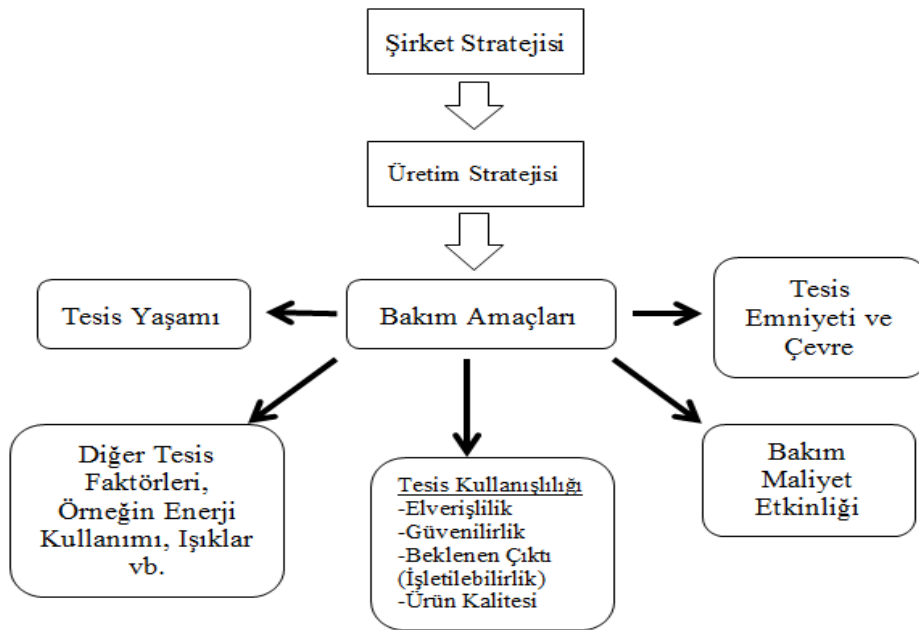
Tablo 2.Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi Test Değişkenleri

(Lopes, vd., 2016: 269; Swanson, 2003: 62; Fumagalli, Macchi ve Rapaccini, 2009: 1618; Azahar ve Mydin, 2014: 56)

S	TEST DEĞİŞKENLERİ
1	Bakım sistemimizde dijital takvim yardımıyla planlama yapıp önleyici bakım iş emri çıkarıyoruz.
2	Bilgisayar destekli bakım sistemimizle iş emri verilebilmekte, iş önceliklendirme ve donanım /bileşenle iş izlemesi yapılabilmektedir.
3	Bilgisayar destekli bakım sistemimizle iş emirleri geriye dönük olarak izlenip takip edilebilmektedir. (Gün, Müdahale Eden Kişi vs.)
4	Sistemimizde planlı/ plansız bakım faaliyetleri ve son durumları izlenebilmektedir.
5	Bakım talimatları ve garanti kapsam bilgileri bakım sistemimizde muhafaza edilebilmektedir
6	Tüm teknik mevzuatı bakım sistemimizde bulundurabiliyor ve istediğimizde erişim sağlayabiliyoruz.
7	Sistemimizde donanım bakım/onarım geçmişi görüntülenebilmektedir.

2.1.3. Bakım Performans Göstergeleri

Varlıkların istenen işlevleri yerine getirebilmelerini sağlamak için kaynak ayrılmakta, ayrılan kaynakların kullanım verimliliği de bakım performansı hakkında perspektifler sunmaktadır (BS EN 15341, 2007: 5). Bu çerçevede, tesisin/varlığın istenen performansı elde etmesini sağlama sorumluluğuyla yükümlü olan bakım yöneticisi, bakım işlemleri ve sonuçlarını rahatlıkla takip edebilmek için iyi bir bakım amaçları tanımlamasına (Şekil-8) ve buna bağlı olarak performans izleme sistemine ihtiyaç duymaktadır (Muchiri, Pintelon, Gelders ve Martin, 2010: 1). Bakım faaliyetlerinin fazla sayıda girdi ve çıktıdan oluşan çok disiplinli bir doğaya sahip olması, konunun bütüncül bir yaklaşım ile ele alınması ve bakım üretkenlik performansının ölçülmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic ve Ait-Kadi, 2009: 17). Bakım fonksiyonunun tüm organizasyonun performansını etkileyebilecek bir konumda olması, bakım konusunda doğru kararların verilmesini kuruluşlar açısından daha önemli hale getirmektedir. Tesislerde bulunan sistemlerin performans verileri ve düzeltilen/güncellenen bakım kararları arasında potansiyel bir bağ bulunmaktadır (Wijesinghe ve Mallawarachchi, 2019).



Şekil 8. Bir Bakım Departmanı İçin Özet Bakım Amaçları
(Muchiri, Pintelon, Gelders ve Martin , 2010: 3)

Performans göstergeleri, ölçülebilen niceliklerden oluşmakta ve bir sistemin kendisinden beklenenleri ortaya koyma ölçüsünü göstermektedir. Performans göstergeleri:

- Faaliyetlerin ne kadar iyi yönetildiğine dair üst düzey bir bakış açısı sağlama,
- Dikkat gösterilmesi gereken alanları belirleme ve vurgulama konularında yönetime destek vermektedir.

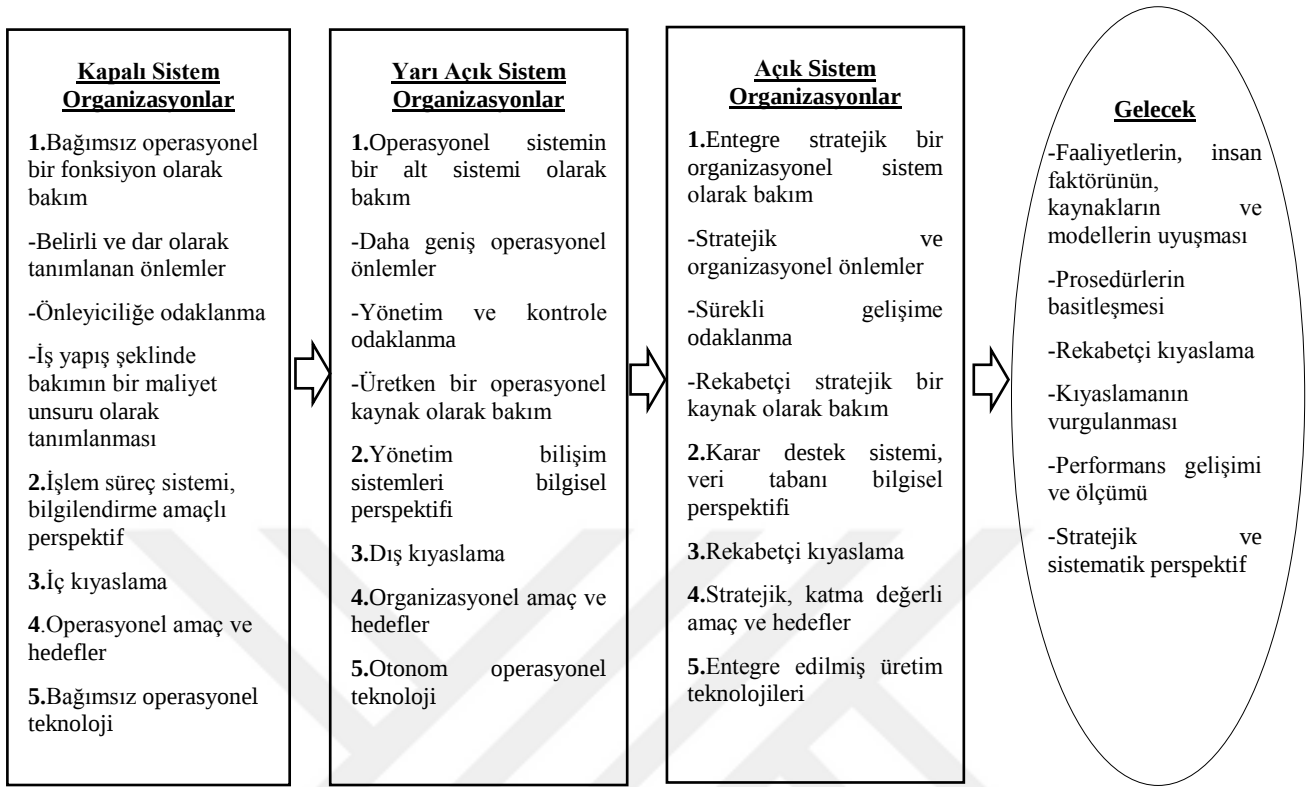
Performans göstergeleri, sistemlerin performans başarılarını ölçmek için kullanılır ve bir varlığın veya sistemin beklentileri ne oranda karşıladığını yansıtır (John Hastings, 2015). Bakım uygulamalarının sonuçları, kuruluştaki diğer birimleri ciddi şekilde etkileyebileceğinden, bakımın etkisi yalnızca bakım bölümü üzerindeki tesirleriyle görülemez. Yalnızca doğrudan bakım maliyetlerine bakmak, bakımın etkisini tam olarak yansıtmamaktadır. Dolayısıyla, aşağıdaki konulara temas eden bütüncül bir performans ölçüm sistemine gereksinim duyulmaktadır (Alsyouf, 2006):

- Bakım fonksiyonunun stratejik iş hedeflerine katkısını değerlendiren,
- Uygulanan bakım stratejisinin zayıflıklarını ve kuvvetli yönlerini tanımlayan,
- Nicel ve nitel verilere dayanan kapsamlı bir bakım onarım geliştirme stratejisi için sağlam bir yapı oluşturan,
- Bakım uygulama ve performans karşılaştırmasına ilişkin kıstasları en iyi sektör ve sektör dışı uygulamalar ile tekrar değerlendiren.

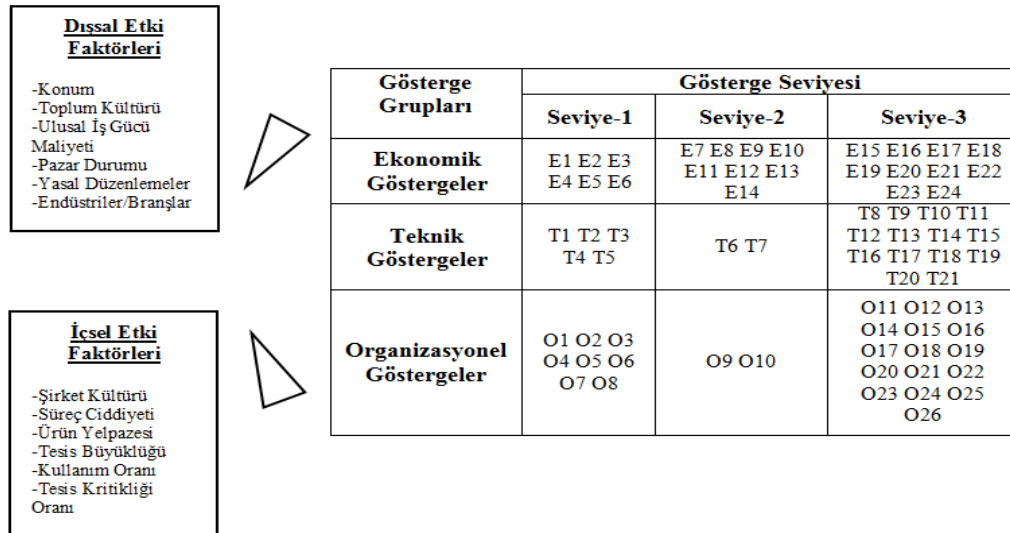
Kutucuoğlu, Hamali, Irani ve Sharp (2001), dengeli bir bakım performans ölçüm sisteminin beş kategoriye ayrılabilirliğini aktarmıştır:

- Donanım ile ilgili performans,
- Görevle ilgili performans,
- Maliyetle ilgili performans,
- Anlık müşteri etkisiyle ilgili performans,
- Öğrenme ve büyümeyle ilgili performans.

Günümüzün açık sistem üretim organizasyonları, bakımı stratejik bir rekabet kaynağı olarak görme eğilimindedir (Şekil-9). Bu görüş, kullanılan bakım performans ölçütleriyle ve veri toplamak için kullanılan bilgi sistemleriyle tutarlıdır. Bu üretim organizasyonları, bakım çabalarını bütünleşmiş, stratejik organizasyon sistemi olarak görme eğilimindedir (Simoes, Gomes ve Yasin, 2011).



Şekil 9. Bakım Faaliyetlerinin ve Organizasyonel Gelişiminin Evrimi
(Simoos, Gomes ve Yasin, 2011: 129)



Şekil 10. Bakımı Etkileyen Faktörler ve Bakım Performans Göstergeleri
(British Standardization E. C., 2007: 7)

BS EN 15341 (2007), içsel /dışsal etki faktörlerini sıralamış ve ekonomik, teknik, kurumsal başlıkları altında 3 seviyede toplam 71 adet bakım anahtar performans göstergesi sunmuştur (Şekil-10).

Tablo 3. Bakım Performans Kıstasları
(Wijesinghe ve Mallawarachchi (2019:47))

S.	Bakım Performans Göstergeleri
1	Bakım bütçesinde sapmalar
2	Planlı Bakım Oranı
3	Duruş Süresi Maliyeti
4	İş Emri Sonuçlandırma
5	Arızalar Arası Ortalama Zaman
6	Onarımlar Arası Ortalama Zaman
7	Tekrarlanan İş Emirleri Sayısı
8	Uygulanan Önleyici Bakım Derecesi
9	Enerji Hedeflerine Ulaşma
10	Tamamlanan İş Emirleri Hakkında Olumlu Geri Bildirimler
11	Üretim Birimi Bakım Maliyeti
12	Yedek Parça ve Envanter Yönetimi
13	Bakımla İlişkili Kazalar
14	Stratejiler ile Bakım Verimi
15	İşgücü Yönetimi
16	Tüm İş Emirleri Arasında Tamamlanan İş Emirlerinin Oranı
17	Güvenilirlik
18	Bakım Eğitimleri
19	Bakım Giderleri Arasında Sözleşmeli İşgücü ve Hizmetlerin Oranı
20	Uygulanan İş Emirleri Oranı
21	Planlı Olmayan Toplam Duruş Süresi
22	Genel Donanım Verimliliği
23	Tamamlanan Donanım Geliştirme İş Emirlerinin Sayısı
24	Kök Neden Analizi Araştırmaları için Yapılan Yaratıcı Sökümlerin Sayısı
25	Planlanan Zamanda Başlayan İş Emirlerinin Oranı
26	Varlık Başına Harcanan Bakım Maliyeti
27	Bakım Stratejisi Bakım Maliyeti

Wijesinghe ve Mallawarachchi (2019), giyim endüstrisinde kullanılan bakım performans göstergelerinin belirlenmesine ilişkin bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu kapsamda, kaynak taraması sonucu 27 adet bakım performans göstergesi belirlemişler, gerçekleştirdikleri anket çalışması sonucunda 15 bakım performans göstergesinin giyim sektörü firmaları için yeterli anlamlılık düzeyine sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Wijesinghe ve Mallawarachchi (2019:47) tarafından kullanılan ve Tablo-3'te sunulan 26 adet bakım performans göstergesi, Türk endüstrilerinde geçerliliklerinin analiz edilmesi maksadıyla saha araştırma anketine dâhil edilmiş ve pilot anket çalışmasında kullanılmıştır. (Tablo-3'te gösterilen 14 numaralı kıstas, ölçülenmesinin güç olabileceği ve saha araştırması sürecine menfi etki edebileceği gerekçesiyle çıkarılmıştır.)

Pilot anket çalışması sonucunda, 20 adet bakım performans göstergesi istatistiksel analizler ve anlamda bütünlüğü bozmaları nedeniyle soru grubundan çıkarılmış ve anket için 6 soruluk bir Bakım Performans Göstergeleri bölümü elde edilmiştir. Bu husus, nispeten daha kolay anlaşılabilen ve yanıtlanabilen sorular elde edilmesini sağlamış ve anketlerin yanıtlanma oranına olumlu yansımıştır. Sektör çalışanlarının da anketin bu bölümü ile ilgili profesyonel görüşleri de alınmıştır. Neticede, esas saha araştırmasında 6 adet soru kullanılmış ve bu çalışmada elde edilen verilerin analizi sonucunda BPG test değişkenleri Tablo-4'te gösterilen son haline getirilmiştir.

Tablo 4. Bakım Performans Göstergeleri Test Değişkenleri
(Wijesinghe ve Mallawarachchi (2019:47))

S TEST DEĞİŞKENLERİ

- 1 Bakıma tabi cihazların verim seviyeleri tatmin edici düzeydedir.
- 2 İcra ettiğimiz bakımların güvenilirlik derecesi yüksektir.
- 3 Tüm iş emirleri göz önüne alındığında sonuçlandırılmış iş emirlerinin oranı yüksek ve tatmin edicidir.
- 4 Planlanan zamanda başlayan iş emirleri oranı yüksektir.
- 5 Tamamlanan iş emirleri konusunda olumlu geri dönüşler alıyoruz.
- 6 Sistemimizin etkinliği sayesinde iş gücü yönetimi optimal seviyededir.

2.1.4. Organizasyonlara Özgü Durumlar

Sektörler: Bazı sektörler bilgi teknolojileri uygulamalarının kullanımında daha aktif hareket etmektedirler (Aydiner ve Tatoğlu, 2019). Buna bağlı olarak farklı sektörlerde bakım BT uygulamalarını irdelemek, sektörlerin bakım BT yatırımlarındaki davranışlarını görmek bakımından katkı sağlayacaktır.

Katılımcılar: Bakım/onarım mühendisi/makine mühendisi, teknik bölüm yöneticisi ve bakım yöneticisi pozisyonları kurumlarda bakım planlaması ve bakım stratejilerinin belirlenmesi konularında karar verici noktada bulunmaktadır. Bu görevlerin bilgisayarlı bakım yönetim ve kestirimci bakım sistemleri hakkında bütüncül bir bakış açısına sahip olmaları ihtimali daha fazladır (Swanson, 1997).

Sahiplik Durumu: Genel olarak kamu sektörü, risk alma ve proaktif yaklaşım sergileme konularında özel sektör firmalarına kıyasla daha az isteklidir (Zhou, Li, Zhou ve Su, 2008).

Tablo 5. Organizasyonlara Özgü Durumlar Grup Değişkenleri

S	GRUP DEĞİŞKENİ
1	Aşağıdaki sektörlerden size en uygun olanını seçiniz.
2	Aşağıdaki pozisyonlardan hangisi sizi en iyi tanımlar?
3	Aşağıdakilerden hangisi firmanızın/tesis(ler)inizin faaliyet gösterdiği alanı temsil etmektedir?
4	Firmanızın/Tesis(ler)inizin yıllık bütçesi hangi aralıkta yer almaktadır?
5	Firmanızda/Tesis(ler)inizde çalışan personel sayısı hangi aralıktadır?
6	Firmanızın/Tesis(ler)inizin yıllık bakım/onarım bütçesi hangi aralıktadır?
7	Firmanızın/Tesis(ler)inizde bulunan ve bakım/onarım yapılan makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı hangi aralıkta yer almaktadır?
8	Bakım/Onarım ekibinde görevli çalışan sayısı hangi aralıktadır?
9	Bakım/Onarım faaliyetlerinde saha personelinin ağırlıklı kullanılma şekli nedir?

Firma/Tesis Özellikleri: Yıllık toplam bütçe, çalışan sayısı ve firma/tesis yaşı, katılımcı tesis/firma özelliklerini oluşturmaktadır (Swanson, 1997). Firmalarda çalışan sayısı, şirketin büyüklüğünü belirten bir ölçüt olarak kabul edilmektedir. Farklı büyüklükteki firmalar farklı işletme performansına sahip olabilirler (Aydiner ve Tatoğlu, 2019). Bunun yanında, büyük

şirketler, genel olarak yüksek bilgi kapasitesine ulaşmak için daha fazla mali kaynak ve insan gücü kullanmaktadır (Mani, Barua ve Whinston, 2010). Deneyimli firmalar, gelişimlerini sürdürme konusunda tecrübe avantajları nedeniyle genç firmalara oranla daha avantajlıdır (Chen, Wang, Benitez-Amado ve Kou, 2015) ancak sosyal eylemsizlik oluşturarak yeni teknolojilere yatırım yapmaktan da kaçınılırlar (Aydiner ve Tatoğlu, 2019).

Tesis Bakım Departmanı Özellikleri: Swanson (1997)'un çalışmasına paralel olarak; yıllık bakım bütçesi, bakım onarım yapılan makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı, bakım yapılan makinelerin ortalama yaşı, bakım onarım ekibinde çalışan personel sayısı ve bakım saha personelinin ağırlıklı kullanılma şekli bakım bölümü özellikleri kapsamında yer almaktadır.

Özetle, literatür ile paralel olarak saha araştırmasında Tablo-5'te sunulan grup değişkenlerinin kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiş ve bu değişkenler saha araştırması anketinin dördüncü bölümünde kullanılmıştır. Tablo-5'te görülen 1 ve 3'üncü sorular organizasyonların faaliyet gösterdiği endüstri ve sahiplik örüntüsünü, 2'nci soru katılımcıların organizasyon içi görevlerini, 4, 5, 6'ncı sorular organizasyonun tümüne ilişkin verileri, 7, 8 ve 9'uncu sorular organizasyonun bakım bölümüne ilişkin verileri elde etmek amacıyla ankette kullanılmıştır.

2.1.5. Tez Çalışmasının Dayandığı Teorik Yaklaşımlar

Sistem Yaklaşımı: 2.Dünya Savaşı yıllarından itibaren yönetim konularının ele alınışında hâkim olmaya başlayan “Sistem Yaklaşımı” biyolog Von Bertalanffy'nin 1920'li yıllarda başlattığı “Genel Sistemler Teorisi”nden kaynaklanmaktadır. Bu teori, biyoloji, matematik, fizik, kimya, ekonomi gibi bilim dallarının birleşiminden oluşmakta, büyüme ve gelişme gibi konulara uygulanabilecek ilke, prensip ve teoriler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Buna bağlı olarak, olayları ve yapıları sadece bir bakış açısıyla, başka olaylar ile ilişkisiz ve çevre şartlarından kopuk olarak incelemek yerine, her olayı belirli bir çerçeve içinde, başka olaylar ile ilintili olarak incelemenin, olayları idrak etme, tahminde bulunma ve kontrol etme açılarından daha uygun olduğu ileri sürülmüştür. Bu “Bütüncü” ve “Genelci” görüşün yönetim konularına uygulanması ile yönetimde “Sistemler Yaklaşımı” adı verilen yeni bir yaklaşım tarzı ortaya çıkmıştır (Koçel, 2011).

Sistem denildiğinde belirli parçalardan oluşan (Bölümlerden, alt sistemlerden) oluşan bir bütün anlaşılmaktadır. Burada önem arz eden husus, bütünü oluşturan parçaların her birinin kendine has işleyiş özelliği olması, fakat her birinin etkinliğinin de birbirlerine bağlı

olmasıdır. İşte “Sistemler Yaklaşımı” bütünü oluşturan bu parçaları, bunların birbirleri ile olan ilişkilerini bir arada incelemektedir.

Sistemler yaklaşımının temelinde “sistem” olarak ele alınan bütünün amacının gerçekleşmesi vardır. Başka bir deyişle, “Sistemler”i esas alan bakış açısında, ağırlık o sistemlerin amaçları, sistemin içerdiği alt sistemler, alt sistemler arasındaki ilişkiler ve alt sistemlerin ana sisteme yaptığı katkı üzerinde yoğunlaşmaktadır

Yönetimde sistemler yaklaşımı denildiğinde organizasyon ana (esas) sistemdir. Bu sistem birbirleri ile ilişkili ve karşılıklı bağımlı alt sistemleri içermektedir. Sistem açısından önemli olan bu alt sistemlerin nerede ve nasıl birbirlerine bağımlı olduklarıdır (Koçel, 2011).

Bütüncül Yaklaşım: “Örgütsel Bütünlük” bakış açısına göre, BS/BT uygulamaları, bilgi sistemleri geliştirme döngüsü tamamlandığında sona eren "tek seferlik" bir olay olarak görülmemelidir. Teknik ve stratejik yaklaşımlar ile popüler hale gelen ve tek bir adım ifade eden metodolojik çerçeveden ziyade, BS/BT uygulaması örgütsel gelişim, örgütsel öğrenme ve örgütsel dönüşüm konuları ile daha ilgilidir. Bilişim sistemlerinin organizasyonlara uygulanması, münferit olaylar / olay serileri veya anlık çözümlerle indirgenmek yerine, devamlı ve nüfuz edici sonuçları olan, çözümsel araçlar ile derinlemesine araştırılması gereken bütüncül bir süreç olarak görülmelidir.

Yeni bilgi teknoloji uygulamalarının örgüt yöntem, süreç ve davranışlarında değişim yarattığı düşünsel olarak kabul görse de, son 20 yılda ortaya çıkan binlerce BS/BT projesine dayanan kanıtlar, çıktının aslında bu yönde olmadığını ortaya koymaktadır. BS/BT yöneticileri, danışmanları ve hatta öğretmenleri BS/BT uygulama projelerinin sosyal/örgütsel yönlerini göz ardı etmekte ve bunlara salt teknik hususlar olarak bakmaktadır.

Bu anlamda anahtar kelime “bütünleşme” olmalıdır. Şirketlerde ve kamu örgütlerinde, BS/BT yönetimi, stratejik olarak, yönetsel kontrol, kalite ve insan kaynakları unsurları ile çok daha bütünleşmiş bir yol ile planlanmalı ve uygulamaya konulmalıdır. Akademik olarak, BS/BT kursları/eğitimleri, teknolojik eğilimleri ne olursa olsun (Sistem analizleri, sistem gelişimi, çoğul ortam, telekomünikasyon, vb.) yönetimin çok daha büyük unsurları ve örgüt teorisi ile uyumlaşmak üzere tasarlanmalıdır.

2.2. İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Uluslararası tez merkezinde “Bilgisayarlı Bakım” ve “Kestirimci Bakım” anahtar kelimeleri ile yapılan araştırmada, ilgili konularda toplam 35 adet tez çalışmasına ulaşılmıştır (EK-2). 1 çalışma doktora tezi olup, geri kalan 34 adet çalışma yüksek lisans tezi kapsamındadır. Çalışmaların 30’u kestirimci bakım, 5’i bilgisayarlı bakım yönetim sistemi üzerine gerçekleştirilmiştir. Bilgisayarlı bakım yönetim sistemi özelinde yapılan çalışmalar sırasıyla 1994, 2002, 2003, 2004 ve 2014 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Buna bağlı olarak, son 27 yılda gerçekleştirilen tez çalışmalarının %85’inin kestirimci bakım sistemlerini konu edindiği öne sürülebilir. Bunların da önemli bir kısmı genel organizasyonel verimliliğin ve endüstrilerdeki durumun saptanmasından ziyade, kestirimci bakım sisteminin belirli cihazlara uygulanması veya çeşitli model / teknikler ile geliştirilmesini konu edinen çalışmalardır (Yağ analizi, titreşim analizi, Nesnelerin İnterneti /Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı, Su Pompa İstasyonlarında Kestirimci Bakımın Kullanılması vb.).Sonuç olarak, bilgisayarlı bakım yönetim ve kestirimci bakım sistemlerinin Türk endüstrilerinde ayrı ayrı incelendiği bütüncül bir çalışmanın var olan çalışmalara katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

2.3. KAYNAK TARAMASI SONUÇLARI

Kaynak taraması sonuçları iki başlık altında incelenebilir. Birincisi, bakım yönetiminde kullanılan en önemli sistemler ve gelecek ilerleme alanlarına ilişkin hususlardır. Buna göre, BBYS ve KBS yüksek bakım performansı elde etmeyi hedefleyen organizasyonlarda kullanılmaktadır. BBYS nispeten daha eski bir sistem olup, bakım yönetimi alanında önemli bir yer tutmaktadır. Organizasyonlara sistem ve bütüncül teoriler açısından bakıldığında BBYS’nin “Toparlayıcı” potansiyeli ve bakım performansını artırıcı yönü ortaya çıkmaktadır. Öte yandan, istatistiksel analizler, yapay zekâ ve büyük veri gibi kavramlar ile anılan KBS, özellikle tek donanım / donanım grubunun bakım performansı açısından teknolojinin geldiği son aşamaları yansıtmaktadır. Son 3 yıldaki çalışmalara bakıldığında KBS’nin gelecekte meydana gelebilecek arızalara ilişkin bilgi sağlama kapasitesi üzerine yoğunlaşıldığı, farklı veri analiz teknikleri ile tahmin isabet oranının artırılmasının temel araştırma kaygısını teşkil ettiği görülmektedir. Bakım yönetiminin ilerleyeceği alanın bu istikamette olacağı değerlendirilmekle birlikte, tüm sistemin uyumlu bir şekilde çalışmasını sağlayacak, bütüncül bir bakış açısı ile organizasyonların toplam bakım performans seviyesini kontrol edebilecek BBYS’nin ve KBS ile arasındaki etkileşimin yeterince irdelenmediği ve bu yönde bir boşluk olduğu görülmüştür. Bu noktada, bakım bilişim sistemleri alanının sistem ve

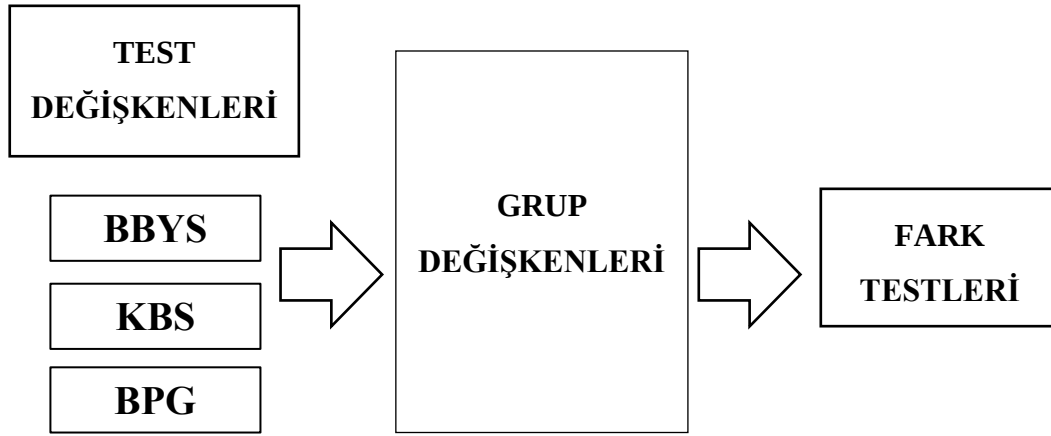
bütüncül yaklaşımlar ışığında mercek altına alınmasının gerekli olduğu değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, sistemlerin alt bileşenlerinde yürütülen bakım faaliyetlerinin performanslarının bilgi teknolojileri ile artırılması yanında, anlamlı ve bütüncül bir gelişim kaydetmek için, organizasyon sistemini oluşturan tüm alt bileşen ve unsurlar arasındaki etkileşimin göz önünde tutulması ve organizasyon verimliliğinin temel bir unsur olarak değerlendirmeye alınması gerekmektedir. Sistem ve bütüncül yaklaşımlara paralel olarak, saha araştırması neticesinde bilgi teknolojisi kaynakları daha fazla olan organizasyonların daha fazla bakım performansı elde edeceği düşünülmektedir. Tez çalışmasının analiz ve bulgular bölümlerinde de bu kapsamda değerlendirmelerde bulunulmuş ve araştırma bu yönde şekillendirilmiştir.

İkincisi, Türkiye Cumhuriyeti'nde endüstri gruplarını kapsayan, BBYS, KBS ve BPG'nin birlikte incelendiği, tanımlayıcı nitelik arz eden, bu konulardaki genel durumu yansıtan herhangi saha çalışması olmadığı ve bu boşluğun kapatılmasının, bakım yönetimi alanında yapılacak bilgi teknolojisi yatırımlarına ve bilimsel araştırmalara katkı sağlayabileceği değerlendirmesidir. Bu tez çalışması ikinci başlık üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu hususa paralel olarak, tez kaynak taramasında Türkiye'de ölçümü hedeflenen Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi, Kestirimci Bakım Sistemi, Bakım Performans Göstergeleri ve bunların sektörel dağılımlarını gösteren uygun test ve grup değişkenlerinin tespitine ağırlık verilmiş, saha araştırmaları ve analizler neticesinde sırasıyla BBYS- 7 değişken, KBS- 6 değişken, BPG- 6 değişken ve Grup Değişkenleri- 9 değişken olmak üzere toplam 28 değişken belirlenmiştir.

3. YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMA MODELİ

Bu tez çalışmasında kaynak taraması neticesinde belirlenen BBYS, KBS ve BPG test değişkenlerinin grup değişkenlerinde gösterdiği olası farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının ölçülmesi hedeflenmiş ve ampirik araştırma yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda analize tabi tutulacak örneklem, saha araştırması sonucunda elde edilen gözlemlerden oluşturulmuştur. Çalışmanın seyri Şekil-11'de gösterilen araştırma modeline göre yürütülmüş, ancak kaynak taraması sonucu tespit edilen boşluklara dikkat çekmek ve gelecek araştırmalar için önerilerde bulunmak üzere kavramsal tespitlerde de bulunulmuştur.



Şekil 11. Araştırma Modeli

3.2. EVREN VE ÖRNEKLEM

Türkiye'nin gelişen ülkeler kategorisinde olması ve BT uygulamalarına yatırım eğilimi, ülkeyi araştırma alanı olarak cazip kılmıştır. Araştırma evrenimiz Türkiye'de bakım/onarım faaliyeti gösterilen organizasyonlarının tümüdür. Çeşitli sebeplerle (Bazı organizasyonların talep edilen bilgileri ticari/mesleki sır olarak görmesi ve paylaşmak istememesi, mali hususlar vb.) bu organizasyonların tümüne ulaşma şansı olmadığından örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Anketimizin 2,3 ve 4'üncü bölümlerinde aralıklı, 5'nci bölümde ise kategorik, aralıklı ve oransal ölçekler kullanılmıştır. Anket ile toplanan veriler SPSS programında faktör, güvenilirlik ve fark analizlerine tabi tutulmuştur.

3.3. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Kesitsel anket yöntemi ile anket soruları hazırlanmıştır. Anket 5 bölümden oluşmaktadır. 1'inci bölüm giriş bölümü olup; 6698 sayılı KVKK mevzuatı uyarınca oluşturulan aydınlatma metni, araştırmayı izah eden bir ön söz ve son olarak İstanbul Medeniyet Üniversitesi etik kurul onay belgesi (EK-1) alt bölümlerini içermektedir. 2,3 ve 4'üncü bölümlerde sırasıyla BBYS, kestirimci bakım ve bakım performans göstergeleri soruları bulunmaktadır. Bu bölümlerde literatürden çıkarılan ölçekler kullanılmış ve Likert ölçeğinden (1=Kesinlikle Katılmıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum) faydalanılmıştır. 5'inci bölüm, firmalara özgü genel bilgilerin toplanması için literatürde yer alan ölçekler ile oluşturulmuştur. Ortaya çıkan anketin sağlıklı olup olmadığını tespit etmek (Presser vd., 2004) için bir ön test uygulaması

gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda anket çalışması 3 akademisyen ve 3 sektör profesyonelinin kontrolüne sunulmuş ve geri dönüşler doğrultusunda anket revize edilmiştir. Müteakiben, örnek kitlenin mümkün olduğunca nihai anketin uygulanacağı kitleye benzer olması sağlanarak, 62 kurum/kuruluşa ve 112 bakım profesyoneline ön-test uygulaması kapsamında çevrim içi anket dağıtımı yapılmıştır. Anketin, kurumların bakım sistemlerine hâkim olan üst düzey bakım yöneticilerine gönderilmesine özen gösterilmiştir. Anketin oluşturulmasında Qualtrics programı, dağıtılmasında ise sosyal medya ve e-posta kanalları kullanılmıştır. Katılımı talep edilen organizasyonlar arasında denizcilik, havacılık ve üretim sektörlerinde faaliyet gösteren özel şirketler, mühendislik odaları, denizcilik ve havacılık sektöründe faaliyet gösteren kamu kurumları bulunmaktadır. 4 ay süren Pilot anket çalışması toplamda 127 kişi tarafından yanıtlanmıştır. Yapılan incelemede toplamda 72 gözlemin eksik yanıtlandığı, 55'inin ise tam olarak yanıtlandığı ve analize uygun olduğu anlaşılmıştır. Ön test ile elde edilen veriler, SPSS programında sırasıyla faktör ve güvenilirlik analizlerine tabi tutulmuştur. Analizler sonucunda 61 sorunun 21'i elenmiştir ve esas saha çalışmasında kullanılacak ankete ilişkin çerçeve oluşturulmuştur.

3.4. VERİLERİN TOPLANMASI

Esas anket, ön test anketinde elde edilen verilerin analiz edilmesi ile elenen sorular ile revize edilmiş, neticede elde edilen 40 soruluk anket, 4 ay süre ile uygulanmıştır. Anket dağıtımı Covid-19 sürecinin devam etmesi nedeniyle sosyal medya ve elektronik posta vasıtası ile yapılmıştır. Konunun teknik içeriğinin yoğun olması, şirket ve kurumların ticari/mesleki sır gerekçeleri ile elektronik postalara dönüş yapmamaları nedeniyle, sektör profesyonellerinin yoğun olarak kullandığı LinkedIn sosyal medya platformunda, “Kestirimci Bakım” ve “Bakım Mühendisi” anahtar kelimeleri ile belirlenen bakım sektör profesyonellerine anket linkini içeren özel mesajlar gönderilmiştir. Bu yöntemin kullanılması cevap alma oranını belirgin şekilde arttırmış ve saha tecrübesi yoğun olan profesyoneller ile etkileşimin sağlanmasına vesile olmuştur. Bu suretle, iş dünyasına yönelik sosyal medya platformlarının akademik çalışmalar için yoğun olarak kullanılmasının katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir. Anket sorularının nev'ini göz önüne alarak dağıtımın mümkün olduğunca bakım konusunda yöneticilik veya mühendislik görevi alan kişilere gönderilmesine dikkat edilmiştir. Bu süreçte toplam 641 gözlem elde edilmiş, 641 gözlemin 380'inin cevaplanmayan anket soruları barındırdığı tespit edilmiştir. Ek olarak 2 gözlemin, tam yanıtlanmasına rağmen, anlamsal bütünlük oluşturmadığı görülmüş ve örneklemden

çıkarılmaları sağlanmıştır. Bu nedenle toplamda 382 gözlem elenmiş ve toplam 259 adet analize elverişli örneklem elde edilmiştir.

3.5. VERİLERİN ANALİZİ

Araştırma modelimizde belirtilen farklılık testleri ile hedeflenen araştırma sonuçlarını elde etmek üzere BBYS, KBS ve BPG test değişkenlerinin istatistiksel analizlere tabi tutulması ve birer değişken haline getirilmesi gerekmektedir. Bu suretle, sırasıyla faktör analizi, güvenilirlik analizi ve faktör skoru oluşturma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Faktör Analizi: Esas saha araştırmasında kullanılan 17 adet bilgisayarlı bakım yönetim sistemi test değişkeni, 6 adet kestirimci bakım test değişkeni ve 6 adet bakım performans göstergeleri test değişkenine ait toplam 259 adet analiz edilebilir gözlem faktör analizine tabi tutulmuştur. Elde edilen KMO değeri 0,923'tür (Tablo-6).

Tablo 6. Faktör Analizi KMO and Bartlett Testleri Sonuçları

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,923
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	2873,692
	df	171
	Sig.	0,000

KMO değeri 0,8 ve yukarısı olduğundan örneklem sayısının mükemmel derecede yeterli olduğu söylenebilir (Durmuş, Yurtkoru, & Çinko, 2018). Bartlett küresellik testi p değeri ise 0,05 anlamlılık derecesinden düşük ve değişkenler arasında faktör analizi yapmaya yeterli düzeyde bir ilişki mevcut olduğu saptanmıştır (Durmuş, Yurtkoru, & Çinko, 2018). Faktör analizi sürecinde; faktörlerin oluşturulması ve değişkenlerin elenmesinde istatistiki değerlerin yanı sıra anlamsal bütünlük de göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre:

- Faktör yükü 0,450'nin üzerinde olan ve anlamsal bütünlük arz eden değişkenler muhafaza edilmiş,
- Faktör yükünden bağımsız olarak anlamsal bütünlüğü bozan veya mevcut sorular içerisinde tekrar niteliği oluşturabilen değişkenler elenmiştir.

Faktör analizleri sonucunda 17 bilgisayarlı bakım yönetim sistemi sorusundan 9'u, 6 kestirimci bakım sorusundan 1'i elenmiş, 6 adet bakım performans göstergeleri sorusu ise aynı şekilde muhafaza edilmiştir. Neticede elde edilen 3 faktörün, kalan 19 test değişkeninin

toplam varyansını açıklama oranı %61,899'dur (Tablo-7). Tablo-8'de, faktör analizleri sonucu oluşan 3 adet faktör ve bu faktörlere dâhil olan değişkenler görülmektedir. Tüm değişkenlerin faktör yükleri 0,500'ün üzerindedir. Neticede 29 adet test değişkeninin sayısı 19'a inmiş ve toplam 3 adet faktör oluşmuştur. Buna göre, birinci faktör bilgisayarlı bakım yönetim sistemi faktörüdür ve 7 adet bilgisayarlı bakım yönetim sistemi sorusundan oluşmaktadır. İkinci faktör olan bakım performans göstergeleri faktörü, 6 adet bakım performans göstergesi sorusundan oluşmaktadır. Üçüncü faktör olan kestirimci bakım sistemi faktörü ise 5 adet kestirimci bakım sorusu ve 1 adet bilgisayarlı bakım yönetim sistemi sorusu ile toplamda 6 adet sorudan oluşmaktadır. Üçüncü faktör içinde yer alan bilgisayarlı bakım yönetim sistemi “Devam eden bakımlarda, cihazlara müdahale esnasında donanımın gerçek zamanlı durumunu izleme/görüntüleme imkân kabiliyetimiz mevcuttur.(Real-Time monitoring)” değişkenidir ve literatürde kestirimci bakım sisteminin bir parçası olarak değerlendirilen “Gerçek zamanlı görüntüleme” hususu ile bağdaştırılabilir (Pwc ve Mainnovation, 2017). Bu suretle, anlamsal bütünlüğü bozmadığından bu soru 3'üncü faktör içerisinde bırakılmıştır

Tablo 7. Toplam Açıklanan Varyans Tablosu

Bileşen	Başlangıç Özdeğerleri			Yük Karelerinin Döndürülmüş Toplamı		
	Toplam	% Varyans	Kümülatif %	Toplam	% Varyans	Kümülatif %
1	8,642	45,485	45,485	4,228	22,251	22,251
2	1,942	10,223	55,707	3,893	20,489	42,739
3	1,174	6,181	61,889	3,638	19,149	61,889
4	,922	4,852	66,741			
5	,792	4,168	70,909			
6	,750	3,948	74,857			
7	,600	3,158	78,014			
8	,538	2,829	80,843			
9	,488	2,571	83,414			
10	,474	2,495	85,909			
11	,432	2,273	88,182			
12	,398	2,095	90,277			
13	,353	1,859	92,136			
14	,304	1,602	93,739			
15	,294	1,548	95,287			
16	,258	1,356	96,642			
17	,250	1,317	97,959			
18	,206	1,084	99,042			
19	,182	,958	100,000			

Tablo 8. Döndürülmüş Bileşen Matriksi Tablosu

	Bileşenler		
	1	2	3
Sistemimiz ile planlı/ plansız bakım faaliyetleri ve bu faaliyetlerin son durumları izlenebilmektedir.	0,818	0,301	0,042
Sistemimizde donanım bakım/onarım geçmişi görüntülenebilmektedir.	0,764	0,379	0,029
Sistemimiz ile iş emirleri geriye dönük olarak izlenip takip edilebilmektedir. (Gün, Müdahale Eden Kişi vs.)	0,748	0,394	0,031
Sistemimiz ile planlama yapıp önleyici bakım iş emri çıkarıyoruz.	0,696	0,113	0,319
Sistemimiz ile iş emri verilebilmekte, iş önceliklendirme ve donanımla/bileşenle iş izlemesi yapılabilmektedir.	0,661	0,200	0,199
Bakım talimatları ve garanti kapsam bilgileri bakım sistemimizde muhafaza edilebilmektedir.	0,651	0,247	0,249
Tüm teknik mevzuatı bakım sistemimizde bulundurabiliyor ve istediğimizde erişim sağlayabiliyoruz.	0,558	0,069	0,425
Bakım yapılan cihazların verim seviyeleri tatmin edici düzeydedir.	0,271	0,780	0,212
Gerçekleştirdiğimiz bakımların güvenilirlik derecesi yüksektir.	0,275	0,775	0,205
Tüm iş emirleri göz önüne alındığında sonuçlandırılmış iş emirlerinin oranı yüksek ve tatmin edicidir.	0,357	0,711	0,252
Planlanan zamanda başlayan iş emirleri oranı yüksektir.	0,164	0,706	0,335
Tamamlanan iş emirleri konusunda olumlu geri dönüşler alıyoruz.	0,346	0,670	0,270
Sistemimizin etkinliği sayesinde iş gücü yönetimi optimal seviyededir.	0,325	0,527	0,492
Teknik Teçhizatın olası arıza risklerini tanımlamak için çevrim içi (Internet) testler yapılmaktadır.	0,082	0,083	0,847
Teknik teçhizatın olası arıza risklerini tanımlamak için çevrim dışı(Intranet) testler yapılmaktadır.	0,073	0,168	0,777
Bakım sisteminde IOT-Internet of Things(Nesnelerin İnterneti) kullanılarak anlık bilgi akışı sağlanmaktadır.	0,115	0,279	0,668
İstatistiksel arıza verilerinin analizi (Data analysis) ile kestirimci (Predictive) bakım uygulamaları gerçekleştiriyoruz.	0,270	0,360	0,575
Devam eden bakımlarda, cihazlara müdahale esnasında donanımın gerçek zamanlı durumunu izleme/görüntüleme imkan kabiliyetimiz mevcuttur. (Real-Time monitoring)	0,197	0,261	0,545
Teknik teçhizatın, belirli performans göstergeleri dikkate alınarak gelecekte oluşabilecek arızalara karşı bakım planlaması yapılabilmektedir.	0,304	0,366	0,527

Güvenilirlik Analizi: Elde edilen 3 adet faktör, güvenilirlik analizine tabi tutulmuştur. İlk olarak bilgisayarlı bakım yönetim sistemi faktöründen başlanmış, Tablo-9, Tablo-10 ve Tablo-11’de sunulan veriler elde edilmiştir. Bunlara göre, 259 adet gözlemin tümü teste dâhil olmuş ve birinci faktörün toplam güvenilirlik (Cronbach’s Alpha) değeri 0,875 olarak bulunmuştur (Tablo-9) . Bu değer 0,7’nin üzerindedir ve toplam güvenilirliğin yeterli olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 9. Güvenilirlik Analizi İstatistikleri

(Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi)

Cronbach's Alpha	Öge Sayısı
0,875	7

Tablo 10. Toplam Öge İstatistikleri Tablosu

(Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi)

	Öge Silindiğinde Ölçek Ortalaması	Öge Silindiğinde Ölçek Varyansı	Düzeltilmiş Toplam Ölçek Korelasyonu	Öge Silindiğinde Cronbach's Alpha Değeri
Sistemimiz ile planlama yapıp önleyici bakım iş emri çıkarıyoruz.	24,59	19,840	0,643	0,860
Sistemimiz ile iş emri verilebilmekte, iş önceliklendirme ve donanımla /bileşenle iş izlemesi yapılabilmektedir.	24,41	20,506	0,602	0,865
Sistemimiz ile iş emirleri geriye dönük olarak izlenip takip edilebilmektedir. (Gün, Müdahale Eden Kişi vs.)	24,02	21,224	0,727	0,851
Sistemimiz ile planlı/ plansız bakım faaliyetleri ve bu faaliyetlerin son durumları izlenebilmektedir.	24,22	20,203	0,765	0,844
Bakım talimatları ve garanti kapsam bilgileri bakım sistemimizde muhafaza edilebilmektedir.	24,56	20,139	0,656	0,857
Tüm teknik mevzuatı bakım sistemimizde bulundurabiliyor ve istediğimizde erişim sağlayabiliyoruz.	24,90	20,630	0,537	0,875
Sistemimizde donanım bakım/onarım geçmişi görüntülenebilmektedir.	24,14	20,480	0,730	0,849

Tablo-10'a bakıldığında tablonun en sağ sütununda bulunan "Öge Silindiğinde Cronbach's Alpha" değerlerinden hiçbirinin Tablo-9'deki toplam güvenilirlik değerinden yüksek olmadığı görülecektir. Bu suretle, birinci faktör olan bilgisayarlı bakım yönetim sisteminden herhangi test değişkeninin çıkarılmasına yer olmadığı anlaşılmaktadır.

Tablo 11. Güvenilirlik Analizi İstatistikleri
(Bakım Performans Göstergeleri)

Cronbach's Alpha	Öge Sayısı
0,898	6

Tablo 12. Toplam Öge İstatistikleri Tablosu
(Bakım Performans Göstergeleri)

	Öge Silindiğinde Ölçek Ortalaması	Öge Silindiğinde Ölçek Varyansı	Düzeltilmiş Toplam Ölçek Korelasyonu	Öge Silindiğinde Cronbach's Alpha Değeri
Tamamlanan iş emirleri konusunda olumlu geri dönüşler alıyoruz.	19,30	12,955	0,737	0,879
Sistemimizin etkinliği sayesinde iş gücü yönetimi optimal seviyededir.	19,65	12,514	0,693	0,887
Tüm iş emirleri göz önüne alındığında sonuçlandırılmış iş emirlerinin oranı yüksek ve tatmin edicidir.	19,35	12,685	0,771	0,874
Gerçekleştirdiğimiz bakımların güvenilirlik derecesi yüksektir.	19,29	13,174	0,726	0,881
Bakım yapılan cihazların verim seviyeleri tatmin edici düzeydedir.	19,29	13,259	0,737	0,879
Planlanan zamanda başlayan iş emirleri oranı yüksektir.	19,52	12,824	0,700	0,885

İkinci olarak, bakım performans göstergeleri faktörüne ilişkin güvenilirlik analizi yapılmış ve Tablo-11, Tablo-12 ve Tablo-13'te görülen değerler elde edilmiştir. İlgili faktör bünyesinde toplanan değişkenlere ilişkin 259 adet gözlem teste dâhil edilmiş ve ikinci faktörün toplam

güvenilirlik değeri (Cronbach's Alpha) 0,898 olarak bulunmuştur (Tablo-11). Değer 0,7'nin üzerinde olup faktörün toplam güvenilirliğinin uygun olduğuna işaret etmektedir. Tablo-12 incelendiğinde “Öge Silindiğinde Cronbach's Alpha” değerlerinden hiçbirinin 0,898 toplam güvenilirlik değerinden yüksek olmadığı görülmektedir. Bu suretle, ikinci faktörde toplanan test değişkenlerinin tümü muhafaza edilmiştir.

Tablo 13. Güvenilirlik Analizi İstatistikleri
(Kestirimci Bakım Sistemi)

Cronbach's Alpha	Öge Sayısı
0,834	6

Üçüncü ve son faktör olan kestirimci bakım sistemleri bünyesinde toplanan 6 adet değişkene ilişkin tüm gözlemler güvenilirlik testine tabi tutulmuştur (Tablo-13). Güvenilirlik testi sonucunda elde edilen toplam güvenilirlik değeri 0,834'tür ve 0,7 değerinin üzerindedir (Tablo-13).

Tablo 14. Toplam Öge İstatistikleri Tablosu
(Kestirimci Bakım Sistemi)

	Öge Silindiğinde Ölçek Ortalaması	Öge Silindiğinde Ölçek Varyansı	Düzeltilmiş Toplam Ölçek Korelasyonu	Öge Silindiğinde Cronbach's Alpha Değeri
Devam eden bakımlarda, cihazlara müdahale esnasında donanımın gerçek zamanlı durumunu izleme/görüntüleme imkan kabiliyetimiz mevcuttur. (Real-Time monitoring)	16,64	20,160	0,522	0,825
Bakım sisteminde IOT-Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) kullanılarak anlık bilgi akışı sağlanmaktadır.	17,02	19,418	0,613	0,806
Teknik teçhizatın olası arıza risklerini tanımlamak için çevrim dışı(Intranet) testler yapılmaktadır.	17,02	19,329	0,650	0,798
Teknik Teçhizatın olası arıza risklerini tanımlamak için çevrim içi (Internet) testler yapılmaktadır.	17,12	19,093	0,670	0,793
Teknik teçhizatın, belirli performans göstergeleri dikkate alınarak gelecekte oluşabilecek arızalara karşı bakım planlaması yapılabilmektedir.	16,32	20,662	0,582	0,812
İstatistiksel arıza verilerinin analizi (Data analysis) ile kestirimci (Predictive) bakım uygulamaları gerçekleştiriyoruz.	16,36	20,424	0,612	0,806

Tablo-13'te görülen toplam güvenilirlik değeri ile Tablo-14'te görülen "Öge Silindiğinde Cronbach's Alpha" değerleri karşılaştırıldığında, faktörden çıkarıldığı takdirde toplam güvenilirlik değerini arttıracak herhangi değişken olmadığı görülmektedir. Bu suretle, üçüncü faktör olan kestirimci bakım faktörü 6 soru ile içeriğini muhafaza etmiştir.

Grup Değişkenleri: Tablo-15'te test değişkenlerinin farklılık durumlarının inceleneceği 8 adet grup değişkeni görülmektedir. "Aşağıdaki pozisyonlardan hangisi sizi en iyi tanımlar?" sorusu test değişkenleri ile anlamsal bir bütünlük oluşturmadığından test değişkenleri ile yapılan farklılık analizlerine dâhil edilmemiştir.

Tablo 15. Organizasyonel Karakteristikler

GRUP DEĞİŞKENLERİ
Aşağıdaki sektörlerden size en uygun olanını seçiniz.
Aşağıdakilerden hangisi firmanızın/tesis(ler)inizin faaliyet gösterdiği alanı temsil etmektedir?
Firmanızın/Tesis(ler)inizin yıllık bütçesi hangi aralıkta yer almaktadır?
Firmanızda/Tesis(ler)inizde çalışan personel sayısı hangi aralıktadır?
Firmanızın/Tesis(ler)inizin yıllık bakım/onarım bütçesi hangi aralıktadır?
Firmanızın/Tesis(ler)inizde bulunan ve bakım/onarım yapılan makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı hangi aralıkta yer almaktadır?
Bakım/Onarım ekibinde görevli çalışan sayısı hangi aralıktadır?
Bakım/Onarım faaliyetlerinde saha personelinin ağırlıklı kullanılma şekli nedir?

Faktör Skorları: Güvenilirlik analizlerine müteakiben Şekil-16'da gösterilen komutlar girilerek bilgisayarlı bakım yönetim sistemi, bakım performans göstergeleri ve kestirimci bakım faktörlerinin faktör skorları hesaplanmış ve bu faktörlerin test değişkenlerine dönüştürülmesi sağlanmıştır.

Tablo 16. Faktör Skorları Hesaplamaları

$\text{COMPUTE BBYS}=(C2_S2 + C3_S3 + C4_S4 + C5_S5 + C6_S6 + C7_S7 + C8_S8) / 7.$ EXECUTE.
$\text{COMPUTE BPG}=(M1_S24 + M2_S25 + M3_S26 + M4_S27 + M5_S28 + M6_S29) / 6.$ EXECUTE.
$\text{COMPUTE KBS}=(C10_S10 + P2_S19 + P3_S20 + P4_S21 + P5_S22 + P6_S23) / 6.$ EXECUTE.

Sonuç olarak, 259 adet gözlemin her birinde 1 ile 5 arasında bir değer alan 3 adet test değişkeni oluşturulmuştur. Bu değişken isimleri BBYS (Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi), BPG (Bakım Performans Göstergeleri) ve KBS (Kestirimci Bakım Sistemleri) olarak belirlenmiştir. Elde edilen test değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı analizler gerçekleştirilmiş ve bu bulgular 3. Bölümde detaylı olarak aktarılmıştır. “3.Bulgular” bölümünde detaylı olarak aktarılmıştır. Müteakiben, elde edilen değişkenlerin normal dağılıma sahip olup olmadığını bulmak üzere normallik testi (Kolmogorov-Smirnov testi) uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov testi seçilmesinin nedeni gözlem örneklem grubu sayısının 50’den fazla olmasıdır (Durmuş, Yurtkoru, & Çinko, 2018).

Tablo 17.Normallik Testi (Kolmogorov-Smirnov) Verileri

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
BBYS	0,149	259	0,000	0,883	259	0,000
BPG	0,131	259	0,000	0,910	259	0,000
KBS	0,086	259	0,000	0,974	259	0,000

Tablo-17 incelendiğinde BBYS, BPG ve KBS test değişkenleri için anlamlılık (sig.) değerlerinin 0,05’ten küçük olduğu görülmektedir. Bu suretle, üç faktörün de normal dağılıma sahip olmadığı ve parametrik olmayan testlere tabi tutulmaları gerektiği anlaşılmaktadır. Bu suretle, araştırma, parametrik olmayan Mann-Whitney ve Kruskal – Wallis testlerinin fark analizlerinde kullanılması ile devam edecektir.

Fark Testleri: BBYS, BPG ve KBS değişkenlerinin normal dağılıma sahip olmamaları nedeniyle fark testlerinde 2 gruba sahip değişkenler için Mann-Whitney ve 3 ve daha fazla gruptan oluşan değişkenler için ise Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Bu kapsamda, yukarıda elde edilen BBYS, BPG ve KBS test değişkenlerinin tanımlanmış grup değişkenlerinde anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir.

Tablo 18.Kruskal -Wallis Testi Anlamlılık Oranları

(Sektörler)

	BBYS	BPG	KBS
Kruskal-Wallis H	7,601	7,945	8,061
df	2	2	2
Asymp. Sig.	0,022	0,019	0,018

İlk grup değişkeni “Aşağıdaki sektörlerden size en uygun olanını seçiniz.” toplamda 3 gruba sahiptir (Enerji ve Lojistik, İmalat ve Diğer). Bu suretle, Kruskall Wallis testi uygulanmış, Tablo-18 ve Tablo-19’da gösterilen veriler elde edilmiştir.

Tablo 19.Kruskall Wallis Testi Sonuçları

(Sektörler)

Aşağıdaki sektörlerden size en uygun olanını seçiniz.		Sayı	Ortalama Değer
BBYS	Enerji ve Lojistik	90	118,28
	İmalat	113	127,96
	Diğer	56	152,95
	Total	259	
BPG	Enerji ve Lojistik	90	122,19
	İmalat	113	123,93
	Diğer	56	154,79
	Total	259	
KBS	Enerji ve Lojistik	90	132,67
	İmalat	113	117,21
	Diğer	56	151,51
	Total	259	

Tablo-18 incelendiğinde, test değişkenlerinin tümünün anlamlılık (sig.) değerlerinin 0,05’in altında olduğu görülmektedir. Bu değer, tüm test değişkenlerinin “Aşağıdaki sektörlerden size en uygun olanını seçiniz.” grup değişkeninde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olduğunu göstermektedir. Grupların tüm test değişkenleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ihtiva ettiğinin tespit edilmesi sonucunda, gruplarının birbirleri arasındaki ilişkiyi görmek için post-hoc testi gerçekleştirilmiş ve Tablo-20’deki değerler elde edilmiştir. Tablo-20’ye bakıldığında, BBYS test değişkeninin “Enerji ve Lojistik” ve “İmalat” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri 0,443, “Enerji ve Lojistik” ve “Diğer” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri ise 0,03’tür. Buna göre, “Enerji ve Lojistik” ve “Diğer” grupları arasındaki anlamlılık değeri % 5 güven aralığındadır ve gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 20. Post-Hoc Testi Verileri

(Sektörler)

Bağımlı Değişken	Aşağıdaki sektörlerden size en uygun olanını seçiniz.	Aşağıdaki sektörlerden size en uygun olanını seçiniz	Ortalama Fark	Standart Hata	Sig.	95% Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
BBYS	Enerji ve Lojistik	İmalat	-0,15398	0,11362	0,443	-0,4281	0,1201
		Diğer	-0,39949*	0,11793	0,003	-0,6844	-0,1146
	İmalat	Enerji ve Lojistik	0,15398	0,11362	0,443	-0,1201	0,4281
		Diğer	-0,24551*	0,09559	0,034	-0,4766	-0,0144
	Diğer	Enerji ve Lojistik	0,39949*	0,11793	0,003	0,1146	0,6844
		İmalat	0,24551*	0,09559	0,034	0,0144	0,4766
BPG	Enerji ve Lojistik	İmalat	-0,12209	0,11007	0,610	-0,3882	0,1440
		Diğer	-0,39616*	0,12065	0,004	-0,6877	-0,1047
	İmalat	Enerji ve Lojistik	0,12209	0,11007	0,610	-0,1440	0,3882
		Diğer	-0,27407*	0,08796	0,007	-0,4873	-0,0609
	Diğer	Enerji ve Lojistik	0,39616*	0,12065	0,004	0,1047	0,6877
		İmalat	0,27407*	0,08796	0,007	0,0609	0,4873
KBS	Enerji ve Lojistik	İmalat	0,17424	0,12468	0,416	-0,1262	0,4747
		Diğer	-0,22044	0,14621	0,351	-0,5743	0,1334
	İmalat	Enerji ve Lojistik	-0,17424	0,12468	0,416	-0,4747	0,1262
		Diğer	-0,39467*	0,13685	0,014	-0,7264	-0,0630
	Diğer	Enerji ve Lojistik	0,22044	0,14621	0,351	-0,1334	0,5743
		İmalat	0,39467*	0,13685	0,014	0,0630	0,7264

* Ortalama fark %5 güven aralığında anlamlıdır.

**Tamhane

“Enerji ve Lojistik” grubunun “Ortalama Fark” katsayısı ile “Diğer” grubunun “Ortalama Fark” katsayıları karşılaştırıldığında fark değerinin “-,39949*” ve “Diğer” grubunun BBYS test değişkeni ortalamasının “Enerji ve Lojistik” grubu BBYS ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu husus, farklılığın ağırlığının “Diğer” grubu lehine olduğuna işaret etmektedir. Öte yandan, “İmalat” ve “Diğer” grupları arasındaki anlamlılık değerinin (sig.) 0,034 değeriyle %5 güven aralığında anlamlı olduğu görülmektedir. “İmalat” grubunun “Ortalama Fark” katsayısı ile “Diğer” grubunun “Ortalama Fark” katsayıları karşılaştırıldığında fark değerinin “-,24551*” ve “Diğer” grubunun BBYS test değişkeni ortalamasının “İmalat” grubu BBYS ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. BBYS test değişkeninin “Enerji ve Lojistik” ve “İmalat” grupları arasında ise anlamlı bir farklılığa sahip olmadığı görülmektedir. Ancak, “Diğer” grup değişkeni ile aralarındaki fark değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, “İmalat” grubunun BBYS test değişkeni ortalamasının “Enerji ve Lojistik” grubuna göre daha yüksek olduğu çıkarımı yapılabilir.

Sonuç olarak, BBYS test değişkeninin sektör grup değişkenlerinde gösterdiği anlamlılığa ilişkin sıralama “Diğer”, “İmalat” ve “Enerji ve Lojistik” şeklindedir.

Tablo-20 BPG test değişkeni açısından incelendiğinde “Enerji ve Lojistik” ve “İmalat” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri 0,416, “Enerji ve Lojistik” ve “Diğer” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri ise 0,004’tür. Buna göre, “Enerji ve Lojistik” ve “Diğer” grupları arasındaki anlamlılık değeri % 5 güven aralığındadır ve gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğuna işaret etmektedir. “Enerji ve Lojistik” grubunun “Ortalama Fark” katsayısı ile “Diğer” grubunun “Ortalama Fark” katsayıları karşılaştırıldığında fark değerinin “-,39616^{*}” ve “Diğer” grubunun BPG test değişkeni ortalamasının “Enerji ve Lojistik” grubu BPG ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu husus, farklılığın ağırlığının “Diğer” grubu lehine olduğuna işaret etmektedir. Öte yandan, “İmalat” ve “Diğer” grupları arasındaki anlamlılık değerinin (sig.) 0,007 değeriyle % 5 güven aralığında anlamlı olduğu görülmektedir. “İmalat” grubunun “Ortalama Fark” katsayısı ile “Diğer” grubunun “Ortalama Fark” katsayıları karşılaştırıldığında fark değerinin “-,27407^{*}” ve “Diğer” grubunun BPG test değişkeni ortalamasının “İmalat” grubu BPG ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. BPG test değişkeninin “Enerji ve Lojistik” ve “İmalat” grupları arasında ise anlamlı bir farklılığa sahip olmadığı görülmektedir. Ancak, “Diğer” grup değişkeni ile aralarındaki fark değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, “İmalat” grubunun BPG test değişkeni ortalamasının “Enerji ve Lojistik” grubuna göre daha yüksek olduğu çıkarımı yapılabilir. Sonuç olarak, BPG anlamlılığının sıralaması “Diğer”, “İmalat” ve “Enerji ve Lojistik” şeklindedir.

Tablo-20 KBS test değişkeni açısından değerlendirildiğinde “Enerji ve Lojistik” ve “İmalat” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri 0,610, “Enerji ve Lojistik” ve “Diğer” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri 0,351 ve “İmalat” ve “Diğer” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri “0,014” tür. Buna göre, “İmalat” ve “Diğer” grupları arasındaki anlamlılık değeri % 5 güven aralığındadır ve gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğuna işaret etmektedir. “İmalat” grubunun “Ortalama Fark” katsayısı ile “Diğer” grubunun “Ortalama Fark” katsayıları karşılaştırıldığında fark değerinin “-,39467^{*}” ve “Diğer” grubunun KBS test değişkeni ortalamasının “İmalat” grubu KBS ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu husus, farklılığın ağırlığının “Diğer” grubu lehine olduğuna işaret etmektedir. Öte yandan, KBS test değişkeninin “Enerji ve Lojistik” ve “İmalat” ve “Enerji ve Lojistik” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değerlerinin %5 güven aralığında anlamlı olmaması nedeniyle KBS test değişkeninin bu gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir

farklılığa sahip olmadığı görülmektedir. Sonuç olarak, KBS ortalaması “Diğer” grubunda “İmalat” grubuna oranla daha yüksektir.

Tablo 21. Man -Whitney Testi Anlamlılık Oranları

(Faaliyet Alanları)

	BBYS	BPG	KBS
Mann-Whitney U	3162,000	3401,500	3799,000
Wilcoxon W	3865,000	4104,500	4502,000
Z	-2,249	-1,682	-,732
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,025	0,093	0,464

Tablo-21 incelendiğinde BBYS, BPG ve KBS test değişkenlerinin, “Aşağıdakilerden hangisi firmanızın/tesis(ler)inizin faaliyet gösterdiği alanı temsil etmektedir?” grup değişkenindeki anlamlılık (sig.) değerlerinin sırasıyla 0.028, 0.093 ve 0,464 olduğu ve yalnızca BBYS test değişkeninin değerinin %5 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmektedir. BBYS test değişkeninin grup değişkenleri açısından Tablo-21’de bulunan “Ortalama Değer” lerine bakıldığında “Kamu Sektörü” grubunun ortalama değerinin 104,46 olduğu, “Özel Sektör” ortalama değerinin ise “134,26” olduğu görülmektedir. Mann-Whitney testi sonucunda oluşan bu değerler, BBYS test değişkeni açısından “Özel Sektör” ve “Kamu Sektörü” grupları arasında “Özel Sektör” lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir. BPG ve KBS test değişkenlerinin anlamlılık (sig.) değerlerinin sırasıyla 0,093 ve 0,464 olmaları nedeniyle, “Aşağıdakilerden hangisi firmanızın/tesis(ler)inizin faaliyet gösterdiği alanı temsil etmektedir?” grup değişkeninde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip oldukları söylenemez.

Tablo-22’nin en alt satırında görüldüğü gibi, BBYS, BPG ve KBS test değişkenlerinin “Firmanızın/Tesis(ler)inizin yıllık bütçesi hangi aralıkta yer almaktadır?” grup değişkenindeki anlamlılık (Asymp. Sig. (2-tailed) değerleri sırasıyla 0,025, 0,487 ve 0,532’dir. Buna göre, yalnızca BBYS test değişkeninin bu grup değişkeninde %5 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 22. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları

(Faaliyet Alanları)

Aşağıdakilerden hangisi firmanızın/tesis(ler)inizin faaliyet gösterdiği alanı temsil etmektedir?		Sayı	Ortalama Değer	Toplam Değer
BBYS	Kamu Sektörü	37	104,46	3865,00
	Özel Sektör	222	134,26	29805,00
	Toplam	259		
BPG	Kamu Sektörü	37	110,93	4104,50
	Özel Sektör	222	133,18	29565,50
	Toplam	259		
KBS	Kamu Sektörü	37	121,68	4502,00
	Özel Sektör	222	131,39	29168,00
	Toplam	259		

Tablo 23. Man-Whitney Testi Anlamlılık Oranları

(Yıllık Bütçe)

	BBYS	BPG	KBS
Mann-Whitney U	6781,000	7699,000	7739,500
Wilcoxon W	18562,000	19480,000	19520,500
Z	-2,249	-0,696	-0,625
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,025	0,487	0,532

Tablo-24'te BBYS satırına bakıldığında “125.000.000 TL’den fazla” grubunun ortalama değerinin 142,53, “125.000.000 TL veya daha az” grubun değerinin ise “121,32” olduğu ve farklılığın “125.000.000 TL’den fazla” grubu lehine olduğu görülmektedir. BPG ve KBS test değişkenlerinin anlamlılık (sig.) değerlerinin sırasıyla 0,487 ve 0,532 olması nedeniyle, “Firmanızın/Tesis(ler)inizin yıllık bütçesi hangi aralıkta yer almaktadır?” grup değişkeninde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olup olmadıkları söylenemez.

Tablo 24. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları

(Yıllık Bütçe)

	Firmanızın/Tesis(ler)inizin yıllık bütçesi hangi aralıkta yer almaktadır?	Sayı	Ortalama Değer	Toplam Değer
BBYS	125.000.000 TL veya daha az	153	121,32	18562,00
	125.000.000 TL'den fazla	106	142,53	15108,00
	Total	259		
BPG	125.000.000 TL veya daha az	153	127,32	19480,00
	125.000.000 TL'den fazla	106	133,87	14190,00
	Total	259		
KBS	125.000.000 TL veya daha az	153	127,58	19520,50
	125.000.000 TL'den fazla	106	133,49	14149,50
	Total	259		

Tablo 25. Man-Whitney Testi Anlamlılık Oranları

(Tesis Personel Sayısı)

	BBYS	BPG	KBS
Mann-Whitney U	6103,500	6563,500	7539,000
Wilcoxon W	10381,500	10841,500	21567,000
Z	-2,747	-1,950	-,248
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,006	0,051	0,804

Tablo-25 incelendiğinde BBYS, BPG ve KBS test değişkenlerinin, “Firmanızda/Tesis(ler)inizde çalışan personel sayısı hangi aralıktadır?” grup değişkenindeki anlamlılık (sig.) değerlerinin sırasıyla 0,006, 0,051 ve 0,804 olduğu ve yalnızca BBYS test değişkeninin değerinin %5 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmektedir. BBYS test değişkeninin grup değişkenleri açısından Tablo-29’da bulunan “Ortalama Değer” lerine bakıldığında “249 ve daha az” grubunun ortalama değerinin 104,46 olduğu, “250 ve daha fazla” ortalama değerinin ise “139,45” olduğu görülmektedir. Bu değerler, BBYS test değişkeni açısından tesis personel sayısı grupları arasında “250 veya daha fazla” grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 26. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları

(Tesis Personel Sayısı)

	Firmanızda/Tesis(ler)inizde çalışan personel sayısı hangi aralıktadır?	Sayı	Ortalama Değer	Toplam Değer
BBYS	249 ve daha az	92	112,84	10381,50
	250 ve daha fazla	167	139,45	23288,50
	Toplam	259		
BPG	249 ve daha az	92	117,84	10841,50
	250 ve daha fazla	167	136,70	22828,50
	Toplam	259		
KBS	249 ve daha az	92	131,55	12103,00
	250 ve daha fazla	167	129,14	21567,00
	Toplam	259		

Tablo 27. Mann-Whitney Testi

(Yıllık Bakım Bütçesi)

	BBYS	BPG	KBS
Mann-Whitney U	6127,000	6369,500	6178,000
Wilcoxon W	21527,000	21769,500	21578,000
Z	-2,176	-1,747	-2,081
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,030	0,081	0,037

Tablo-27 incelendiğinde BBYS, BPG ve KBS test değişkenlerinin, “Firmanızın/Tesis(ler)inizin yıllık bakım/onarım bütçesi hangi aralıktadır?” grup değişkenindeki anlamlılık (sig.) değerlerinin sırasıyla 0,030, 0,081 ve 0,037 olduğu ve BBYS ve KBS test değişkenlerinin değerlerinin %5 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmektedir. BBYS test değişkeninin grup değişkenleri açısından Tablo-28’de bulunan “Ortalama Değer” lerine bakıldığında “10.000.000 TL’den fazla” grubunun ortalama değerinin 144,56 olduğu, “10.000.000 TL veya daha az” ortalama değerinin ise “123,01” olduğu görülmektedir.

Tablo 28. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları

(Yıllık Bakım Bütçesi)

	Firmanızın/Tesis(ler)inizin yıllık bakım/onarım bütçesi hangi aralıktadır?	Sayı	Ortalama Değer	Toplam Değer
BBYS	10.000.000 TL veya daha az	175	123,01	21527,00
	10.000.000 TL'den fazla	84	144,56	12143,00
	Toplam	259		
BPG	10.000.000 TL veya daha az	175	124,40	21769,50
	10.000.000 TL'den fazla	84	141,67	11900,50
	Toplam	259		
KBS	10.000.000 TL veya daha az	175	123,30	21578,00
	10.000.000 TL'den fazla	84	143,95	12092,00
	Toplam	259		

Bu değerler, BBYS test değişkeni açısından yıllık bakım bütçesi grupları arasında “10.000.000 TL’den fazla” grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir. KBS test değişkeninin grup değişkenleri açısından Tablo-29’da bulunan “Ortalama Değer” lerine bakıldığında “10.000.000 TL’den fazla” grubunun ortalama değerinin 143,95 olduğu, “10.000.000 TL veya daha az” ortalama değerinin ise “123,30” olduğu görülmektedir. Bu değerler, KBS test değişkeni açısından yıllık bakım bütçesi grupları arasında “10.000.000 TL’den fazla” grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir.

“Firmanızın/Tesis(ler)inizde bulunan ve bakım/onarım yapılan makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı hangi aralıkta yer almaktadır?” değişkeni gruplarına bakıldığında BBYS, BPG ve KBS test değişkenlerinin anlamlılık (sig.) değerlerinin sırasıyla 0,01, 0,821 ve 0,036 olduğu görülmektedir. BBYS ve KBS test değişkenlerinin “Firmanızın/Tesis(ler)inizde bulunan ve bakım/onarım yapılan makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı hangi aralıkta yer almaktadır?” grup değişkeninde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olduğu görülmektedir (Tablo-29).

Tablo 29. Man-Whitney Testi Anlamlılık Oranları

(Makinelerin Ortalama Piyasa Değeri)

	BBYS	BPG	KBS
Mann-Whitney U	3258,500	4628,000	3784,000
Wilcoxon W	4248,500	5618,000	27004,000
Z	-3,263	-,227	-2,094
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001	0,821	0,036

Tablo-30’da BBYS test değişkeninin grup değişkenleri açısından “Ortalama Değer” lerine bakıldığında “5.000.000 TL’den fazla” grubunun ortalama değerinin 136,84 olduğu, “5.000.000 TL veya daha az” grubu ortalama değerinin ise “96,56” olduğu görülmektedir. Bu değerler, BBYS test değişkeni açısından makinelerin ortalama piyasa değeri grupları arasında “5.000.000 TL’den fazla” grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir. KBS test değişkeninin grup değişkenleri açısından Tablo-30’da bulunan “Ortalama Değer” lerine bakıldığında “5.000.000 TL’den fazla” grubunun ortalama değerinin 125,60 olduğu, “5.000.000 TL veya daha az” ortalama değerinin ise “151,50” olduğu görülmektedir. Bu değerler, KBS test değişkeni açısından makinelerin ortalama piyasa değeri grupları arasında “5.000.000 TL veya daha az” grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 30. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları

(Makinelerin Ortalama Piyasa Değeri)

	Firmanızın/Tesis(ler)inizde bulunan ve bakım/onarım yapılan makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı hangi aralıkta yer almaktadır?	Sayı	Ortalama Değer	Toplam Değer
BBYS	5.000.000 TL veya daha az	44	96,56	4248,50
	5.000.000 TL'den fazla	215	136,84	29421,50
	Total	259		
BPG	5.000.000 TL veya daha az	44	127,68	5618,00
	5.000.000 TL'den fazla	215	130,47	28052,00
	Total	259		
KBS	5.000.000 TL veya daha az	44	151,50	6666,00
	5.000.000 TL'den fazla	215	125,60	27004,00
	Total	259		

Tablo-31 incelendiğinde, BBYS, BPG ve KBS test değişkenlerinin “Bakım/Onarım ekibinde görevli çalışan sayısı hangi aralıktadır?” grup değişkeni açısından anlamlılık (sig.) değerlerinin sırasıyla 0,015, 0,032 ve 0,057 olduğu, BBYS ve BPG test değişkenlerinin bakım personel sayısı grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığa sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 31. Man-Whitney Testi Anlamlılık Oranları

(Bakım Personel Sayısı)

	BBYS	BPG	KBS
Mann-Whitney U	6354,000	6520,500	6652,500
Wilcoxon W	20049,000	20215,500	20347,500
Z	-2,426	-2,142	-1,906
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,015	0,032	0,057

Tablo-32’de BBYS test değişkeninin grup değişkenleri açısından “Ortalama Değer” lerine bakıldığında “50 ve daha fazla” grubunun ortalama değerinin 144,90, “49 veya daha az” grubu ortalama değerinin ise “121,52” olduğu görülmektedir. Bu değerler, BBYS test değişkeni açısından bakım personel sayısı grupları arasında “50 ve daha fazla” grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 32. Man-Whitney Testi Grup Ortalamaları

(Bakım Personel Sayısı)

	Bakım/Onarım ekibinde görevli çalışan sayısı hangi aralıktadır?	Sayı	Ortalama Değer	Toplam Değer
BBYS	49 veya daha az	165	121,51	20049,00
	50 veya daha fazla	94	144,90	13621,00
	Total	259		
BPG	49 veya daha az	165	122,52	20215,50
	50 veya daha fazla	94	143,13	13454,50
	Total	259		
KBS	49 veya daha az	165	123,32	20347,50
	50 veya daha fazla	94	141,73	13322,50
	Total	259		

BPG test değişkeninin grup değişkenleri açısından Tablo-32’de bulunan “Ortalama Değer” lerine bakıldığında “50 ve daha fazla” grubunun ortalama değerinin “143,13” olduğu, “49 veya daha az” ortalama değerinin ise “122,52” olduğu görülmektedir. Bu değerler, BPG test değişkeni açısından bakım personel sayısı grupları arasında “ 50 ve daha fazla ” grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunduğunu göstermektedir. Tablo-33’e bakıldığında, BBYS, BPG ve KBS test değişkenlerinin “Bakım/Onarım faaliyetlerinde saha personelinin ağırlıklı kullanılma şekli nedir?” grup değişkeni açısından anlamlılık (sig.) değerlerinin sırasıyla “0,037”, “0,003” ve “0,000” olduğu görülmektedir. BBYS, BPG ve KBS test değişkenlerinin personelin ağırlıklı kullanılma şekli grup değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığa sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 33. Kruskal Wallis Testi Anlamlılık Oranları

(Personelin Ağırlıklı Kullanılma Şekli)

	BBYS	BPG	KBS
Kruskal-Wallis H	6,620	11,392	25,006
df	2	2	2
Asymp. Sig.	0,037	0,003	0,000

Tablo 34. Kruskal Wallis Testi Sonuçları

(Personelin Ağırlıklı Kullanılma Şekli)

	Bakım/Onarım faaliyetlerinde saha personelinin ağırlıklı kullanılma şekli nedir?	Sayı	Ortalama Değer
BBYS	Acil Müdahale Çalışmaları	72	113,11
	Planlı Bakım Çalışmaları	127	141,11
	Bekleyen İş Emirleri	60	126,74
	Total	259	
BPG	Acil Müdahale Çalışmaları	72	105,35
	Planlı Bakım Çalışmaları	127	142,07
	Bekleyen İş Emirleri	60	134,03
	Total	259	
KBS	Acil Müdahale Çalışmaları	72	93,17
	Planlı Bakım Çalışmaları	127	147,53
	Bekleyen İş Emirleri	60	137,08
	Total	259	

Grupların tüm test değişkenleri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık ihtiva ettiğinin tespit edilmesi sonucunda, gruplarının birbirleri arasındaki ilişkiyi görmek için post-hoc testi gerçekleştirilmiş ve Tablo-34’teki değerler elde edilmiştir. Tablo-35’e bakıldığında, BBYS test değişkeninin “Acil Müdahale Çalışmaları” ve “Planlı Bakım Çalışmaları” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri 0,026, “Acil Müdahale Çalışmaları” ve “Bekleyen İş Emirleri” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri 0,965, “Planlı Bakım Çalışmaları” ve “Bekleyen İş Emirleri” arasındaki anlamlılık (sig.) değeri ise 0,263’tür. Buna göre, “Acil Müdahale Çalışmaları” ve “Planlı Bakım Çalışmaları ” grupları arasındaki anlamlılık değeri % 5 güven aralığındadır ve bu hususu gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğuna işaret etmektedir.

Tablo 35. Post-Hoc Testi Verileri

(Sektörler)

Bağımlı Değişken	Bakım/Onarım faaliyetlerinde saha personelinin ağırlıklı kullanılma şekli nedir?	Bakım/Onarım faaliyetlerinde saha personelinin ağırlıklı kullanılma şekli nedir?	Ortalama Fark	Standart Hata	Sig.	95% Güven Aralığı	
						Alt Sınır	Üst Sınır
BBYS	Acil Müdahale Çalışmaları	Planlı Bakım Çalışmaları	-0,27906*	0,10480	0,026	-0,5326	-0,0256
		Bekleyen İş Emirleri	-0,06190	0,14564	0,965	-0,4148	0,2910
	Planlı Bakım Çalışmaları	Acil Müdahale Çalışmaları	0,27906*	0,10480	0,026	0,0256	0,5326
		Bekleyen İş Emirleri	0,21715	0,12933	0,263	-0,0976	0,5319
	Bekleyen İş Emirleri	Acil Müdahale Çalışmaları	0,06190	0,14564	0,965	-0,2910	0,4148
		Planlı Bakım Çalışmaları	-0,21715	0,12933	0,263	-0,5319	0,0976
BPG	Acil Müdahale Çalışmaları	Planlı Bakım Çalışmaları	-0,34329*	0,10456	0,004	-0,5962	-0,0903
		Bekleyen İş Emirleri	-0,25278	0,13184	0,163	-0,5719	0,0663
	Planlı Bakım Çalışmaları	Acil Müdahale Çalışmaları	0,34329*	0,10456	0,004	0,0903	0,5962
		Bekleyen İş Emirleri	0,09051	0,11343	0,812	-0,1850	0,3660
	Bekleyen İş Emirleri	Acil Müdahale Çalışmaları	0,25278	0,13184	0,163	-0,0663	0,5719
		Planlı Bakım Çalışmaları	-0,09051	0,11343	0,812	-0,3660	0,1850
KBS	Acil Müdahale Çalışmaları	Planlı Bakım Çalışmaları	-0,59655*	0,12183	0,000	-0,8911	-0,3020
		Bekleyen İş Emirleri	-0,47546*	0,15953	0,010	-0,8618	-0,0891
	Planlı Bakım Çalışmaları	Acil Müdahale Çalışmaları	0,59655*	0,12183	0,000	0,3020	0,8911
		Bekleyen İş Emirleri	0,12108	0,14156	0,778	-0,2229	0,4651
	Bekleyen İş Emirleri	Acil Müdahale Çalışmaları	0,47546*	0,15953	0,010	0,0891	0,8618
		Planlı Bakım Çalışmaları	-0,12108	0,14156	0,778	-0,4651	0,2229

* Ortalama fark %5 güven aralığında anlamlıdır.

**Tamhane

BBYS test değişkeninin “Acil Müdahale Çalışmaları” grubu ve “Planlı Bakım Çalışmaları” grubu “Ortalama Fark” katsayıları karşılaştırıldığında fark değerinin “-,27906^{*}” ve “Planlı Bakım Çalışmaları” grubunun BBYS test değişkeni ortalamasının “Acil Müdahale Çalışmaları” grubu BBYS ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu husus, farklılığın ağırlığının “Planlı Bakım Çalışmaları” grubu lehine olduğuna işaret etmektedir.

BPG test değişkeninin “Acil Müdahale Çalışmaları” ve “Planlı Bakım Çalışmaları” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri 0,004, “Acil Müdahale Çalışmaları” ve “Bekleyen İş Emirleri” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri 0,163, “Planlı Bakım Çalışmaları” ve “Bekleyen İş Emirleri” arasındaki anlamlılık (sig.) değeri ise 0,812’dir. Buna göre, “Acil Müdahale Çalışmaları ” ve “Planlı Bakım Çalışmaları ” grupları arasındaki anlamlılık değeri % 5 güven aralığındadır ve bu hususu gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğuna işaret etmektedir. BPG test değişkeninin “Acil Müdahale Çalışmaları” grubu ve “Planlı Bakım Çalışmaları” grubunun “Ortalama Fark” katsayıları karşılaştırıldığında fark değerinin “-,34329^{*}” ve “Planlı Bakım Çalışmaları” grubunun BPG test değişkeni ortalamasının “Acil Müdahale Çalışmaları” grubu BPG ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu husus, farklılığın ağırlığının “Planlı Bakım Çalışmaları” grubu lehine olduğuna işaret etmektedir.

KBS test değişkeninin “Acil Müdahale Çalışmaları” ve “Planlı Bakım Çalışmaları” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri 0,000, “Acil Müdahale Çalışmaları” ve “Bekleyen İş Emirleri” grupları arasındaki anlamlılık (sig.) değeri 0,010, “Planlı Bakım Çalışmaları” ve “Bekleyen İş Emirleri” arasındaki anlamlılık (sig.) değeri ise 0,778’dir. Buna göre, “Acil Müdahale Çalışmaları ” ve “Planlı Bakım Çalışmaları ” grupları arasındaki anlamlılık değeri % 5 güven aralığındadır ve bu hususu gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğuna işaret etmektedir. KBS test değişkeninin “Acil Müdahale Çalışmaları” grubu ve “Planlı Bakım Çalışmaları” grubunun “Ortalama Fark” katsayıları karşılaştırıldığında fark değerinin “-,59655^{*}” ve “Planlı Bakım Çalışmaları” grubunun KBS test değişkeni ortalamasının “Acil Müdahale Çalışmaları” grubu KBS ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu husus, farklılığın ağırlığının “Planlı Bakım Çalışmaları” grubu lehine olduğuna işaret etmektedir. Öte yandan, “Acil Müdahale Çalışmaları” grubu ve “Bekleyen İş Emirleri” grubunun “Ortalama Fark” katsayıları karşılaştırıldığında fark değerinin “-,47546^{*}” ve “Bekleyen İş Emirleri” grubunun KBS test değişkeni ortalamasının “Acil Müdahale Çalışmaları” grubu KBS ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu husus, farklılığın ağırlığının “Bekleyen İş Emirleri” grubu lehine olduğuna işaret etmektedir. KBS

test değişkeninin “Planlı Bakım Çalışmaları” ve “Bekleyen İş Emirleri” grupları arasında ise anlamlı bir farklılığa sahip olmadığı görülmektedir. Ancak, “Acil Müdahale Çalışmaları” grup değişkeni ile aralarındaki fark değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, “Planlı Bakım Çalışmaları” grubunun KBS test değişkeni ortalamasının, “Bekleyen İş Emirleri” grubuna göre daha yüksek olduğu çıkarımı yapılabilir. Sonuç olarak, KBS ortalamasının sıralaması büyükten küçüğe doğru “ Planlı Bakım Çalışmaları” , “Bekleyen İş Emirleri” ve “Acil Müdahale Çalışmaları” şeklindedir.

4. BULGULAR

4.1. GRUP DEĞİŞKENLERİ VE KATILIMCI VERİLERİ

259 örneklemin sektörel dağılımları Tablo-36’da verilmiştir. Buna göre katılımcıların %43’ü “İmalat” sektörü, %34’ü “Enerji ve Lojistik” ve %21’i “Diğer” sektörlerde faaliyet göstermektedir.

Tablo 36.Sektörel Dağılımlar

Sektör	Frekans	Oran (Yüzde)	Toplam (Yüzde)
Enerji ve Lojistik	90	34,7	34,7
İmalat	113	43,6	78,4
Diğer	56	21,6	100,0
Total	259	100,0	

Tablo 37. Katılımcı Pozisyon Dağılımı

Pozisyon	Frekans	Oran (Yüzde)	Geçerli Oran (Yüzde)	Toplam Yüzde
Teknik Departman Yöneticisi	53	20,5	20,5	20,5
Bakım Yöneticisi	80	30,9	30,9	51,4
Teknisyen	3	1,2	1,2	52,5
Tekniker	6	2,3	2,3	54,8
Diğer	35	13,5	13,5	68,3
Bakım Onarım Mühendisi / Makine Mühendisi	82	31,7	31,7	100,0
Total	259	100,0	100,0	

Tablo-37’de grup saha araştırmasına katılan kişilerin çalıştıkları organizasyonlardaki görevlerine ilişkin dağılım görülmektedir ve yönetici pozisyonunda bulunan katılımcıların

oranı %83'tür. Katılımcıların önemli bir çoğunluğunun yönetici pozisyonunda bulunması saha araştırması hedefleri ile paralellik göstermektedir. Bu kapsamda, organizasyonlar hakkında daha geniş perspektife sahip kişilerden veri toplanması hedeflenmiştir.

Tablo 38. Faaliyet Alanları Dağılımı

Faaliyet Alanı	Frekans	Oran (Yüzde)	Geçerli Oran (Yüzde)	Toplam Yüzde
Kamu Sektörü	37	14,3	14,3	14,3
Özel Sektör	222	85,7	85,7	100,0
Total	259	100,0	100,0	

Tablo-38 incelendiğinde katılımcıların büyük çoğunluğunun özel sektör alanında faaliyet gösterdiği görülmektedir. Kamu sektörü katılımcılarının azınlıkta olması, kamu sektörü katılımcılarının yasal düzenlemeler nedeniyle kamu organizasyonlarına ilişkin bilgileri paylaşmada çekingen davranmasına dayandırılabilir.

Tablo 39. Yıllık Bütçe Dağılımı

Yıllık Bütçe	Frekans	Oran (Yüzde)	Geçerli Oran (Yüzde)	Toplam Yüzde
125.000.000 TL veya daha az	153	59,1	59,1	59,1
125.000.000 TL'den fazla	106	40,9	40,9	100,0
Total	259	100,0	100,0	

18.11.2005 tarihinde resmî gazetede yayımlanan “Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin Tanımı, Nitelikleri ve Sınıflandırılması Hakkındaki Yönetmelik”’in 4’ncü maddesinin b fıkrası 250 kişiden az yıllık çalışan istihdam eden ve yıllık net satış hasılatı veya mali bilançosundan herhangi biri 125.000.000 TL’yi aşmayan organizasyonları orta, küçük veya mikro işletme olarak tanımlamaktadır. Tablo-39’da katılımcıların organizasyonlarının %59’unun, Tablo-40’ta ise %35’inin orta, küçük veya mikro işletme olduğu görülmektedir.

Tablo 40. Toplam Personel Sayısı Dağılımı

Tesiste Çalışan Personel Sayısı	Frekans	Oran (Yüzde)	Geçerli Oran (Yüzde)	Toplam Yüzde
249 ve daha az	92	35,5	35,5	35,5
250'den fazla	167	64,5	64,5	100,0
Total	259	100,0	100,0	

Yönetmelikteki “ve” ifadesi göz önünde tutulduğunda, katılımcıların %41’inin “Büyük” işletme olarak nitelenebileceği değerlendirilmektedir. Kalan %59’luk kısım ise orta, küçük veya mikro işletmelerden oluşmaktadır. Tablo-41’de organizasyonların bakım için ayırdıkları bütçelerin oranları yer almaktadır. Buna göre katılımcıların %67’sinin bakım için ayırdığı yıllık bütçenin 10.000.000 TL veya daha az olduğu görülmektedir.

Tablo 41.Yıllık Bakım Onarım Bütçesi Dağılımı

Yıllık Bakım / Onarım Bütçesi	Frekans	Oran (Yüzde)	Geçerli Oran (Yüzde)	Toplam Yüzde
10.000.000 TL veya daha az	175	67,6	67,6	67,6
10.000.000 TL'den fazla	84	32,4	32,4	100,0
Total	259	100,0	100,0	

Tablo-42 incelendiğinde katılımcıların %83’ünün 5.000.000 TL’den fazla piyasa değerine sahip makine/donanım bulundurduğu görülmektedir.

Tablo 42. Bakım Onarım Yapılan Makinelerin Ort. Piyasa Değerleri

Piyasa Değeri	Frekans	Oran (Yüzde)	Geçerli Oran (Yüzde)	Toplam Yüzde
5.000.000 TL veya daha az	44	17,0	17,0	17,0
5.000.000 TL'den fazla	215	83,0	83,0	100,0
Total	259	100,0	100,0	

Tablo-43 incelendiğinde, katılımcıların %63’ünün “49 veya daha az” bakım onarım personeline sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, organizasyonların %64’ünün “250’den fazla” personele sahip olması hususu ile düşünüldüğünde, katılımcı grup içindeki

organizasyonların bakım onarım personel sayısı toplam personel sayısına oranının en fazla 1: 5 (%20) veya daha az olduğu öne sürülebilir.

Tablo 43. Bakım/Onarım Personel Sayısı Dağılımı

Bakım/Onarım Personel Sayısı	Frekans	Oran (Yüzde)	Geçerli Oran (Yüzde)	Toplam Yüzde
49 veya daha az	165	63,7	63,7	63,7
50 ve daha fazla	94	36,3	36,3	100,0
Total	259	100,0	100,0	

Tablo-44’te organizasyonların saha personelini kullanma şekli dağılımları sunulmuştur. Buna göre; katılımcıların %49’u planlı bakım, %28’i acil müdahale, %23’ü ise bekleyen iş emirlerinin ağırlıkta olduğu çalışma modellerine sahiptir. Acil müdahale çalışmaları ağırlığının %28 olması, Türkiye’de organizasyonların bakım işletme verimlilikleri konusunda soru işaretleri doğurmaktadır. BPG’nin saha personeli kullanımı konusunda gösterdiği farklılıklar da bu husus ile paralellik göstermektedir.

Tablo 44. Saha Personeli Kullanımı Dağılımı

Saha Personeli Kullanımı	Frekans	Oran (Yüzde)	Geçerli Oran (Yüzde)	Toplam Yüzde
Acil Müdahale Çalışmaları	72	27,8	27,8	27,8
Planlı Bakım Çalışmaları	127	49,0	49,0	76,8
Bekleyen İş Emirleri	60	23,2	23,2	100,0
Total	259	100,0	100,0	

4.2. TEST SONUÇLARI

4.2.1. Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi (BBYS)

Tez çalışmasının birinci bölümünde BBYS test değişkeni için sunulan denence aşağıdadır. Tablo-45’te BBYS’nin grup değişkenleri açısından denence test durumları sunulmuştur:

H1: Bilgisayarlı bakım yönetim sistemi test değişkeni grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.

Tablo-45’e göre, “H1a: Bilgisayarlı bakım yönetim sistemi test değişkeni sektör grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesi istatistiksel olarak desteklenmektedir. Buna göre; Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemleri “Diğer” sektör gruplarında en yüksek, “İmalat”

sektöründe 2. en yüksek ve “Enerji ve Lojistik” sektör gruplarında en düşük ortalamaya sahiptir. Bu husus beklentiler ile paralel olmamakla birlikte, diğer sektör gruplarındaki ağırlığın, hizmet, madencilik ve otomotiv sektörlerinde olması, bu sektörlerdeki BBYS kullanımının diğer sektörlerle nispeten daha fazla olduğu düşüncesini desteklemektedir (EK-3).

Tablo 45. BBYS Grup Değişkenleri Denence Testleri Sonuçları

DENENCE (HİPOTEZ)	DENENCE	DURUM	ORTALAMA
Sektör grup değişkeninde BBYS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1a	Desteklendi	Diğer>İmalat>Enerji ve Lojistik
Faaliyet alanları grup değişkeninde BBYS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1b	Desteklendi	Özel Sektör>Kamu Sektörü
Yıllık bütçe grup değişkeninde BBYS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1c	Desteklendi	125.000.000 TL’den fazla >125.000.000 TL veya daha az
Firma/Tesiste çalışan personel sayısı grup değişkeninde BBYS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1d	Desteklendi	250 veya daha fazla >249 veya daha az
Firma/Tesis yıllık bakım/onarım bütçesi grup değişkeninde BBYS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1e	Desteklendi	10.000.000 TL’den fazla >10.000.000 TL veya daha az
Firma/Tesis (ler)de bulunan ve bakım/onarım yapılan makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı grup değişkeninde BBYS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1f	Desteklendi	5.000.000 TL’den fazla >5.000.000 TL veya daha az
Bakım/Onarım ekibinde görevli çalışan sayısı grup değişkeninde BBYS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1g	Desteklendi	50 veya daha fazla >49 veya daha az
Bakım/Onarım faaliyetlerinde saha personelinin ağırlıklı kullanılma şekli grup değişkeninde BBYS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1h	Desteklendi	Planlı Bakım Çalışmaları >Acil Müdahale Çalışmaları

Katona ve Panfilov (2018:461), bakım yönetiminin imalat sektörüne direkt etkilerinin olduğunu aktarmaktadır. Accorsi vd. (2019:99), karmaşık üretim sistemlerinin bakımının küresel rekabet açısından hayati öneme haiz olduğunu ifade etmektedir. Bu kapsamda üretim duraklamalarının ve arıza sürelerinin, belirli sayı ve kalitede üretim hedefleri olan organizasyonlar için minimize edilmesi gerekmektedir. Türkiye’deki durumun ise bu hususlar ile uyumsuzluk gösterdiği değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, imalat sektöründeki bilgisayarlı bakım yönetim sistemleri ağırlığının artırılması, üretim konusunda küresel rekabet seviyesine erişilebilmesi açısından önem taşımaktadır.

Tablo-45'in firma faaliyet alanları ile ilgili bölümüne bakıldığında , “H1b: Bilgisayarlı bakım yönetim sistemi test değişkeni faaliyet alanı grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesinin istatistiksel olarak desteklendiği görülmektedir. Zhou vd. (2008:990), çalışmalarında kamu kurumlarının özel sektör organizasyonlarına oranla risk alma ve öngörü konusunda daha isteksiz olduğunu ifade etmiştir. Bu kapsamda, beklentilere paralel olarak Türk özel sektöründe faaliyet gösteren organizasyonlarda Türk kamu sektöründe faaliyet gösteren organizasyonlara oranla daha yüksek oranda bilgisayarlı bakım yönetim sistemi kullanıldığı değerlendirilmektedir.

18.11.2005 tarihli Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin Tanımı, Nitelikleri ve Sınıflandırılması Hakkındaki Yönetmelik Türkiye’de faaliyet gösteren işletmelerin büyüklük oranları ile ilgili çeşitli tanımlamalar içermektedir (Bakanlar Kurulu-KOBİ Yönetmeliği, 2005). Bu kapsamda, organizasyon büyüklüğü için belirlenmiş birinci değişken organizasyon yıllık bütçesidir. Tablo-48’de “H1c: Bilgisayarlı bakım yönetim sistemi organizasyon yıllık bütçesine ilişkin grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesinin istatistiksel olarak desteklendiği görülmektedir. Buna göre; yıllık bütçesi 125.000.000 TL’den fazla olan büyük ölçekli organizasyonların BBYS kullanım oranı yıllık bütçesi 125.000.000 TL veya daha az olan orta, küçük veya mikro ölçekli organizasyonlara oranla daha yüksektir. Diğer yandan, aynı hukuki düzenlemeyi göz önüne alarak, “H1d: Bilgisayarlı bakım yönetim sistemi organizasyon çalışan personel sayısına ilişkin grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesi oluşturulmuştur. Tablo-45’te bu denencenin de istatistiksel olarak desteklendiği ve 250 veya daha fazla personel çalıştıran büyük ölçekli organizasyonlarda BBYS kullanımının, 249 veya daha fazla personel çalıştıran orta, küçük veya mikro organizasyonlara oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Aydın ve Tatoğlu (2019:65), Türkiye’de gerçekleştirdikleri çalışmalarında büyük ölçekli organizasyonlarda yönetim bilişim sistemi uygulamalarının küçük ve orta büyüklükteki uygulamalara oranla daha anlamlı bir fark oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Organizasyon ölçeğine ilişkin tez çalışması bulguları, bu ifade ile paralellik göstermektedir.

Organizasyonların yıllık bakım bütçeleri özelinde oluşturulan denence “H1e: Bilgisayarlı bakım yönetim sistemi test değişkeni organizasyon yıllık bakım onarım bütçesi grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” şeklindedir ve farklılık testleri sonucunda bu denencenin istatistiksel olarak desteklendiği anlaşılmıştır. Buna göre, 10.000.000 TL’den fazla bakım/onarım bütçesine sahip olan organizasyonlarda BBYS kullanımı, 10.000.000 TL ve daha az bakım/onarım bütçesine sahip olan organizasyonlara oranla daha yüksektir. Mani, Barua ve Whinston

(2010), çalışmalarında büyük şirketlerin daha yüksek bilgi işlem kapasitesine ulaşmak maksadıyla daha fazla kaynak ayırdıklarını ifade etmektedir.

Tablo-45'te organizasyonların sahip olduğu bakım/onarıma tabi makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı özelinde oluşturulan denence görülmektedir. Denence, *“H1f: Bilgisayarlı bakım yönetim sistemi test değişkeni organizasyonun bakım/onarıma tabi makinelerinin ortalama piyasa değeri grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.”* şeklindedir ve farklılık testleri sonucunda istatistiksel olarak desteklendiği görülmüştür. Buna göre, 5.000.000 TL'den daha fazla piyasa değerli bakım/onarıma tabi makineye sahip organizasyonlarda BBYS kullanımı, 5.000.000 TL ve daha az piyasa değerli bakım/onarıma tabi makineye sahip organizasyonlara oranla daha yüksektir. Swanson (2003), tesis müdürlerinden toplamış olduğu verileri analiz ettiği çalışmada, bakım unsurunun çevresel karmaşıklık (iç ve dış) ile başa çıkmak için bilgisayarlı bakım yönetim sistemlerini kullandığını ortaya koymuştur. Piyasa değerlerinin ve makinelerin karmaşıklığının doğru orantılı olduğu genel varsayımı yapılabilir ve bu husustan hareketle, Türkiye'de organizasyonların artan çevresel karmaşıklık ile başa çıkabilmek maksadıyla bilgisayarlı bakım yönetim sistemlerine yatırım yaptıkları söylenebilir.

Velmuturan ve Dhingra (2014:1649), çalışmalarında gelişmiş bilgi ve haberleşme teknolojilerinin tesis çalışanları arasındaki iletişimi ve bakım personeli verimliliğini geliştirdiğini ifade etmişlerdir. Bakım/onarım ekibinde çalışan personel sayısı arttıkça, verimli bir organizasyonel yapı için iletişim ve koordinasyon ihtiyaçlarının da artacağı değerlendirilmektedir. Tablo-45'te bu kapsamda oluşturulan *“H1g: Bilgisayarlı bakım yönetim sistemi test değişkeni, organizasyon bakım/onarım ekibinde görevli çalışan sayısı grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.”* denencesinin fark testleri sonucunda istatistiksel olarak desteklendiği görülmektedir. Buna göre, “50 veya daha fazla” bakım/onarım personeline sahip olan organizasyonlar, “49 veya daha az” bakım/onarım personeline sahip organizasyonlara oranla daha yüksek BBYS kullanımına sahiptir. Sonuç olarak, Türkiye'de BBYS kullanımının, bakım/onarım personeli sayısı ile doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir.

Majeed Ali (2007:987), BBYS'nin iş emirleri üretilmesini kolaylaştırdığını ve önleyici bakıma katkıda bulunduğunu belirtmektedir. Buna ek olarak, BBYS'nin bakım yönetimini otomatik hale getirerek bakım departmanlarının gelişimlerine yardımcı olduğunu ifade etmektedir. Bakım/onarım personelinin sahada ağırlıklı kullanılma şekli bu noktada önem arz etmektedir. Bundan hareketle oluşturulan denence, *“H1h: Bilgisayarlı bakım yönetim sistemi test değişkeni, organizasyon bakım/onarım ekibinin sahada ağırlıklı kullanılma şekli grup değişkenleri arasında*

anlamli bir farklilikta sahiptir.” ifadesini içermektedir. Fark testleri sonucunda denencenin istatistiksel olarak desteklendiği anlaşılmıştır. Neticede, Türkiye’de literatür ile paralel olarak, bakım/onarım iş gücünü ağırlıklı olarak planlı bakım çalışmalarında kullanan organizasyonlardaki BBYS kullanımının, bakım/onarım iş gücünü ağırlıklı olarak acil müdahale çalışmalarında kullanan organizasyonlardaki BBYS kullanımına oranla daha fazla olduğunu destekleyen bulgulara ulaşılmıştır.

4.2.2. Bakım Performans Göstergeleri (BPG)

Tez çalışmasının birinci bölümünde BPG test değişkeni için sunulan denence aşağıdadır. Tablo-46’da BPG’nin grup değişkenleri açısından denence test durumları verilmiştir.

H2: Bakım performans göstergeleri test değişkeni grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.

Tablo 46. BPG Grup Değişkenleri Denence Testleri Sonuçları

GRUP DEĞİŞKENLERİ	DENENCE	DURUM	ORTALAMA
Sektör grup değişkeninde BPG test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H2a	Desteklendi	Diğer>İmalat>Enerji ve Lojistik
Faaliyet alanları grup değişkeninde BPG test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H2b	Desteklenmedi	-
Yıllık bütçe grup değişkeninde BPG test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H2c	Desteklenmedi	-
Firma/Tesiste çalışan personel sayısı grup değişkeninde BPG test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H2d	Desteklenmedi	-
Firma/Tesis yıllık bakım/onarım bütçesi grup değişkeninde BPG test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H2e	Desteklenmedi	-
Firma/Tesis(ler)de bulunan ve bakım/onarım yapılan makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı grup değişkeninde BPG test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H2f	Desteklenmedi	-
Bakım/Onarım ekibinde görevli çalışan sayısı grup değişkeninde BPG test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H2g	Desteklendi	50 veya daha fazla >49 veya daha az
Bakım/Onarım faaliyetlerinde saha personelinin ağırlıklı kullanılma şekli grup değişkeninde BPG test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H2h	Desteklendi	Planlı Bakım Çalışmaları >Acil Müdahale Çalışmaları

Tablo-46’ya göre, “H2a: Bakım performans göstergeleri test değişkeni sektör grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesi istatistiksel olarak desteklenmektedir. Buna göre;

Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemleri “Diğer” sektör gruplarında en yüksek, “İmalat” sektöründe 2. en yüksek ve “Enerji ve Lojistik” sektör gruplarında en düşük ortalamaya sahiptir. Bu husus beklentiler ile paralel olmamakla birlikte, diğer sektör gruplarındaki ağırlığın, hizmet, madencilik ve otomotiv sektörlerinde olması (%55), bu sektörlerdeki BPG’lerin ortalamasının diğer sektörlerle nispeten daha yüksek olduğu hususunu destekleyebilir.

Tablo-46’nın organizasyon faaliyet alanları ile ilgili bölümüne bakıldığında , “H2b: Bakım performans göstergeleri test değişkeni faaliyet alanı grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesinin istatistiksel olarak desteklenmediği görülmektedir. Buna göre, bakım performans göstergeleri test değişkeninin kamu ve özel sektör grup değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği söylenemez. Labib (1998:66) ve Wienker, Henderson ve Volkerts (2016), BBYS’nin dünya standartlarında bakım hizmet seviyesi elde etmek için elverişli bir araç olabileceğini aktarmışlardır. Türkiye’de BBYS test değişkeninin kamu ve özel sektör grup değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermesi ve özel sektörün kamu sektörüne oranla daha yüksek BBYS kullanımına sahip olması, BPG test değişkeninin de aynı doğrultuda farklılık göstereceği beklentisini doğurmuştur. Beklentilerin aksine, BPG’nin faaliyet alanlarında anlamlı bir farklılığa sahip olmaması, Türkiye’de BBYS’nin kullanım verimliliğinin düşük olabileceğini göstermektedir. BPG test değişkeninin organizasyon yıllık bütçelerindeki farklılığını test etmek için oluşturulan denence “H2c: Bakım performans göstergeleri test değişkeni organizasyon yıllık bütçesine ilişkin grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” şeklindedir. Fark testleri sonucunda denence nin istatistiksel olarak desteklenmediği anlaşılmıştır. BBYS bulguları bölümünde bütçesi 125.000.000 TL’den fazla olan büyük ölçekli organizasyonların BBYS kullanım oranının, yıllık bütçesi 125.000.000 TL veya daha az olan orta, küçük veya mikro ölçekli organizasyonlara oranla daha yüksek olduğu görülmüştü. Burada da BBYS kullanım oranı nispeten daha fazla olan büyük ölçekli organizasyonların daha yüksek BPG test değişkeni ortalamasına sahip olması beklentisi karşılanmamıştır. Lopes vd. (2016:269), pazarda şirketlerin özel ihtiyaçlarına karşılık veremeyen BBYS’lerin bulunduğunu, bu nedenle olarak bazı firmaların ticari paketleri almaktansa kendi ihtiyaçlarına karşılık veren BBYS’leri geliştirmeyi tercih ettiklerini ifade etmektedir. Türkiye’de BBYS’nin kullanım oranının BPG’ye yansıyamamasının sebeplerinden birinin de doğru değerlendirmeler yapılmadan sistem temini yoluna gidilmesi olabileceği değerlendirilmektedir.

Tablo-46 incelendiğinde “H2d: Bakım performans göstergeleri organizasyon çalışan personel sayısına ilişkin grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesinin istatistiksel olarak desteklenmediği görülmektedir. Sonuç olarak, BPG test değişkenlerinin firma büyüklüğünün bir göstergesi olan personel sayısı grup değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği söylenemez.

Organizasyonların yıllık bakım bütçeleri özelinde oluşturulan denence “H2e: Bakım performans göstergeleri test değişkeni organizasyon yıllık bakım onarım bütçesi grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” şeklindedir ve farklılık testleri sonucunda bu denencenin istatistiksel olarak desteklenmediği anlaşılmıştır. KBS test değişkeninin yıllık bakım onarım bütçesi grup değişkeninde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermesi ve 10.000.000 TL’den fazla bakım/onarım bütçesine sahip olan organizasyonlarda BBYS ve KBS kullanımının daha fazla olması, BPG test değişkeninin de bu grup değişkenlerinde benzer farklılığa sahip olması gerektiği beklentisini doğrulamaktadır. Denencenin beklentiler ile paralellik göstermemesinin, organizasyonların BT olgunluğu ile açıklanabileceği değerlendirilmektedir. BT kaynaklarını verimli kullanacak olgunluğa erişemeyen şirketler, sahip oldukları kaynakların avantajını kullanamayacak ve bakım işletme performanslarını arttıramayacaklardır. Tablo-46’da organizasyonların sahip olduğu bakım/onarıma tabi makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı özelinde oluşturulan denence görülmektedir. Denence, “H2f: Bakım performans göstergeleri test değişkeni organizasyonun bakım/onarıma tabi makinelerinin ortalama piyasa değeri grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” şeklindedir ve farklılık testleri sonucunda istatistiksel olarak desteklendiği görülmüştür. Bu husus, BBYS test değişkeninin bakım/onarıma tabi makinelerin ortalama piyasa değeri grup değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermesi ve 5.000.000 TL’den daha fazla piyasa değerli bakım/onarıma tabi makineye sahip organizasyonlarda 5.000.000 TL ve daha az piyasa değerli bakım/onarıma tabi makineye sahip organizasyonlara oranla daha yüksek BBYS kullanımı hususu ile uyumsuzluk oluşturmaktadır. Daha fazla BBYS kullanan organizasyonların nispeten daha yüksek bakım işletme performansına sahip olması beklentisi bu grup değişkeninde de istatistiksel olarak karşılanamamıştır. Karmaşık ve çoklu sistemlerden oluşan varlıklara sahip olan organizasyonlar, varlıkların yaşam döngüsünü arttırmak ve optimize etmek için bakım BT yatırımları yapmaktadırlar. Öte yandan, sistematik olmayan bakım BT yatırımları, bakım takip sistemlerinin uyumlu çalışarak bakım işletme performansını attırmasını engelleyecektir. Tablo-46’da gösterilen “H2g: Bakım performans göstergeleri test değişkeni, organizasyon bakım/onarım ekibinde görevli çalışan sayısı grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesinin fark testleri sonucunda istatistiksel olarak

desteklendiği anlaşılmıştır. Buna göre, “50 veya daha fazla” bakım/onarım personeline sahip olan organizasyonlar, “49 veya daha az” bakım/onarım personeline sahip organizasyonlara oranla daha yüksek BPG seviyesine sahiptir ve bu grup değişkeninde BBYS test değişkeni ile paralellik göstermektedir. Bu husustan hareketle, Türkiye’de BBYS’nin etkin bir bakım personeli kontrol aracı olarak kullanıldığı ve bu kullanımın da BPG’lerine olumlu yansıdığı değerlendirilmektedir.

Swanson (2001:242), proaktif ve agresif bakım stratejilerinin bakım performansı ile pozitif, reaktif bakım stratejilerinin ise negatif yönde ilişkili olduğunu aktarmıştır. Tablo-46’da sunulan denence, “H2h: Bakım performans göstergeleri test değişkeni, organizasyon bakım/onarım ekibinin sahada ağırlıklı kullanılma şekli grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” ifadesini içermektedir ve fark testleri sonucunda istatistiksel olarak desteklendiği görülmektedir. Bu kapsamda literatür ile paralel olarak, Türkiye’de bakım/onarım iş gücünü ağırlıklı olarak planlı bakım çalışmalarında kullanan organizasyonlardaki BPG seviyesi, bakım/onarım iş gücünü ağırlıklı olarak acil müdahale çalışmalarında kullanan organizasyonlardaki BPG seviyesine göre daha yüksektir.

4.2.3. Kestirimci Bakım Sistemleri (KBS)

Tez çalışmasının birinci bölümünde KBS test değişkeni için sunulan denence aşağıdadır. Tablo-47’de KBS’nin grup değişkenleri açısından denence test durumları sunulmuştur.

H3: Kestirimci Bakım Sistemleri test değişkeni grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.

Tablo-47’de görüldüğü gibi, “H3a: Kestirimci Bakım Sistemleri test değişkeni sektör grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesinin fark testleri sonunda istatistiksel olarak desteklendiği görülmüştür. Buna göre; Kestirimci Bakım Sistemleri “Diğer” sektör gruplarında “İmalat” sektörüne oranla daha yüksek kullanım oranına sahiptir. Beklentilerin aksine imalat sektöründeki KBS kullanımı diğer sektörlerle oranla daha azdır. Aydın ve Tatoğlu (2019:66), çalışmalarında teknoloji yoğun servis sektörlerinde muhatap olunan müşteri kitlesine karşı firmaların daha aktif rol üstlendiği ve yüksek YBS kullanımının söz konusu olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer sektör gruplarındaki ağırlığın, hizmet, madencilik ve otomotiv sektörlerinde olması, bu sektörlerdeki KBS ortalamasının diğer sektörlerle nispeten daha yüksek olduğu hususunu desteklemektedir. Tablo-47’nin organizasyon faaliyet alanları ile ilgili bölümüne bakıldığında, “H3b: Kestirimci bakım sistemleri test değişkeni faaliyet alanı grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesinin

istatistiksel olarak desteklenmediği görülmektedir. Buna göre, kestirimci bakım sistemleri test değişkeninin kamu ve özel sektör grup değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği söylenemez.

Tablo 47. KBS Grup Değişkenleri Denence Testleri Sonuçları

GRUP DEĞİŞKENLERİ	DENENCE	DURUM	ORTALAMA
Sektör grup değişkeninde KBS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H3a	Desteklendi	Diğer>İmalat
Faaliyet alanları grup değişkeninde KBS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H3b	Desteklenmedi	-
Yıllık bütçe grup değişkeninde KBS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H3c	Desteklenmedi	-
Firma/Tesiste çalışan personel sayısı grup değişkeninde KBS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H3d	Desteklenmedi	-
Firma/Tesis yıllık bakım/onarım bütçesi grup değişkeninde KBS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H3e	Desteklendi	10.000.000 TL'den fazla >10.000.000 TL veya daha az
Firma/Tesis(ler)de bulunan ve bakım/onarım yapılan makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı grup değişkeninde KBS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H3f	Desteklendi	5.000.000 TL veya daha az >5.000.000 TL'den fazla
Bakım/Onarım ekibinde görevli çalışan sayısı grup değişkeninde KBS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H3g	Desteklenmedi	-
Bakım/Onarım faaliyetlerinde saha personelinin ağırlıklı kullanıma şekli grup değişkeninde KBS test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H3h	Desteklendi	Planlı Bakım Çalışmaları >Bekleyen İş Emirleri >Acil Müdahale Çalışmaları

Daha önce kamu kurumlarının özel sektör organizasyonlarına oranla risk alma ve öngörü konusunda daha isteksiz olduğu ifade edilmişti (Zhou vd., 2008). KBS test değişkeninin özel ve kamu sektörü grup değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olmamasının, KBS potansiyelinin, Türkiye’de faaliyet gösteren organizasyonlarca henüz tam anlamıyla değerlendirilememiş olmasından kaynaklandığı öne sürülebilir. Buna paralel olarak, Pwc ve Mainnovation (2017) firmalarının Belçika, Almanya ve Hollanda ülkelerinde faaliyet gösteren organizasyonlar özelinde hazırladıkları raporda katılımcı 280 firmanın yalnızca %11’inin büyük veri analizleri ile kestirimci bakım 4.0 faaliyeti yürüttüğünü ortaya koymaktadır. Bunun yanında katılımcı ülkelerin KBS 4.0 popülerlik oranları sırasıyla %23 (Belçika), %6 (Hollanda) ve %2 (Almanya) şeklindedir.

KBS test değişkeninin organizasyon yıllık bütçelerindeki farklılığını test etmek için oluşturulan denence “H3c: Kestirimci bakım sistemi test değişkeni organizasyon yıllık bütçesine ilişkin grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” şeklindedir. Fark testleri sonucunda denencenin istatistiksel olarak desteklenmediği anlaşılmıştır (Tablo-47). BBYS bulguları bölümünde bütçesi 125.000.000 TL’den fazla olan büyük ölçekli organizasyonların BBYS kullanım oranı yıllık bütçesi 125.000.000 TL veya daha az olan orta, küçük veya mikro ölçekli organizasyonlara oranla daha yüksek olduğu ifade edilmişti. Bunun yanında, fark testi sonucunda başka bir firma ölçeklemesi olan organizasyonda çalışan personel sayısı özelinde oluşturulan “H3d: Kestirimci bakım sistemi test değişkeni organizasyonda çalışan personel sayısına ilişkin grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesinin de istatistiksel olarak desteklenmediği anlaşılmıştır (Tablo-47). Önceki bölümde, 250 veya daha fazla personel çalıştıran büyük ölçekli organizasyonlarda BBYS kullanımının, 249 veya daha fazla personel çalıştıran orta, küçük veya mikro organizasyonlara oranla daha yüksek olduğu aktarılmıştı. Büyük ölçekli organizasyonların, bir bakım yönetim bilişim sistemi olan BBYS’yi nispeten ufak ölçekli organizasyonlara oranla daha fazla kullanması karşısında; başka bir bakım yönetim bilişim sistemi olan KBS kullanımının aynı minvalde anlamlı bir farklılığa sahip olmamasının nedeninin büyük ölçekli şirketlerin KBS yatırımlarına kaynak ayırma konusunda isteksiz davranmalarına bağlı olabileceği değerlendirilmektedir. Chen, Mocker ve Preston (2010), çalışmalarında BS yatırımları özelinde organizasyon davranışlarını tasnif etmişler, BT yenilikçisi , BT muhazakarı ve tanımsız tipolojileri tanımlamışlar ve BT muhafazakarı olan organizasyonların, gelecek vaat eden bilişim sistemlerine bu yeniliklerin endüstride rüştünü ispat etmesinden sonra entegre olduklarını öne sürmüşlerdir. Bu hususa paralel olarak, Türkiye’de BBYS’yi kullanan büyük ölçekli firmaların muhafazakar bir bakış açısıyla, nispeten daha yeni bir yaklaşım olan KBS’nin endüstride kendisini ispat etmesini bekledikleri öne sürülebilir.

Organizasyonların KBS test değişkeni ve yıllık bakım onarım bütçeleri grup değişkeni özelinde oluşturulan denence “H3e: Kestirimci bakım sistemi test değişkeni organizasyon yıllık bakım onarım bütçesi grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” şeklindedir ve farklılık testleri sonucunda bu denencenin istatistiksel olarak desteklenmediği anlaşılmıştır. Buna göre, 10.000.000 TL’den fazla bakım/onarım bütçesine sahip olan organizasyonlarda KBS kullanımı ile 10.000.000 TL ve daha az bakım/onarım bütçesine sahip olan organizasyonlardaki KBS kullanım oranları arasında istatistiksel olarak 10.000.000 TL’den fazla bakım/onarım bütçesine sahip olan organizasyonlar lehine anlamlı bir farklılık olduğuna

dair bulgulara ulaşılmıştır. Bu durum, bir önceki denence testinde öne sürülen Türkiye’de büyük ölçekli firmaların KBS konusunda muhafazakar bir bakışa sahip oldukları ve KBS’nin kendisini ispat etmesini bekledikleri savını kısmi olarak desteklemektedir. Buna göre, daha fazla kaynağa sahip olan organizasyonlar, şartlar olgunlaştığında, orta, küçük ve mikro işletmelere oranla daha fazla KBS yatırımı yapmakta ve bu sistemin özelliklerinden faydalanma yoluna gitmektedir.

Tablo-47’de organizasyonların sahip olduğu bakım/onarıma tabi makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı özelinde oluşturulan denence görülmektedir. Denence, “H3f: Kestirimci bakım sistemleri test değişkeni organizasyonun bakım/onarıma tabi makinelerinin ortalama piyasa değeri grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” şeklindedir ve farklılık testleri sonucunda istatistiksel olarak desteklendiği görülmektedir. Ancak, 5.000.000 TL ve daha az piyasa değerli bakım/onarıma tabi makineye sahip organizasyonlarda KBS kullanımının, 5.000.000 TL’den daha fazla piyasa değerli bakım/onarıma tabi makineye sahip organizasyonlara oranla daha yüksek olduğunu destekleyen bulgulara ulaşılmıştır. Bu durum, aynı grup değişkenlerinde BBYS’nin gösterdiği farklılık ile zıtlık oluşturmaktadır. Pwc ve Mainnovation (2017:11) firmalarının raporunda, benzer varlıklara sahip olan organizasyonların, birbirine benzer olmayan eşsiz varlıklara sahip olan organizasyonlara oranla kestirimci bakım konusunda daha önde oldukları ve bu avantajın benzer varlıkların gelişmiş veri analizleri için daha zengin bir veri kaynağı teşkil etmesinden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Bu husustan hareketle, Türkiye’de yüksek piyasa değerli birbirine benzemeyen eşsiz makinelere sahip organizasyonların, nispeten daha düşük maliyetli ve makinelere sahip organizasyonlara oranla daha düşük KBS kullanım oranına sahip olduğu değerlendirilmektedir. Öte yandan, organizasyonların gelişme aşamasında olan maliyetli KBS sistemlerini, kontrollü risk olarak nispeten daha düşük maliyetli makine parkurlarında test etmeleri de mümkün olabilir.

Tablo-47’de gösterilen “H3g: Kestirimci bakım sistemleri test değişkeni, organizasyon bakım/onarım ekibinde görevli çalışan sayısı grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” denencesinin fark testleri sonucunda istatistiksel olarak desteklendiği anlaşılmıştır. Buna göre, “50 veya daha fazla” bakım/onarım personeline sahip olan organizasyonlar ile “49 veya daha az” bakım/onarım personeline sahip organizasyonlar arasında KBS test değişkeni açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunduğu söylenemez. Rousopoulou vd.(2020), Endüstri 4.0 çözümlerinin kestirimci bakıma, planlamanın optimize edilmesi ve performans ve kalite geliştirme için çeşitli bilişsel hesaplama yaklaşımları sağladığını ifade etmektedir. Bunun yanında Tran Anh, Dabrowski ve Skrzypek (2018), çalışmalarında kestirimci bakımın,

bakım maliyetlerini %70'e varan oranlar ile düşürdüğünü, insan hatalarını ve tecrübeli personele olan ihtiyacı azalttığını aktarmışlardır. Diğer taraftan, Pwc ve Mainnovation (2017:5) firmaları raporlarında, kestirimci bakım 4.0'ın hayat döngüsünde başlangıç dönemlerinde olduğunu ve şirketlerin kestirimci bakım 4.0'ı uygulama konusunda önemli teknik engeller ile karşılaştığını ifade etmektedir.

Tablo 48. Grup Değişkenleri Denence Test Sonuçları

ÖNERMELER	BBYS	BPG	KBS
Sektör grup değişkeninde ilgili test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1a Desteklendi	H2a Desteklendi	H3a Desteklendi
	Diğer>İmalat>Enerji ve Lojistik	Diğer>İmalat>Enerji ve Lojistik	Diğer>İmalat
Faaliyet alanları grup değişkeninde ilgili test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1b Desteklendi	H2b Desteklenmedi	H3b Desteklenmedi
	Özel Sektör>Kamu Sektörü	-	-
Yıllık bütçe grup değişkeninde ilgili test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1c Desteklendi	H2c Desteklenmedi	H3c Desteklenmedi
	125.000.000 TL'den fazla >125.000.000 TL veya daha az	-	-
Firma/Tesiste çalışan personel sayısı grup değişkeninde ilgili test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1d Desteklendi	H2d Desteklenmedi	H3d Desteklenmedi
	250 veya daha fazla >249 veya daha az	-	-
Firma/Tesis yıllık bakım/onarım bütçesi grup değişkeninde ilgili test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1e Desteklendi	H2e Desteklenmedi	H3e Desteklendi
	10.000.000 TL'den fazla >10.000.000 TL veya daha az	-	10.000.000 TL'den fazla >10.000.000 TL veya daha az
Firma/Tesis(ler)de bulunan ve bakım/onarım yapılan makinelerin ortalama piyasa değeri toplamı grup değişkeninde ilgili test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1f Desteklendi	H2f Desteklenmedi	H3f Desteklendi
	5.000.000 TL'den fazla >5.000.000 TL veya daha az	-	5.000.000 TL veya daha az >5.000.000 TL'den fazla
Bakım/Onarım ekibinde görevli çalışan sayısı grup değişkeninde ilgili test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1g Desteklendi	H2g Desteklendi	H3g Desteklenmedi
	50 veya daha fazla >49 veya daha az	50 veya daha fazla >49 veya daha az	-
Bakım/Onarım faaliyetlerinde saha personelinin ağırlıklı kullanılma şekli grup değişkeninde ilgili test değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahiptir.	H1h Desteklendi	H2h Desteklendi	H3h Desteklendi
	Planlı Bakım Çalışmaları >Acil Müdahale Çalışmaları	Planlı Bakım Çalışmaları >Acil Müdahale Çalışmaları	Planlı Bakım Çalışmaları >Bekleyen İş Emirleri >Acil Müdahale Çalışmaları

Bu hususlardan ve KBS'nin taşıdığı potansiyelden hareketle, Türkiye'de KBS'nin organizasyonlarda genel verimlilik sağlayarak, personel sayısında optimizasyon

yaratmasından söz edilemeyeceği ve halen gelişme döneminde olduğu değerlendirilmektedir. Tablo-47’de sunulan denence, “H3h: Kestirimci bakım sistemi test değişkeni, organizasyon bakım/onarım ekibinin sahada ağırlıklı kullanılma şekli grup değişkenleri arasında anlamlı bir farklılığa sahiptir.” ifadesini içermektedir ve fark testleri sonucunda istatistiksel olarak desteklendiği anlaşılmıştır. Bu kapsamda literatür ile paralel olarak, Türkiye’de bakım/onarım iş gücünü ağırlıklı olarak planlı bakım çalışmalarında kullanan organizasyonlardaki KBS seviyesi, bakım/onarım iş gücünü ağırlıklı olarak bekleyen iş emirleri ve acil müdahale çalışmalarında kullanan organizasyonlardaki KBS seviyesine göre daha yüksektir. Tablo-48’de ise tüm grup değişkenleri denence testlerine ilişkin neticelerin özet çizelgesi sunulmuştur.

BÖLÜM III

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. TARTIŞMA

Denence testlerinin sonucunda ulaşılan bulgular ve tartışma alanlarının üç farklı şekilde özetlenebileceği değerlendirilmektedir. Tartışmanın odak noktası, BBYS, BPG ve KBS test değişkenlerinin grup değişkenlerindeki ortalamalarında görülen farklılıklardır. İlk olarak, BBYS’nin Türk özel sektör alanında kamu sektörüne oranla daha yoğun kullanıldığı ve BBYS’nin organizasyon bakım işletme verimliliğine direkt olarak katkı verdiği biliniyor iken, özel sektör ve kamu sektörü arasında BPG test değişkeni açısından anlamlı bir farklılık bulunamaması dikkate değer bir husustur. Bu durumun, Türkiye’de bakım BT stratejisinin bakım işletme stratejisinden izole bir şekilde geliştirilmesine dayanan konsepte (Chen, Mocker ve Preston, 2010) ve buna bağlı olarak kamu sektörünün halen klasik bakım işletme yöntemlerini tercih ederek dijital dönüşümü gerçekleştirmediği hususuna bağlı olabileceği öne sürülebilir.

İkinci husus, BBYS’nin ve KBS’nin bakım/onarıma tabi makinelerin piyasa değerleri grup değişkeninde göstermiş olduğu farklılıkların farklı yönde olabileceğine dair göstergeler içeren bulgulardır. Bottani vd. (2014:145) KBS için yaygın şekilde sisteme entegre edilmiş BBYS’nin varlığının önem arz ettiğini aktarmaktadır. Ek olarak, Bottani vd. (2014:154), kestirimci bakımın genel olarak büyük firmalar için uygun olduğunu öne sürmektedir. Ancak, saha çalışmamızda Türkiye’de 5.000.000 TL’den daha fazla piyasa değerli makinelere sahip organizasyonların, 5.000.000 TL veya daha az piyasa değerli makinelere sahip

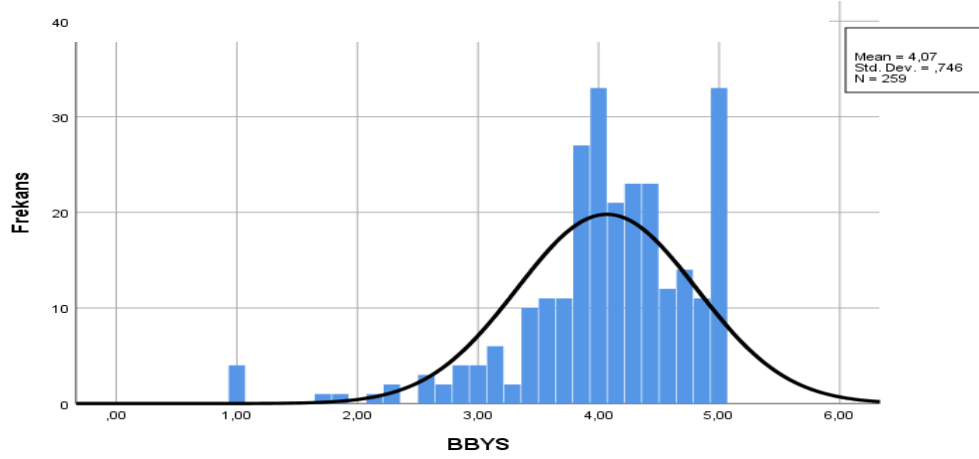
organizasyonlara oranla daha fazla BBYS ve daha az KBS kullanımına sahip olduğuna işaret eden verilere ulaşılmıştır. Bunun yanında, büyük ölçekli firmaların, orta, küçük veya mikro ölçekli firmalara oranla daha fazla KBS kullandığı bulgusuna ulaşılamamıştır. Sisteme adapte edilmiş ve yaygın BBYS kullanımına sahip organizasyonlar KBS uygulamaları için daha uygun bir durumda iken, daha az piyasa değerli makinelere sahip ve daha az BBYS kullanan organizasyonların daha yüksek oranda KBS bulundurması dikkate değer bir farklılığa işaret etmektedir. Bu hususun, yeni üretilmiş makine/ekipmanların dijitale daha yatkın ve daha hafif bir yapıda üretiliyor olmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Öte yandan, dijital entegrasyonu gerçekleştirmemiş, eski tip makine/ekipmana sahip, oturmuş/olgun firmaların varlık veri toplama bileşenlerine sahip olmaması ve nesnelerin interneti gibi entegrasyonların da nispeten pahalı olmasının bu organizasyonların kestirimci bakım yatırımlarından uzak durmasına sebep olabileceği değerlendirilmektedir.

Üçüncü olarak, KBS'nin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa sahip olduğu bakım/onarıma tabi makinelerin piyasa değerleri grup değişkeninde BPG test değişkeninin anlamlı farklılığa sahip olduğuna dair bir bulguya ulaşılamamasıdır. Kaynaklarda, KBS'nin bakım işletme performansını arttırıcı etkilere sahip olduğu aktarılmaktadır (Tran Anh, Dabrowski ve Skrzypek, 2018:289). Bu kapsamda, kestirimci bakım analizi kabiliyetine sahip olan organizasyonların bu potansiyellerini değerlendiremedikleri veya alt bileşenlerin kestirimci bakım faaliyetlerinin, organizasyonun toplam bakım işletme performansına yansıyamadığı öne sürülebilir.

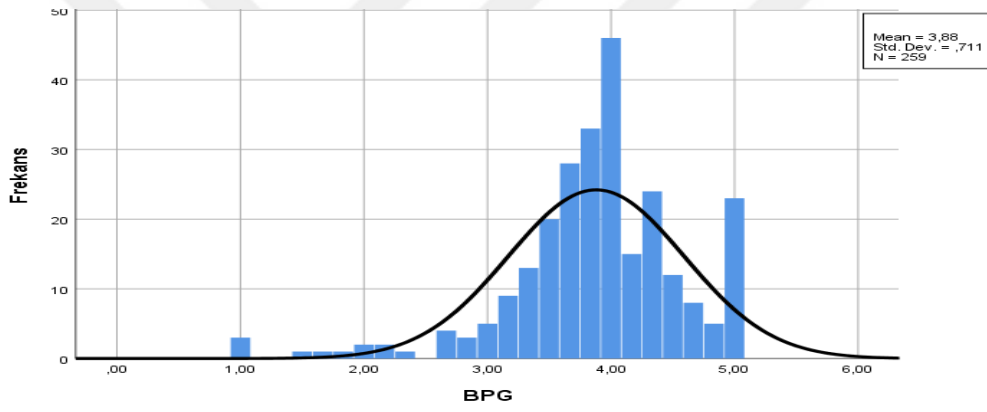
5.2. SONUÇLAR

Araştırma sonuçları iki başlıkta ele alınabilir. Birincisi, saha araştırmasında BPG ve KBS özelinde literatür ile paralel olmayan, BBYS'de ise beklentiler dâhilinde veriler elde edilmesidir. Bu noktada, BBYS'nin bakım işletme stratejisine uyumu ve organizasyonların BT yatırımlarını ele alış şekillerinin ön plana çıktığı değerlendirilmektedir. Nispeten yeni bir uygulama olması ve organizasyonlar tarafından değerlendirme aşamasında olması nedeniyle KBS hakkında literatür ile paralel olmayan veriler elde edilmesi kabul edilebilir bir olgudur. Ancak, BBYS ile BPG arasında literatürde vurgulanan pozitif ilişkinin Türkiye'de yürüttüğümüz çalışmada görülememesinin odaklanılması gereken bir konu olduğu ve yapısal problemlere işaret edebileceği değerlendirilmektedir. Tablo-49 ve Tablo-50'deki veriler de bu hususu desteklemektedir. Bu kapsamda, BBYS ve BPG'nin 259 adet örnekleme ilişkin frekans tabloları sunulmuştur.

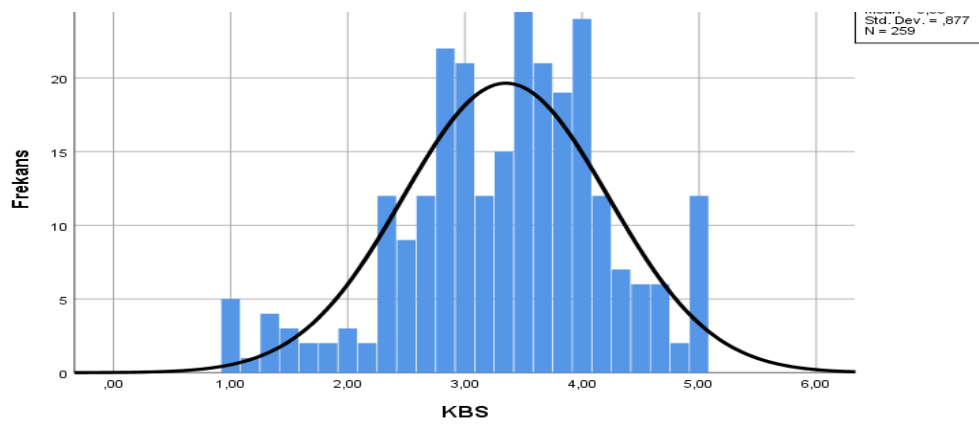
Tablo 49. BBYS Frekans Değerleri



Tablo 50. BPG Frekans Değerleri



Tablo 51. KBS Frekans Değerleri



Buna göre; BBYS verilerinin ortalaması 4,07 iken, BBYS'nin pozitif etkide bulunması beklenen BPG'nin ortalaması 3,88'dir. BBYS test değişkeni verileri 4-5 skorları arasında

yoğun iken, BPG test değişkeni verileri 3-4 skorları arasında yoğundur. Genel ortalamaya bakıldığında BPG'nin BBYS'nin gerisinde kaldığı görülmektedir. İkinci husus, KBS'nin Türk endüstrisindeki durumu ile ilişkilidir. Tablo-51'de KBS kullanım verilerinin ortalaması 3,35'tir. Ülkemizde KBS kullanım oranının BBYS'ye nispeten düşük olması, organizasyonların bu konuda kendilerini geliştirmeleri gerektiğini göstermektedir. Bunun yanında, karmaşık ve pahalı sistemlerden oluşması (Kimera ve Nangolo, 2020) nedeniyle KBS'nin doğru şekilde değerlendirmeye alınması ve doğru şekilde organizasyonel sistemler ile bütünleştirilmesi önemli gerekliliklerdir. Yukarıda da belirtildiği gibi, toplu veri analiz avantajı nedeniyle çok sayıda ve birbirine benzer varlıklara sahip organizasyonlar, çok sayıda fakat birbirine benzemeyen, farklı varlıklara sahip organizasyonlara oranla KBS uygulamalarında daha fazla verim elde edebilecektir.

5.3. ÖNERİLER

5.3.1. Araştırma Sonuçlarına Dayalı Öneriler

Bu çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar üç başlık altında ifade edilebilir. Birincisi, BBYS ve BPG test değişkenleri analizleri sonucunda literatür ile tam olarak uyuşmayabilecek durumlara işaret eden verilere ulaşılmış olmasıdır. Çalışmamızda, BBYS sistemlerinin Türk endüstrisindeki kullanım oranı ile organizasyon BPG seviyeleri arasında bir oransızlık olduğunu düşündürebilecek veriler elde edilmiştir ve fark testleri sonuçları bu durum ile paralellik göstermektedir. Bu suretle, Türkiye'de faaliyet gösteren organizasyonların sahip oldukları BBYS yatırımlarının organizasyon bakım işletme verimliliğine ne oranda katkı sağladığı ve bu duruma etki eden çevresel faktörlerin araştırılmasının uygun olabileceği değerlendirilmektedir. Çalışmamızdaki bu tespit ile Türk sanayisinde faaliyet gösteren organizasyonların kümülatif (Toplam) verimliliklerini arttırabilecek bir başlangıç noktası yaratılabileceği ve bakım BT yatırımlarının daha sistematik bir şekilde gerçekleştirilmesi için farkındalık oluşturulabileceği değerlendirilmektedir. Bu katkıların doğru bir şekilde değerlendirilmesi, Türk ekonomisinde olumlu yansımalar yaratarak gelişmekte olan ülkelere bir örnek teşkil edebilir.

İkincisi, KBS kullanımındaki nispeten düşük olan kullanım oranıdır. Endüstri 4.0'ın sunduğu gelişmiş veri analizi teknikleri (Pwc ve Mainnovation, 2017) KBS'ne önemli avantajlar sağlamaktadır. Öte yandan, bu sistemin maliyetinin yüksek olması ve benzer varlıklara sahip organizasyonlar tarafından kullanılmasının daha uygun olması dikkate alınması gereken

faktörlerdir. BBYS'nin KBS için önemli bir altyapı oluşturması ve BBYS'nin yaygınlığının Türkiye'de daha geniş olması KBS yatırımları için başlangıç noktası teşkil edebilir. KBS özelindeki tespitlerimizin Türkiye'de ve diğer gelişmiş ülkelerde gelecek KBS yatırımlarının daha bütüncül bir bakış açısıyla gerçekleştirilmesi için önemli bir bakış açısı sağlayabileceği değerlendirilmektedir.

Küresel rekabet yarışında var olmak ve sağlıklı büyüme sağlamak hedefiyle KBS yatırımları sistemli, bütüncül bakış açısı ve doğru karar verme süreçleri ile yönetilmelidir. Üçüncü husus, kaynak taraması ile tespit edilen organizasyon alt bileşenlerinin bakım verimliliklerine odaklanması genel bakış açısı ile ilişkilidir. Bu durum, üretici firmalar ve servis sağlayıcıları için önemli bir pazarlama ögesi olarak kullanılabilir ancak organizasyonlar açısından toplam verimlilik ve etkinlik dikkate alınması gereken etkenler olmalıdır. Covid-19 salgınının, adeta bir katalizör görevi görerek, net bir şekilde insanlığın yüzüne vurduğu sürdürülebilirlik olgusu, gelecekte küresel boyutlara varan çevresel sorunların da etkisiyle organizasyonlar açısından büyük bir baskı unsuru olacaktır. Bu atmosfer ile uyumlaşmak ve hayatlarını sürdürmek için, organizasyonların içyapılarını bütüncül bir dijitalleşme ile dönüştürmeleri ve verimliliklerine menfi etkide bulunan iç sürtünmelerini minimize etmeleri gerekmektedir. Salgın esnasında, bazı organizasyonların teknolojik imkanlara sahip olmalarına karşın iç dinamiklerini seri şekilde harekete geçirememeleri ve salgına hızlı reaksiyon verememeleri, halen dijital dünya ile ayak uyduramayan hantal bir yapının bulunduğunu akla getirmektedir. Günümüzde, küresel etki yaratabilecek potansiyele sahip büyük çaplı organizasyonların, pandemi, doğal afet vb. çalkantılı zamanlarda gösterdiği davranışların yalnızca kendilerini değil tüm dünyayı etkilediğini söylemek yanlış olmayacaktır. Bu suretle,

Bakım işletme verimliliğinin organizasyonel açıdan maksimize edilmesi toplam organizasyonel verimlilik ve optimizasyon açısından önemli bir adımdır. Buna ek olarak, sistem yaklaşımı, organizasyona odaklanmanın yanında bizlere daha geniş bakış açıları da sunmaktadır. Nesnelerin interneti, 5G, blokzinciri, gelişmiş veri analizleri, büyük veri analitiği ve akıllı şehir teknolojilerinin konuşulduğu günümüzde, bakım bilgi teknolojilerine yalnızca organizasyon seviyesinde odaklanması eksik bir perspektif sunacaktır. Bu noktada, organizasyonların bakım bilgi teknolojileri varlıklarının birbirleriyle haberleşebildiği, veri transferlerinin blok zincirinin sağladığı güven ortamında sağlanabildiği, hizmet/servis sağlayıcılarının gerçekçi olmayan ticari yaklaşımlar ile fiyatları arttırmadığı ve endüstrilerin yapay zekâ ile yönetilen veri bulutlarını kullanarak bakım işletme verimliliklerini optimize ettiği bir eko sistemin kurgulanmasının yerinde olabileceği değerlendirilmektedir.

BT varlıkları çoğunlukla pahalı ve toplam sahip olma maliyeti yüksek yatırımlardır, iyi planlanmadıkları ve doğru şekilde uyumlaştırılmadıkları takdirde kendilerinden beklenen etkiyi sağlayamazlar. Hatta yanlış yatırım kararları nedeniyle organizasyonlar ciddi zararlar ile karşılaşabilirler. Daha geniş bir perspektiften bakıldığında, organizasyonların faaliyetleri ile gelişen ülke endüstrileri de BT yatırımlarından gerekli faydayı sağlayamayacak, kaynaklarını etkin şekilde kullanamayacak ve makro ölçekte zararlar ile karşılaşabileceklerdir. Neticede, BT yatırım karar alma süreçleri, örgüt kültürleri, ülkede/organizasyonlarda hâkim olan BT bakış açısı (Chen, Mocker ve Preston, 2010) bu noktada önemli rol oynayan kritik bileşenlerdir. Akademik çevrelerin yanında sektör profesyonelleri ve organizasyon karar alıcılarının da bu hususlar üzerinde düşünmesi gerekmektedir.

5.3.2. İleride Yapılabilecek Araştırmalara Yönelik Öneriler

Bu çalışmadan sonra yapılacak gelecek araştırmaların, bakım BT yatırımlarının organizasyon bakım ve toplam işletme verimliliği üzerindeki etkilerine yoğunlaşmasının uygun olabileceği düşünülmektedir. Bu kapsamda, Türk endüstrilerinde BBYS, KBS ve BPG test değişkenleri arasındaki ilişkinin net bir şekilde ortaya konulması bu bileşenlere etki eden çevresel faktörlerin analiz edilmesi açısından önemli bir adım olabilecektir.

Diğer bir husus ise, organizasyon bakım BT yatırımları karar alma süreçlerinin analiz edilmesidir. Bu noktada endüstrilerde var olan konseptlerin literatür ile karşılaştırmalar yaparak ortaya konulması önem arz etmektedir. Buradaki hedef, bakım BT yatırımları karar süreçlerine etki eden iç çevre faktörlerinin netleştirilmesidir.

Son olarak, KBS'nin çalışma dinamiklerinin organizasyonlar arası koordinasyon ve işbirliğini temel alan kavramsal çerçevelerin oluşturulmasına açık olduğu ve gelecek araştırmaların organizasyon üstü seviyeye odaklanmasının uygun olabileceği değerlendirilmektedir.

YAZAR	YIL	KONU	TEZ
Eledağ, A.	2020	Korelasyona dayalı aykırılık saptama ve kestirimci bakım <i>Correlation based anomaly detection and predictive maintenance</i>	Yüksek Lisans
Özbek, S.	2019	Early Diagnosis of Breakdown Through Transfer Learning <i>Transfer öğrenimi ile kestirimci bakım</i>	Yüksek Lisans
Gücek, A.	2019	Rendering tesisinde kullanılan kestirimci bakım yöntemleri ve uygulamaları <i>Predictive maintenance methods used in rendering plant and applications</i>	Yüksek Lisans
Uğurlu, E.	2019	Tam koşullu üretim benzetim modellemesi ile veri madenciliği teknikleri kullanılarak kestirimci bakım ve makine öğrenmesi analizleri <i>Predictive maintenance and machine learning analysis using data mining techniques with full conditional production simulation modelling</i>	Yüksek Lisans
Uysal, V..	2019	Enerji santrallerinde titreşim analizi ile kestirimci bakım <i>Predictive maintenance with vibration analysis in the power plants</i>	Yüksek Lisans
Ayan, Ö.	2019	Döner makina elemanların titreşim analizi ile kestirimci bakımı <i>Predictive maintenance of rotary machine elements by use of vibration analysis</i>	Yüksek Lisans
Safa, A.	2019	İçten yanmalı motorlarda yağ analiz yöntemiyle yapılan kestirimci bakımın araştırılması <i>Investigation of predictive maintenance by oil analysis method in internal combustion engines</i>	Yüksek Lisans
Ceyhan, A.	2019	IoT ile bulanık mantık temelli kestirimci bakım çözümüne yönelik sistem tasarımı ve uygulaması <i>Fuzzy logic based system design and implementation intended for predictive maintenance with IoT</i>	Yüksek Lisans
Küçük, C.	2018	Enerji tesislerindeki döner donanımlara uygulanan koruyucu bakım ve kestirimci bakımın incelenmesi <i>Study of applied predictive maintenance and preventive maintenance for rotating equipments in energy facilities</i>	Yüksek Lisans
Göçülü, G.	2015	İşletmelerde kestirimci bakım uygulamaları <i>Predictive maintenance applications in companies</i>	Yüksek Lisans
Erol, S.	2015	Dinamik sistemlerin kestirimci bakımına etki eden faktörlerin durum temelli incelenmesi <i>Condition based investigation of the factors affecting on predictive maintenance of dynamic systems</i>	Doktora
Çimen, M.	2015	Bilyeli rulman hasarlarının titreşim analizi ile tespiti ve gemi makinelerinde kestirimci bakım uygulaması	Yüksek Lisans

		<i>Detection of ball bearings defects by vibration analysis and implementation of predictive maintenance on ship's machinery</i>	
Doğan, S.	2014	Bilgisayar destekli bakım yönetim sisteminin Kardemir ray profil haddehanesinde uygulanabilirliği <i>Applicability of computerized maintenance management system at Kardemir rail & section mill</i>	Yüksek Lisans
Yıldırım, E.	2014	Makinelere titreşim analizi ile kestirimci bakım <i>Predictive maintenance with vibration analysis in machine</i>	Yüksek Lisans
Acar, G.	2014	Otomotiv sektöründe kullanılan kestirimci bakım yöntemleri ve uygulamaları <i>Predictive maintenance methods and applications used in automotive industry</i>	Yüksek Lisans
Tabak, A.	2014	Donanımlarda kestirimci bakım teknolojilerinin araştırılması ve seçilen bir yöntemin uygulandığı sanayi tesisinde elde edilen neticelerin irdelenmesi <i>Investigation of predictive maintenance technology in equipment and being examined of results obtained in an industry facility where a selected process is applied</i>	Yüksek Lisans
Sivritaş, İ.	2013	Fosfat spre pompasında titreşim esaslı kestirimci bakım uygulaması <i>Vibration based predictive maintenance application on phosphate spray pump</i>	Yüksek Lisans
Kurt, E.	2012	Kestirimci bakım yöntemi kullanılarak egzoz fanında arıza teşhisi <i>Predictive maintenance diagnostics method exhaust fan</i>	Yüksek Lisans
Yılmaz, M.	2012	PLC destekli kestirimci bakımın Kardemir sinter fabrikasında uygulanması <i>An application of PLC based predictive maintenance to sinter plant in Kardemir</i>	Yüksek Lisans
Karadayı, H.	2011	Titreşim analizi ile pompalarda arıza tespiti ve kestirimci bakım uygulamaları <i>Pump fault detection by using vibration analysis and predictive maintenance applications</i>	Yüksek Lisans
Arslan, S.	2010	Titreşim analizi ile fanlarda arıza teşhisi ve kestirimci bakım <i>Fan fault detection by using vibration analysis and predictive maintenance</i>	Yüksek Lisans
Tatar, V.	2010	Su pompa istasyonunda kestirimci bakım ve yönetim organizasyonu <i>Predictive maintenance and management organization in water pump station</i>	Yüksek Lisans
Orhan, A.	2009	Yağ analiz yöntemiyle yapılan kestirimci bakımda motor arızalarının tesbiti <i>The determination of engine breakdowns by machine oil and wear particles analyses method</i>	Yüksek Lisans
Baykara, V.	2009	Titreşim analizi ile şanzımanlarda arıza teşhisi ve kestirimci bakım <i>Gearbox fault detection by using vibration analysis and predictive maintenance</i>	Yüksek Lisans

Yücel, S.	2009	Otomotiv endüstrisinde kullanılan kestirimci bakım uygulamaları <i>Predictive maintenance applications in automotive industry</i>	Yüksek Lisans
Hancı, G.	2009	Lastik endüstrisinde kullanılan kestirimci bakım uygulamaları <i>Predictive maintenance applications in tire industry</i>	Yüksek Lisans
Açıkel, S.	2008	Sürekli form baskı makinesinin titreşim sinyali yardımıyla kestirimci bakımının yapılması <i>Predictive maintenance of a continuous forme printing press machine by vibration measurement and analysis</i>	Yüksek Lisans
Denli, H.	2007	Kestirimci bakım ve uygulamalarının iyileştirilmesi <i>Predictive maintenance and improvement of its applications</i>	Yüksek Lisans
Dal, H.	2004	Makinelerde yapay sinir ağı (YSA) tabanlı titreşim esaslı kestirimci bakım <i>Predictive maintenance fundamental vibration based on artificial neural network at machinery</i>	Yüksek Lisans
Karaer, E.	2004	Yüksek hızlı motorla tahrik edilen gemilerde ana ve yardımcı makinelerin bakım-tutum yöntemlerinin incelenmesi <i>Study on maintenance methods of main and auxiliary engines of high speed engine driven ships</i>	Yüksek Lisans
Er, E.	2004	Bakım yönetimi ve bilgisayarlı bakım yönetim sistemlerinin Türkiye'de uygulama düzeyi <i>Maintenance management and implemantation level of computerized maintenance management systems in Turkey</i>	Yüksek Lisans
Şahin, B.	2003	Bilgisayar destekli bakımyönetim sistemleri ve THY bakım yönetim sistemi <i>Computerized maintenance management systems and THY maintenance management system</i>	Yüksek Lisans
Özbay, A.	2002	Predictive maintenance and its application in industry <i>Kestirimci bakım ve endüstrideki uygulamaları</i>	Yüksek Lisans
Şenocak, S.	2002	Bilgisayar destekli toplam verimli bakım (TPM) uygulaması <i>Application of computer aided total productive maintenance</i>	Yüksek Lisans
Bank, A.	1994	Design and development of a computerized maintenance management system for a large production facility <i>Büyük bir üretim kuruluşu için bir bakım yönetim sistemi tasarımı ve geliştirilmesi</i>	Yüksek Lisans

DİĞER SEKTÖRLERİN AÇILIMI	
-15 Hizmet	%27
-10 Madencilik	%18
-9 Diğer	%16
-6 Otomotiv	%10
-3 Gıda	%5,3
-2 Çimento	%3,5
-1 İnşaat	%1,8
-1 Havacılık Savunma	%1,8
-1 Parekende Tesis Yönetimi	%1,8
-1 Jandarma Asker	%1,8
-1 İlaç	%1,8
-1 Ambalaj	%1,8
-1 Hizmet Hariç Hepsi	%1,8
-1 Otomatik Depo Sistemleri	%1,8
-1 Yedek Parça Satış ve Teknik Servis	%1,8
-1 Demiryolu Sinyalizasyon	%1,8
-1 Liman İşletmeleri	%1,8
-15 Hizmet	%1,8

KAYNAKÇA

- Cholasuke, C., Bhardwa, R., & Antony, J. (2004). The status of maintenance management in UK manufacturing organisations: results from a pilot survey. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5-15.
- 13372, I. (2012, 09 15). International Standard. *Condition Monitoring and Diagnostics of Machines*. Geneva, Switzerland: International Standart Organization.
- Abbas, M., & Shafiee, M. (2020). An overview of maintenance management strategies for corroded steel structures in extreme marine environments. *Marine Structures*, 1-23.
- Accorsi, R., Gallo, A., Tufano, A., Bortolini, M., Penazzi, S., & Manzini, R. (2019). A tailored Maintenance Management System to control spare parts life cycle. *Procedia Manufacturing*, 92-99.
- Akyurt, İ. Z. (2017). *Üretim Sistemlerinin Planlanması*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Al-Najjar, B. (2001). *Economic importance of maintenance planning when using vibration-based maintenance policy*. Växjö: Research Gate.
- Al-Najjar, B., & Alsyouf, I. (2004). Enhancing a company's profitability and competitiveness using integrated vibration-based maintenance: A case study. *European Journal of Operational Research*, 643-657.
- Alsyouf, I. (2006). Measuring maintenance performance using a balanced scorecard approach. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 133-149.
- Alsyouf, I. (2007). The role of maintenance in improving companies' productivity and profitability. *International journal of production economics*, 70-78.
- Alsyouf, I. (2009). Maintenance practices in Swedish industries : Survey Results. *International Journal of Production Economics*, 212-223.
- Anantharaman, M. (2013). Using Reliability Block Diagrams and Fault Tree circuits, to develop a Condition Based Maintenance Model for a Vessel's Main Propulsion System and Related Subsystems. *Transnav*, 409-413.
- Aydiner, A. S., & Tatoğlu, E. (2019). Türkiye'deki İşletmelerde Bilişim Sistemleri Uygulamaları Üzerine Bir Saha Araştırması. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 59-73.

- Azahar, N. F., & Mydin, M. O. (2014). Potential of Computerized Maintenance Management System in Facilities Management. *ANALELE UNIVERSITĂȚII "EFTIMIE MURGU" RESIȚA*, 51-59.
- Bakanlar Kurulu, T. B. (2005, 11 18). Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin Tanımı, Nitelikleri ve Sınıflandırılması Hakkındaki Yönetmelik. *Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmelerin Tanımı, Nitelikleri ve Sınıflandırılması Hakkındaki Yönetmelik*. Ankara, T.
- Baum, J., Laroque, C., Oeser, B., Skoogh, A., & Subramaniyan, M. (2018). Applications of Big Data analytics and Related Technologies in Maintenance-Literature Based Research. *Machines*, 1-12.
- Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J., & Ait-Kadi, D. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. London: Springer.
- Bevilacqua, M., & Braglia, M. (2000). The analytic hierarchy process applied to maintenance strategy selection. *Reliability Engineering and System Safety*, 71-83.
- Bottani, E., Ferretti, G., Montanari, R., & Vignali, G. (2014). An empirical study on the relationships between maintenance policies and approaches among Italian companies. *Journal of Quality in Maintenance*, 135-162.
- Carderock Division. (2010). *Handbook of Reliability Prediction Procedures for Mechanical Equipment*. Maryland: Naval Surface Warfare Center.
- Chen, D. Q., Mocker, M., & Preston, D. S. (2010). Information Systems Strategy: Reconceptualization, Measurement and Implications. *MIS Quarterly*, 233-259.
- Chen, Y., Wang, Y., Benitez-Amado, J., & Kou, G. (2015). IT capabilities and product innovation performance: The roles of corporate entrepreneurship and competitive intensity. *Information & Management*, 643-657.
- Cullum, J., Binns, J., Lonsdale, M., Abbassi, R., & Garaniya, V. (2018). Risk-Based Maintenance Scheduling with application to naval vessels and ships. *Ocean Engineering*, 476-485.
- Dawotola, A. (2012). Risk Based Maintenance of Petroleum Pipelines. *Doctoral dissertation*. Delft, Netherlands: Wöhrnabb Print Service.

- Dekker, R. (1996). Applications of maintenance optimization models: a review and analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, 229-240.
- Desirey, S. T. (2000, May 1). *Positioning maintenance as a competitive advantage*. November 15, 2020 tarihinde Plant Engineering: <https://www.plantengineering.com/articles/positioning-maintenance-as-a-competitive-advantage/> adresinden alındı
- Dhall, R., & Solanki, V. (2017). An IOT Based Predictive Connected Car Maintenance Approach. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 16-22.
- Dinmohammadi, F., Alkali, B., Shafiee, M., Be'renguer, C., & Labib, A. (2016). Risk Evaluation of Railway Rolling Stock Failures Using FMECA Technique: A Case Study of Passenger Door System. *Urban Rail Transit*, 128-145.
- Duffuaa, S. O., Al-Ghamdi, A. H., & Al-Amer, A. (2002). Quality Function Deployment in Maintenance Work Planning Process. *The 6th Saudi Engineering Conference, KFUPM*, (s. 503-512). Dhahran.
- Durán, O. (2011). Computer-aided maintenance management systems selection based on a fuzzy AHP approach. *Advances in Engineering Software*, 821-829.
- Durmuş, B., Yurtkoru, E. S., & Çinko, M. (2018). *Sosyal Bilimlerde SPSS'le Veri Analizi*. İstanbul: Beta .
- EBrahimi, A. (2010, October). Effect analysis of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) Parameters in design and operation of Dynamic Positioning (DP) systems in floating offshore structures. *Master's Degree Project*. Stockholm, Sweden: KTH School of Industrial Engineering.
- Errandonea, I., Beltrán, S., & Arrizabalaga, S. (2020). Digital Twin for maintenance : A literature review. *Computers in Industry*, 1-14.
- Eva, Š., & Kateřina, M. (2013). The Effect of Implementing a Maintenance Information System on the Efficiency of Production Facilities. *Journal of Competitiveness*, 60-75.
- Flynn, B. B., & Flynn, E. J. (1999). Information-Processing Alternatives for Coping with Manufacturing Environment Complexity. *Decision Sciences*, 1021-1052.

- Fredriksson, G., & Larsson, H. (2012). An analysis of maintenance strategies and development of a model for strategy formulation. *Master of Science Thesis in the Master Degree Programme, Production Engineering*. Göteborg, Sweden: CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY.
- Fumagalli, L., Macchi, M., & Rapaccini, M. (2009). Computerized Maintenance Management Systems in SMEs: a survey in Italy and some remarks for the implementation of Condition Based Maintenance. *Proceedings of the 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing*, 1615-1619.
- Gulati, R., & Smith, R. (2009). *Maintenance and Reliability Best Practices*. New York: Industrial Press.
- Houshyar, A. (2005). Reliability and Maintainability of Machinery and Equipment, Part 2: Benchmarking, Life-Cyclecost, and Predictive Maintenance. *International Journal of Modelling and Simulation*, 1-11.
- Hu, J., & Zhang, L. (2014). Risk based opportunistic maintenance model for complex mechanical systems. *Expert Systems with Applications*, 3105-3115.
- Ilangkumaran, M., & Kumanan, S. (2012). Application of Hybrid VIKOR Model in Selection of Maintenance Strategy. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management*, 59-81.
- Jin, X., Li, L., & Ni, J. (2009). Option model for joint production and preventive maintenance system. *International Journal of Production Economics*, 347–353.
- John Hastings, N. A. (2015). *Physical Asset Management*. New York: Springer International Publishing AG Switzerland.
- Kamoun, F. (2005). Toward best maintenance practices in communications network managment. *International Journal of Network Management*, 321-334.
- Kans, M. (2007). An approach for determining the requirements of computerised maintenance management systems. *Computers in Industry*, 32-40.
- Katona, A., & Panfilov, P. (2018). Building Predictive Maintenance Framework for Smart Environment Application Systems. *29TH DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTELLIGENT MANUFACTURING AND AUTOMATION* (s. 460-470). Vienna: DAAAM International.

- Kimera, D., & Nangolo, F. N. (2020). Predictive miantenance for ballast pumps on ship repair yards via machine learning. *Transportation Engineering*, 1-11.
- Kızrak, M. A., & Bolat, B. (2019). Uçak Motoru Sağlığı için Uzun-Kısa Süreli Bellek Yönetimi ile Öngörücü Bakım. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 103-109.
- Knezevic, J. (1994). Determination of Operations/Production Downtime for Group Replacement Maintenance Policy. *International Journal of Operations&Production Management*, 18-26.
- Koçel, T. (2011). *İşletme Yöneticiliği*. İstanbul: BETA Yayıncılık.
- Kutucuoğlu, K. Y., Hamali, J., Irani, Z., & Sharp, J. M. (2001). A framework for managing maintenance using performance measurement systems. *International Journal of Operations&Production Management*, 173-194.
- Labib, A. W. (1998). World-class maintenance using a computerised maintenance management system. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 66-75.
- Labib, A. W. (2004). A decision analysis model for maintenance policy selection using a CMMS. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 191-202.
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2012). *Management Information Systems Managing the Digital Firm*. New York: Pearson.
- Liu, F., He, Y., Zhao, Y., Zhang, A., & Zhou, D. (2019). Risk-Oriented Product Assembly System Health Modeling and Predictive Maintenance Strategy. *Sensors*, 1-19.
- Lopes, I., Senra, P., Vilarinho, S., Sá, V., Teixeira, C., Lopes, J., et al. (2016). Requirements specification of a computerized maintenance management-a case study. *Procedia CIRP*, 268-273.
- Magalhães, R. (2004). The Holistic Approach to Information Systems Implementation. *Comunicação à 5ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, Lisboa, 2004* (s. 1-11). Lisbon: Comunicação à 5ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, Lisboa, 2004.
- Majeed Ali, A. A. (2007). Application of Computerized Maintenance Management System In Industry. *Proceedings of the 37th International Conferenece on Computers and Industrial Engineering* (s. 984-995). Alexandria: H.M. Elwany, A.B. Eltawil.

- Mani, D., Barua, A., & Whinston, A. (2010). An empirical analysis of the impact of information capabilities design on business process outsourcing performance. *MIS Quarterly*, 39-62.
- Marquez, A. C., & Gupta, J. N. (2006). Contemporary maintenance management: process, framework and supporting pillars. *Omega The international journal of management science*, 313-326.
- Mathews, I., Mathews, E. H., van Laar, J. H., Hamer, W., & Kleingeld, M. (2020). A simulation-based prediction model for coal-fired power plant condenser maintenance. *Applied Thermal Engineering*, 1-10.
- Mobley, R. K. (2002). *An Introduction to Predictive Maintenance*. USA: Elsevier Science.
- Mobley, R. K. (2004). *Maintenance Fundamentals Second Edition*. Burlington: Elsevier Butterworth–Heinemann.
- Montero Jimenez, J. J., Schwartz, S., Vingerhoeds, R., Grabot, B., & Salaün, M. (2020). Towards multi-model approaches to predictive maintenance: A systematic literature survey on diagnostics and prognostics. *Journal of Manufacturing Systems*, 539-557.
- Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance*. Oxford: Reed Educational and Professional Publishing Ltd.
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2010). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 1-8.
- Mungani, D. S., & Visser, J. K. (2013). Maintenance Approaches for Different Production Methods. *South African Journal of Industrial Engineering*, 1-13.
- Muyingo, H. (2009). *Property Maintenance*. Stockholm: Tryck och Media.
- Naughton, M. D., & Tiernan, P. (2012). Individualising maintenance management: a proposed framework and case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 267-281.
- Olalere, I. O., & Dewa, M. (2018). Early Fault Detection of Elevators Using Remote Condition Monitoring Through IOT Technology. *South African Journal of Industrial Engineering*, 17-32.
- Organization, I. S. (2006). ISO 14224:2006. *ISO 14224:2006*. Cenova, Îsviçre: International Standards Organization.

- Pintelon, L. M., & Gelders, L. F. (1992). Maintenance Management Decision Making. *European Journal of Operational Research*, 301-317.
- Pintelon, L., & Parodi-Herz, A. (2008). Maintenance: An Evolutionary Perspective. L. Pintelon, & A. Parodi-Herz içinde, *System Maintenance Handbook, (Series in Reliability Engineering)* (s. 21-48). London: Springer-Verlag.
- Presser, S., Couper, M. P., Lessler, J. T., Martin, E., Martin, J., Rothgeb, J. M., et al. (2004). Methods for Testing and Evaluating Survey Questions . *Public Opinion Quarterly*, 109130.
- Pwc, & Mainnovation. (2017). *Predictive Miantenance 4.0 Predict the unpredictable*. Pwc; Mainnovation;.
- Rastegari, A., & Mobin, M. (2016). Maintenance Decision Making, Supported By Computerized Maintenance Management System. *IEEE*, 1-8.
- Rousopoulou, V., Nizamis, A., Vafeiadis, T., Ioannidis, D., & Tzovaras, D. (2020). Predictive Maintenance for Injection Moulding Machines enabled by Cognitive Analytics for Industry 4.0. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 1-12.
- Salonen, A. (2011). *Strategic Maintenance Development in Manufacturing Industry*. Västerås: Mälardalen University.
- Salonen, A. (2012). Strategic Maintenance Improvement: Driving Forces and Obstacles. *Proceedings of the 5th World Congress on Engineering Asset Management* (s. 789-800). Brisbane: Springer .
- Seecharan, T., Labib, A., & Jardine, A. (2018). Maintenance strategies: Decision Making Grid vs.Jack- Knife Diagram. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 61-78.
- Shafiee, M., & Sørensen, J. D. (2017). Maintenance optimization and inspection planning of wind energy assets: Models, methods and strategies. *Reliability Engineering and System Safety*, 1-19.
- Simoës, J. M., Gomes, C. F., & Yasin, M. M. (2011). A literature review of maintenance performance measurement A conceptual framework and directions for future research. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 116-137.
- Standardization, E. C. (2007, February 10). Maintenance-Maintenance Key Performance Indicators. *British Standart BS EN 15341:2007*. Brussels, United Kingdom: BSI.

- Standardization, E. C. (2010, November 30). 2010. *BS EN 13306:2010*. Brussels, England: British Standards Institution.
- Swanson, L. (1999). The Impact of new production technologies on the maintenance function : An empirical study. *International Journal of Production Research*, 849-869.
- Swanson, L. (1997). Computerized Maintenance Management Systems : A Study of System Design and Use. *Production and Inventory Management Journal*, 11-15.
- Swanson, L. (2001). Linking maintenance strategies to performance. *International journal of production economics*, 237-244.
- Swanson, L. (2003). An information processing model of maintenance management. *International Journal of Production Economics*, 45-64.
- Tran Anh, D., Dabrowski, K., & Skrzypek, K. (2018). The predictive maintenance concept in maintenance department of the "Industry 4.0" production enterprise. *Foundations of Management*, 283-291.
- Üçüncü, K. (2017). *Bakım Yönetimi* . Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi .
- Ünal, G. (2009, Ocak). Güvenilirlik Merkezli Bakım ve Bir Endüstriyel Uygulama. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul, Türkiye: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Velamuri, R. S., & Dhingra, T. (2014). Maintenance strategy selection and its impact in maintenance function: A conceptual framework. *International Journal of Operations & Production Management*, 1622-1661.
- Vineyard, M., Amoako-Gyampah, K., & Meredith, J. R. (2000). An evaluation of maintenance policies for flexible manufacturing systems: A Case study. *International Journal of Operations*, 409-426.
- Waeyenbergh, G., & Pintelon, L. (2002). A framework for maintenance concept development. *International journal of production economics*, 299-313.
- Wienker, M., Henderson, K., & Volkerts, J. (2016). The Computerized Maintenance Management System An Essential Tool for World Class Maintenance. *Procedia Engineering*, 413-420.
- Wijesinghe, D., & Mallawarachchi, H. (2019). A systematic approach for maintenance performance measurement Apparel Industry in Sri Lanka. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 41-53.

- Wilmeth, P. E., & Randall, G. (2000). Evaluating A Reliability Centered Maintenance Program For Substation Equipment At New Century Energies. *Engineering Management Journal*, 1-11.
- Zhou, K. Z., Li, J. J., Zhou, N., & Su, C. (2008). Market Orientation, Job Satisfaction, Product Quality, And Firm Performance: Evidence From China. *Strategic Management Journal*, 985-1000.
- Zhu, G., Gelders, L., & Pintelon, L. (2002). Object/objective-oriented maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Management*, 306-318.
- Zonta, T., André da Costa, C., da Rosa Righi, R., José de Lima, M., da Trindade, E. S., & Pyng Li, G. (2020). Predictive maintenance in the Industry 4.0: A systematic literature review. *Computers&Industrial Engineering*, 1-17.