

**M7 MODEL BANKNOT İŞLEME SİSTEMLERİ BAKIM
YÖNETİMİNDE TOPLAM VERİMLİ BAKIM YAKLAŞIMI**

Erhan İNCİR

Uzmanlık Tezi

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
Emisyon Genel Müdürlüğü
Ankara, Mayıs 2025

**M7 MODEL BANKNOT İŞLEME SİSTEMLERİ BAKIM
YÖNETİMİNDE TOPLAM VERİMLİ BAKIM YAKLAŞIMI**

Erhan İNCİR

Danışman

Doç. Dr. İbrahim Sina KUSEYRİ

Uzmanlık Tezi

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
Emisyon Genel Müdürlüğü
Ankara, Mayıs 2025

**TÜRKİYE CUMHURİYET MERKEZ BANKASI
UZMANLIK TEZİ DEĞERLENDİRME TUTANAĞI**

Emisyon Genel Müdürlüğü Mühendisi (15188) Erhan İNCİR'in "M7 Model Banknot İşleme Sistemleri Bakım Yönetiminde Toplam Verimli Bakım Yaklaşımı" başlıklı tezini görüşmek üzere tez değerlendirme komisyonu 20.05.2025 tarihinde toplanmıştır.

Tez çalışması ve yapılan tez savunması sonucunda aday, komisyon üyeleri tarafından karşılarında belirtilen şekilde değerlendirilmiştir:

Komisyon Üyesi
Ad-Soyad / Unvan

Değerlendirme
(Başarılı / Başarısız)

İmza

Faruk BİLGİ
Emisyon Genel Müdür Yardımcısı

Başarılı



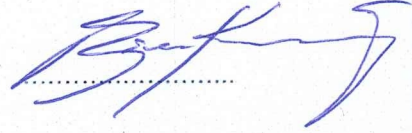
Saygın SAVRAN
Banknot Teknolojileri Müdürü

Başarılı



Doç. Dr. İbrahim Sina KUSEYRİ
Marmara Üniversitesi,
Makine Mühendisliği Bölümü
Öğretim Üyesi

Başarılı



ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanması sürecinde görüşleri ve destekleriyle katkıda bulunan tez danışmanım Marmara Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Sina Kuseyri'ye, yöneticilerim Emisyon Genel Müdür Yardımcısı Faruk Bilgi'ye, Banknot Teknolojileri Müdürü Saygın Savran'a, birim çalışma arkadaşlarımdan tümüne ve desteklerini her zaman yanımda hissettiğim aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLO LİSTESİ.....	iv
GRAFİK LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	x
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

BAKIM KAVRAMI VE BAKIM TÜRLERİ	3
1.1. Bakım Türleri ve Bakım Sistemi.....	3
1.1.1. Kestirimci Bakım.....	6
1.1.2. Otonom Bakım	8
1.2. Bakım Yönetimi Sistemleri ve Tarihsel Gelişimi	9
1.2.1. Reaktif (Düzeltilici) Bakım Dönemi	10
1.2.2. Önleyici Bakım dönemi.....	11
1.2.3. Üretken (Verimli) Bakım Dönemi	12
1.2.4. Toplam Verimli Bakım (TVB) Dönemi.....	12

İKİNCİ BÖLÜM

TOPLAM VERİMLİ BAKIM.....	14
2.1. Toplam Verimli Bakım Sisteminin Hedefleri.....	18
2.2. Toplam Verimli Bakım Kapsamında Faaliyetler	20
2.3. Toplam Verimli Bakım ve Güvenilirlik.....	22
2.4. Toplam Verimli Bakım ve Toplam Ekipman Etkinliği	24
2.5. Toplam Verimli Bakım Organizasyon Yapısı.....	25

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TCMB M7 MODEL BANKNOT İŞLEME SİSTEMLERİ VE BAKIM YÖNETİMİ.....	27
3.1. M7 Makinesi: Kapasite ve Verimlilik Ölçümü	31

3.2. Banknot İşleme Sistemleri Servis Modelleri.....	35
3.3. Banknot İşleme Sistemleri Envanter Yönetimi.....	38

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
KAYNAKÇA	48

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Bakım Tipleri (Planlanmaya Göre)	5
Tablo 2.1. TVB Geliştirme aşamaları	17
Tablo 3.1. Tahsilat - Kapasite Oranları	31
Tablo 3.2. M7 Sistemleri İşletim Verileri (2024 4. Çeyrek Dönemi)	33
Tablo 3.3. Şubelere Göre Sistem ve Mühendis Sayıları.....	37

GRAFİK LİSTESİ

Sayfa No

Grafik 3.2. 33 Bn/s sistemlerin 2024 4. Çeyrek Dönemi Saatlik Ortalama Performansları	29
Grafik 3.3. 22 Bn/s Sistemlerin 2024 4. Çeyrek Dönemi Saatlik Ortalama Performansları	30

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Bakım Türleri	4
Şekil 2.2. Toplam Verimli Bakım Modeli	15
Şekil 3.1. BPS M7 Makinesi	27
Şekil 4.1. Öneri Servis Modeli	40
Şekil 4.2. GMB Akış Şeması	41

KISALTMA LİSTESİ

BİS	: Banknot İşleme Sistemi
CEN	: The European Committee for Standardization (Avrupa Standartlaştırma Komisyonu)
CMMS	: Computerized Maintenance Management Systems (Bilgisayarlı Bakım Yönetim Sistemi)
DIN	: Deutsches Institut für Normung (Alman Standardizasyon Enstitüsü)
EGM	: Emisyon Genel Müdürlüğü
FMECA	: Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis (Hata Modları, Etkileri ve Kritiklik Analizi)
GMB	: Güvenilirlik Merkezli Bakım
JIPE	: Japanese Institute of Plant Engineers (Japon İşletme Mühendisleri Enstitüsü)
MTBF	: Mean Time Between Failures (Arızalar Arası Ortalama Süre)
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TEE	: Toplam Ekipman Etkinliği
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TVB	: Toplam Verimli Bakım

ÖZET

Teknolojinin gelişimiyle otomasyon seviyesinde görülen artış, üretimde görevlendirilen insan kaynağına olan bağımlılığı azaltsa da artık daha karmaşık hale gelen ekipmanların beklenen performansta çalışmalarının sürdürülmesi önemli bir endişe haline gelmiştir. Bu endişeyle üretim ve hizmette kullanılan her türlü araç, gereç ve ekipmanın yüksek verimle çalışmalarını sağlamak amacıyla endüstrileşmenin ilk dönemlerinden itibaren bir takım idari ve teknik faaliyetler yürütülmektedir. Bu faaliyetler bakım olarak tanımlanmaktadır. Yöntemleri zamanın ihtiyaçlarına göre değişerek gelişen bakım faaliyetleri, her ekipman ve işletme özelinde farklılık göstermektedir. Bankamızda da Türk lirası banknotların basımı, dağıtımı ve banknot işleme faaliyetleri işlemlerinde kullanılan yüksek teknolojlili araç ve ekipmanların verimliliklerini teminen bakım faaliyetleri yürütülmektedir.

Bu çalışmanın odak noktasına, Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası banknot işleme faaliyetlerinin yürütülmesinde kullanılan M7 model banknot işleme sistemi ekipmanları özelinde yürütülen bakım faaliyetleri esas alınmıştır. Şube vezne servisi çalışanları tarafından kullanılan 86 adet M7 model banknot işleme sisteminin etkinliğinin artırılması ve toplam verimli bakım felsefesinde tanımlanan kayıpların azaltılması hedefiyle gerçekleştirilmesi öngörülen faaliyetlere yer verilmiştir. Belirtilen sistemlerin etkin kullanımı teminen; oluşan arızaların doğru tespit edilmeleri ve onarım sürelerinin kısaltılması, performans düşüşüne bağlı kayıpların azaltılması ve ekipman etkinliğinin artırılması hedefiyle toplam verimli bakım yönetimi yaklaşımının kullanıldığı bir bakım yönetim sistemi önerilmektedir. Belirtilen bakım yönetim yaklaşımıyla, sistemlerin işletiminde görevlendirilen çalışanlar arasından istekli ve yetenekli olanlar öncelikli olarak iyileştirme takımları oluşturulması planlanmaktadır. İyileştirme takımları tarafından yürütülecek otonom bakım ve sürekli iyileştirme faaliyetlerinin şubelerimizde en yoğun

operasyonun yürütüldüğü vezne servislerinde toplam ekipman ve insan etkinliğinin artırılabilceğı düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: Toplam Verimli Bakım, Banknot İşleme sistemi, BPS M7, Organizasyon, Bakım Yönetimi

ABSTRACT

Although the increase in automation levels with the development of technology has reduced the dependency on human resources assigned to production, maintaining the expected performance of equipment that is becoming more and more complex every day has become an important concern. With this concern, a number of administrative and technical activities have been carried out since the early periods of industrialization in order to ensure that all kinds of tools, equipment and equipment used in production and service operate with high efficiency. These activities are defined as maintenance. Maintenance activities, the methods of which change according to the needs of the time, differ for each equipment and business. Maintenance activities are also carried out in the Central Bank of the Republic of Türkiye to ensure the efficiency of high-tech tools and equipment used in the printing, distribution and processing activities of lira banknotes. The focus of this study is based on the maintenance activities carried out specifically for the M7 model banknote processing system equipment used in the execution of banknote processing activities of the Central Bank of the Republic of Türkiye. Activities planned to be carried out with the aim of increasing the efficiency of the 86 M7 model banknote processing systems used by branch cashier service employees and reducing the losses defined in the total efficient maintenance philosophy are included. In order to ensure the efficient use of the specified systems; A maintenance management system is proposed using a total efficient maintenance management approach with the aim of correctly detecting the faults, shortening the repair times, reducing the losses due to performance decrease and increasing the equipment efficiency. With the specified maintenance management approach, it is planned to form improvement teams with the willing and talented operators of the systems. It

is thought that the autonomous maintenance and continuous improvement activities to be carried out by the improvement teams increase the total equipment and human efficiency in the cash desk services where the most intensive operations are carried out in branches.

Keywords: Total Productive Maintenance, Banknote Processing Systems, BPS M7, Organization, Maintenance Management

GİRİŞ

Teknolojinin ilerlemesi, endüstride üretim ekipmanlarının karmaşık bir hale gelmesine neden olsa da ve birim zamanda daha fazla katma değerli ürün üretilmesini sağlamaktadır. Ekipmanların tasarım hızlarında üretime devam etmelerinin önündeki en büyük engelin arıza kaynaklı duruşlar olduğunun anlaşılmasıyla; erken dönemlerde sadece arıza durumunda ekipmana müdahaleyi öngören bakım stratejileri zamanla değişerek ekipmanın cinsine, sektöre ve ürüne göre farklı idari ve teknik faaliyetlerin gerçekleştirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu sistemli idari ve teknik faaliyetlerin tamamı bakım olarak tanımlanmaktadır. Erken dönemde bakım planlaması olmaksızın arıza oluşana kadar işletilen ekipmanlar, fonksiyonlarının daha kısa zamanda bozulmasıyla ürünlerin kalitesine, teslim zamanlarına ve maliyetlere olumsuz etki oluşturmuştur. Bütün bu tarihsel gelişim süreci bakım yaklaşımlarının da çeşitlenmesini sağlamıştır. Bu yaklaşımlardan bir tanesi de bakım işlerinin sadece bakım personelleri tarafından yürütülmesini değil, kullanıcılarının kendi ekipmanlarını arıza ve hatalardan koruma, tanımlanan kayıpların azaltılmasında aktif rol oynama sorumluluğunu veren Toplam Verimli Bakım (TVB) yaklaşımıdır.

TVB ile sıfır hata, sıfır stok, sıfır kayıp, sıfır ıskarta, sıfır arıza ve sıfır iş kazası hedeflenmektedir. TVB; hazırlık, uygulama, sürekliliği sağlama olarak belirlenmiş üç aşamadan oluşur. Hazırlık safhası duyurusu yapılan yönetim kararı ile başlar. Sonrasında organizasyonel yapının oluşturulması için belirlenen hedef ve politikalar kapsamında eğitim programı hazırlanır ve TVB başlatılır. Uygulama aşamasında ekipman yönetim sisteminin kurulması ve bakım yönetim sisteminin oluşturulması yer alır. Bakım yönetim sistemiyle otonom bakım programını belirlenir ve sürekli iyileştirme gruplarının operasyon ve bakım kabiliyetlerinin geliştirilmesi için grup liderleri eğitilir. Son ve en önemli aşama sürekliliğinin sağlamasıdır.

Bu çalışmanın içeriğine konu olan “Toplam Verimli Bakım” uygulaması yaklaşımı ve servis modeli nerisinin Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) envanterinde yer alan M7 model banknot işleme sistemi makinelerinin bakım yönetimi süreçlerinde gerçekleştirilen faaliyetlere verimlilik ve etkinlik açısından katkı sağlaması hedeflenmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde, bakım tanımı ve bakım sistemlerinin gelişimi konusunda bilgiler verilmiştir. Çalışmada ele alınan sistemlerin etkin işletimine katkı sağlaması beklenen bakım türlerinden kestirimci bakım ve toplam verimli bakımın önemli faaliyetlerinden olan otonom bakıma yer verilmiştir.

Çalışmanın ikinci blmde, toplam verimli bakımın hedefleri ve faaliyetlerinden bahsedilmiştir. Toplam verimli bakımın önemli hedeflerinden olan ekipman etkinliğinin bileşenleri ve toplam verimli bakım organizasyonu hakkında bilgiler yer almaktadır.

nc ve dördüncü blmlerde, M7 model sistemlerin performans değerlendirme ltleri ve mevcut servis modeli ve ekipman etkinliğinin en önemi göstergelerinden olan saatlik ortalama işlenen paket sayısı verileri değerlendirilerek sistemlerin tasarım hızına en yakın performansta işletilmeleri için var olan servis modeline toplam verimli bakım yaklaşımı göz önüne alınarak bir düzenleme önerisinde bulunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

BAKIM KAVRAMI VE BAKIM TÜRLERİ

Bakım; fonksiyonel bir sistemin (makine, teçhizat, araç, tesis, vb.) yaşam döngüsü içerisinde verimli çalışmasını teminen bir kısım teknik prosedürlerin yürütülmesiyle muayene edilmesi ve çalışma performansının istenilen düzeyde tutulması amacıyla gerçekleştirilen onarım, yenileme, yağlama ve ayarlama faaliyetlerdir (Türk Standartları Enstitüsü, 2017). Bu faaliyetler yönetsel ve teknik tedbirleri de içermektedir.

DIN 31051 standartına göre bakım dört ana grup faaliyeti içermektedir.

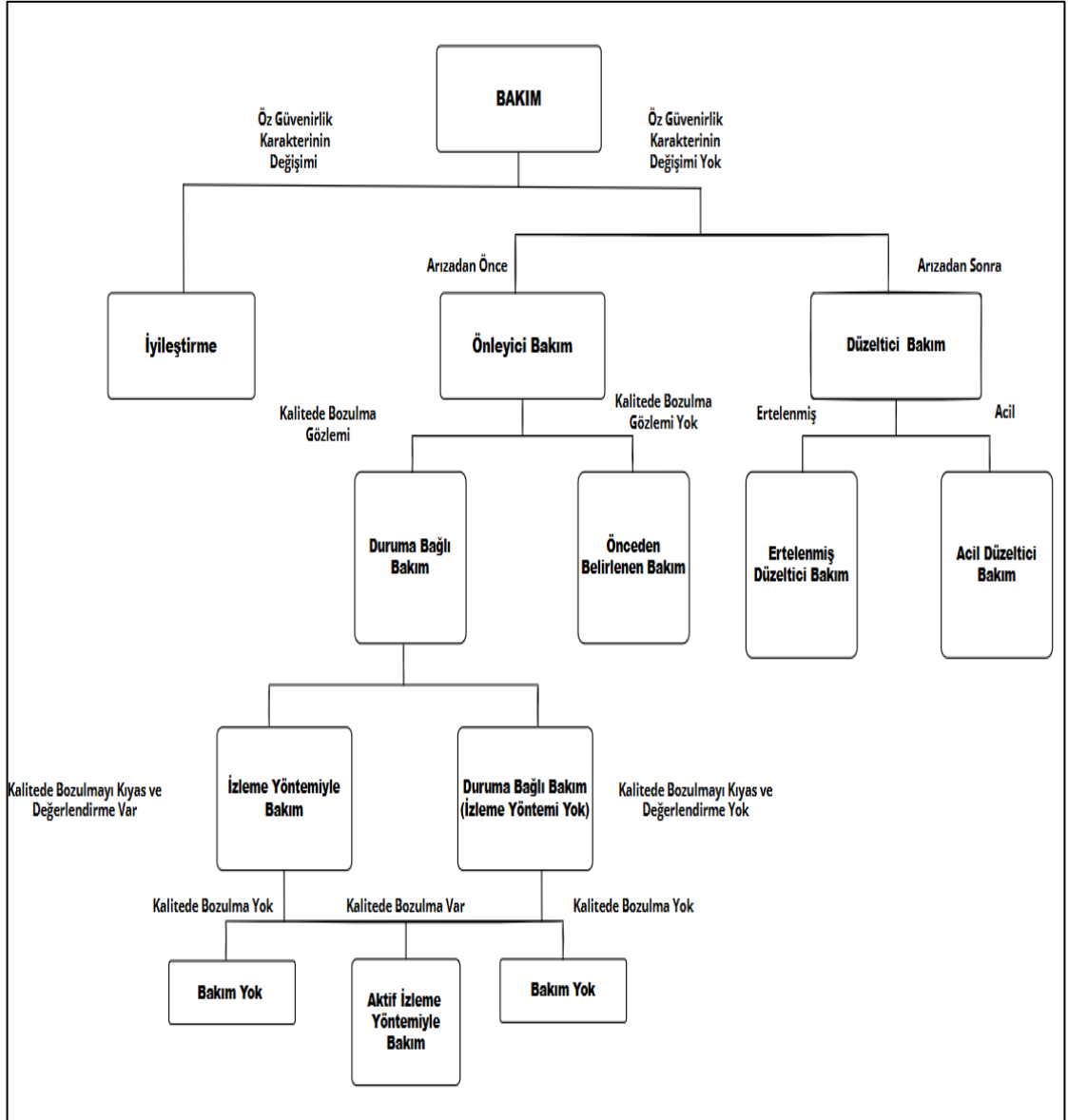
- Periyodik Bakım
- Kontrol ve Muayene
- Tamir ve Ağır Bakım
- İyileştirme

Periyodik bakım, önceden belirlenmiş T zaman aralıklarında ilgili sistemin mevcut durumunu iyileştirmek amacıyla gerçekleştirilen önleyici planlı faaliyetlerdir. Mevcut durumun değerlendirilmesi kontrol ve muayene olarak tanımlanırken, tamir ve ağır bakım ise ekipmanın tekrar fonksiyonel olarak yeterli duruma getirilmesidir. İyileştirme ise sistem ana fonksiyonunda değişiklik olmaksızın yapılan değişiklik ile güvenilir, bakım yapılabilir ve emniyetli bir hale getirilmesi için alınan idari, yönetsel ve teknik tedbirlerin tümünü kapsamaktadır (DIN, 2019).

1.1. Bakım Türleri ve Bakım Sistemi

Bakım türleri CEN (European Committee for Standardization) tarafından yayınlanan EN 13306:2017 Bakım – Terimler ve Tarifler standartında yer aldığı şekliyle aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Şekil 1.1). İlgili standart ile bakım terimleri hakkında genel tanımlamalara yer verilerek üye ülkelerde ortak bir dilin oluşmasını hedeflenmiştir. Ülkemizin de

üye ülkelerden birisi olması sebebiyle standartın en güncel hali Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından TSE EN 13306:2017 olarak yayınlanmıştır.



Şekil 1.1: Bakım Türleri

Kaynak: Türk Standartları Enstitüsü, 2017

Yukarıdaki şekilde yer aldığı üzere bakım tiplerinin sınıflandırılmasında en büyük etken arıza durumuna verilen tepkidir. Arıza, ekipmanın faal durumda olmasını, fonksiyonlarını yerine getirmesini engelleyen ve tekrar çalışır hale gelmesi için zorunlu müdahaleyi gerektiren bir durumdur ve ne zaman gerçekleşeceği bilinemez (TSE, 2017). Bakım türleri arasındaki en temel ayrım arıza olayının gerçekleşip gerçekleşmediği

durumlarına verilen tepkiden kaynaklanmaktadır. Arıza gerçekleşikten sonra ekipmanın tekrar faal duruma gelmesi için yapılan çalışma düzeltici bakımdır. Arıza, ekipmanın kritik bir fonksiyonu ya da alt bileşeneni etkilemediği düşünülüyorsa gereken düzeltici eylemin ertelenmesine karar verilebilir. Bu açıdan ilgili bakım türü ertelenmiş düzeltici bakım olarak adlandırılmaktadır.

Önleyici bakım, ekipmanın ömrünü uzatmak ve planlanmamış bakımın etkilerini azaltmak için yapılan çalışmalardır. Koruyucu ve kestirimci (izleme yöntemiyle) bakım olmak üzere 2 şarta bağlıdır. Kestirimci bakım; ölçüm, veri toplama ve analiz sonucu verilerin analiziyle arıza olasılığının öngörülerek arıza oluşmadan önce gerçekleştirilen müdahaledir. Kestirimci bakım motivasyonları ekipmanın kritiklik seviyesi, ekipmanın kullanıldığı sektörün duruşa izin vermemesi, ekipmanın arıza durumunda insan ve çevre emniyetinin tehlikeye düşmesi endişeleri olabilir. Koruyucu bakım ise yağlama, yenileme ve revize etme işlerini içeren faaliyetlerdir (Kenne ve diğerleri, 2008). İyileştirme, ekipmanın güvenilirliğinin artırılması amacıyla yapılan revizyonlardır. Bakım tipleri planlama açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki şekilde çeşitlendirilmektedir (Tablo 1.1).

TABLO 1.1 BAKIM TİPLERİ (PLANLAMAYA GÖRE)

Planlanmamış Bakım	Arıza öncesi ya da arıza tespitinden hemen sonra	Fırsatçı Bakım (önleyici ya da ertelenmiş düzeltici)
	Arıza tespitinden hemen sonra	Acil düzeltici Bakım
Planlanmış	Düzeltilici Bakım	Ertelenmiş düzeltici bakım
	Gözleme dayalı önleyici bakım	Duruma bağlı bakım
	Gözlem olmaksızın önleyici bakım	Önceden karar verilmiş bakım

Kaynak: Türk Standartları Enstitüsü, 2017

Bakım türleri, ilgili standartın 2017 versiyonuna göre 3 ana başlıkta

toplanmıştır. Düzeltici Bakım, meydana gelmiş bir arızayı gidermek amacıyla gerçekleştirilir. Duruma göre acil olan ya da ertelenebilecek müdahalelerdir. Bakıma konu olan ekipmana arıza oluşana kadar müdahale edilmediği ve arıza oluşumu sonrası ise başarının müdahale gerçekleştiren kişinin bilgi ve becerisi ölçüsünde sınırlı olduğu bir yaklaşımdır. Önleyici Bakım, önceden belirlenmiş aralıklarla tanımlanan ölçütlere uygun olarak gerçekleştirilen bakımdır. Aralıklar çoğunlukla sistem üreticileri tarafından tanımlanmaktadır (Liu ve diğerleri, 2007). Genellikle bir üretim hacmine ulaşıldığında ya da çalışma saati esas alınır. Arıza kayıtları ve genel performans durumu bakım zamanlarının ötelenmesi ya da öne alınmasında kullanılabilir. Önleyici bakım, sistemin duruma bağlı olarak yapılan incelemelerle ya da önceden edinilen tecrübelerin ışığında gerçekleştirilen müdahalelerdir. Önleyici bakım ayrıca bir durum referans olarak, önceden karar verilmiş periyodik aralıklarla ya da kestirimci bir yaklaşımla gerçekleştirilebilir.

TS EN 13306:2017 standardına göre önleyici bakım: “Önceden belirlenmiş aralıklarda veya öngörülen kriterlere göre gerçekleştirilir ve bir ürünün işleyişinin bozulmasını engellemek veya bozulma olasılığını azaltmak amacıyla yapılır” şeklinde tanımlanmaktadır. Bakım faaliyetlerinin ana hedefleri var olan kısıtlar ve hedefler ışığında ekipmanların ömrünü uzatmak ve performanslarını artırmak, arıza süre ve maliyetlerini düşürmek, ekipmanın çalıştığı dönem boyunca insanlar ve çevre için emniyetli bir operasyon yürütülmesini sağlamaktır. Üretimin kabiliyet ve hacimlerinin artması da arıza ve bakım faaliyetlerinin önemini artırmıştır (Kobu, 1996).

Bu bölümde, ilgili standartlarda yer aldığı şekliyle bakım tipleri hakkında bilgiler verilmiştir. Devam eden iki başlıkta, bakım türlerinden birisi olan kestirimci bakım ve bu çalışmada önerilen bakım yaklaşımının önemli faaliyetlerinden birisi olan otonom bakım türü hakkında bilgiler yer almaktadır.

1.1.1. Kestirimci Bakım

Kestirimci bakım, bir önleyici bakım tipi olarak arıza oluşmadan önce arıza riskini tespit etmek ya da makinenin mevcut durumunun analiz edilmesi amacıyla hedef ekipmandan toplanan verilerin (sıcaklık, titreşim, yağ kalitesi,

voltaj, gürültü, basınç, hız vb.) işlenmesiyle gerçekleştirilen faaliyetlerdir (Zhou ve diğerleri, 2007). İlerleyen teknoloji ile özellikle hava – uzay, nükleer güç endüstrisi gibi karmaşıklığı yüksek ekipmanların kullanıldığı alanlarda, ekipmanların operasyon dışında kalmalarının yaratacağı personel ve maddi kayıpların azaltılması amacıyla ilgili sistem operasyonlarının izlenmesi ve alınan bilgilerle arıza oluşmadan müdahale edilmesi prensibini uygulayan bir bakım sistemidir.

Kestirimci Bakımın 4 aşaması bulunmaktadır:

- Ölçme ve Kontrol: Ekipmanın güncel durumunun izlenmesi için gerçekleştirilir.
- Analiz ve Değerlendirme: Ölçülen değerlerin olması gereken değerlerle karşılaştırdığı aşamadır.
- Bakım Planlama: Belirlenen arızanın giderilmesi ya da arıza olasılığı tahmini yapılması sonrasında gerçekleştirilecek müdahalenin kaynak planlamasının yapılmasıdır.
- Bakım-Onarım: Bakım ve onarım faaliyetlerinin belirlenen tarihlerde gerçekleştirilmesi sağlanarak üretimin planlı duruşu sağlanır.

Kestirimci bakım prensibinde izleme ve veri toplama için bazı teknikler uygulanmaktadır. Literatürde yer almış bu teknikler sıcaklık izleme, yağ analizi, metal parçacıkların elden geçirilmesi, gürültü izleme, titreşim analizi vb. yöntemleri içermektedir ve maliyeti yüksek cihazlar ile eğitilmiş personel kullanımını gerektirmektedir (Davies, 2013).

Kestirimci bakım her ne kadar periyodik bakımlar ile aynı sınıfta değerlendiriliyor olsa da kesin bir periyodu bulunmamaktadır. Modern izleme ve analiz teknikleri kullanarak ekipman izlenir ve yakın bir arızaya neden olabilecek kötüleşme sinyallerini teşhis etmeye çalışılır. Kestirimci bakım diğer bakım yöntemlerine göre daha uzun çalışma ömrü sağlasa da arıza teşhisi için gerekli altyapı yatırımı ve personel eğitimi maliyetleri diğer bakım stratejilerine göre daha fazladır. Ayrıca kestirimci bakımın etkinliği izlenecek verilerin belirlenmesi, ölçüm aralıklarına karar verilmesi ve arızayı tetikleyecek eşik

değerlerinin seviyeleriyle doğrudan ilişkili olduğundan bu değişkenlerin özenle seçilmeleri gerekmektedir.

1.1.2. Otonom Bakım

Otonom Bakım, bağımsız bakım anlamına gelmektedir. Üretim ekipmanlarının bakımlarının sadece bakım departmanı ile ilişkili olduğunu savunan geleneksel yaklaşımın aksine TVB, üretim tezgah ve teçhizatlarında arızaların ve hataları sıfır yaklaştırmayı hedefiyle operatörlere ekipman iyileştirme faaliyetleri sorumluluğu tanımlamaktadır. Bu kapsamda otonom bakım prensibine yer verilmektedir. Otonom bakım operatörlerin kendi ekipmanlarının bakımında rol aldıkları bir bakım yöntemidir ve bakım yönetim sistemi ekibi tarafından tanımlanan aşağıdaki faaliyetleri içermektedir (Karamanlı, 2003).

- Günlük kontroller
- Yağlama
- Parça Değişimi
- Basit onarımlar
- Raporlama

Otonom bakımda operatörler bir grup lideri etrafında örgütlenirler. Grup lideri kendisine eğitim verilen ve grubun üyelerine bakım yönetim sisteminde gelen bilgiler doğrultusunda liderlik ederek ekip çalışması gerçekleştiren kişidir. Bu yönüyle TVB sisteminin kademeli bir eğitim prensibi uyguladığı anlaşılmaktadır. Otonom bakımda operatörlerden beklentiler yedi seviyede toplanmıştır. İlk üç seviyede temizlik, yağlama ve makinenin günlük çalışması için gerekli olan koşulların sağlanması yer alır. Dördüncü ve beşinci seviyede ek olarak genel kontrol standartlarını eklerken (eksik ya da gevşemiş civata kontrolleri, yağ kaçağı tespiti, kayış gerginliklerinin ölçülmesi, hava basıncı kontrolü, ortam koşullarını ayarlamak), altıncı ve yedinci seviyelerde tertip düzen ve organizasyon prensipleri ile tam otonom bakım kapsamında yapılacak iş planları tanımlanmaktadır (Karabulut, 1999). Otonom bakımın önemli amaçlarından bir tanesi ise sistemlerde performans sürekliliğini sağlamak, ileri seviye bakımlarda yürütülecek iyileştirme faaliyetlerine serbest

zaman kazandırmaktır. Eğitimler ile operatörlerin bu yedi seviyede ilerleme göstermelerini sağlamak TVB sisteminin amaçlarından bir tanesidir. Otonom bakımın etkinliğini artıran operatör yetenekleri:

- Ekipman çalışmasında normal ve olağandışı durumları ayırt edebilir.
- Kurallara ve müdahale konusunda koyulan sınırlara uyar.
- Anormal duruma karşı uygun tepki üretir.
- Ekipman arızasını bulabilir ve gerekli müdahaleyi yapabilir.
- Onarım bilgisine sahiptir.

olarak belirtilmiştir (Bamper ve diğerleri, 1999).

Otonom bakım, operatör ve bakım personelinin iş birliğini gerektirmektedir. Operatörler ekipmanın çalışmasında fark edilen anormal durumları tespit ve takip ederek bakım ekibine bildirirler. Operatörlerden beklenen üç ana faaliyet: ekipmanın kötüye gidişini önlemek, kötüye gidişi ölçmek ve kötüye gidişi yok etmektir. Kötüye gidişi önleme faaliyetlerinin konusu ekipmanın uygun işletimi, basit prensiplerin takip edilmesi (temizlik, yağlama, ayar vb.), arızaların kayıt altına alınması ve iyileştirme çalışmalarında yer alınmasını içermektedir. Kötüye gidişi yok etme faaliyetleri ise bakım yönetim sistemi tarafından oluşturulan kontrol noktalarının muayenesi sonucu küçük parça değişimleri ile arızanın bertaraf edilmesi yahut çabuk ve uygun şekilde ilgili ekibe raporlanması anlamına gelmektedir (Tajiri ve diğerleri, 1992).

1.2. Bakım Yönetimi Sistemleri ve Tarihsel Gelişimi

Bakım yönetimi; bakım ihtiyaçları, hedefleri, stratejileri, sorumlulukları ve uygulamalarının belirlenmesi sonrasında planlama, kontrol ve bakım iyileştirme faaliyetlerinin yerine getirilmesidir. Bakım yönetim sisteminin hedefleri ise, kaynakların (insan, makine, bütçe, yedek parça) verimli kullanılmasını sağlamak ve bakım işinin etkinliğini artırarak arıza sayılarını sifıra yaklaştırmaktır (Moubray, 2001). Bakım yönetimi sistemi tarafından koyulan bakım hedefleri: erişilebilirlik oranı, maliyet azaltma, ürün kalitesi

artırılması, çevresel koruma, emniyet ve varlıkların değerinin korunması olabilir.

Bakım yönetimi sistemi bakıma ihtiyaç duyulan ekipmanlarda uygun bakım yöntemi kararının verilmesi, ilgili kaynakların organizasyonu ve faaliyetlerin gerçekleştirilmesi süreçlerini içeren politikalar. Bu politikalar aşağıdaki faaliyetleri içerebilir:

- Geniş bir bakım ekibi ve araç gereçleri hazır bulundurmak
- Koruyucu bakıma ağırlık vermek
- Yedek üretim kapasitesi bulundurmak
- İş istasyonları arasında yarı ürün stokları bulundurmak
- Bakım hizmeti satın almak

Bakım sistemlerin tarihsel gelişimi incelendiğinde endüstrinin gelişimiyle karmaşıklaşan üretim sistemleri ve artan karlılık hedefinin makinelerin verimli kullanımını gerektirmesiyle bakım faaliyetlerine yaklaşımı da zaman içerisinde değişime uğrattığı anlaşılmaktadır (Poor ve diğerleri, 2019). Ayrıca bakım faaliyetlerinin zamanı, kalitesi ve maliyetlerinin optimizasyonu hedefleri de uygulamaların farklılaşmasına sebep olmuştur. Bu başlıkta literatürde dört ana dönemde incelenen bakım yaklaşımları hakkında bilgiler verilmiştir.

1.2.1. Reaktif (Düzeltilici) Bakım Dönemi

Ekipman arızalarının önlenmesinin bir endişe olmadığı, müdahalenin arıza meydana gelene kadar ertelendiği (run to failure) dönemdir. Bu dönemde endüstride bulunan ekipmanlar basit tasarımlı ve otomasyon açısından ileri bir seviyede olmadıklarından duruş süreleri önemsenmemiş ve tamir işlerinin yürütülmesi için bir uzmana ihtiyaç duyulmamıştır. Çoğunlukla basit temizlik ve yağlama işlerini içeren bakım çalışmaları yürütülmüştür. Düzeltilici bakım yaklaşımı ekipmanlar, sistemler ve alt bileşenlerin hepsinde arıza olasılığının eşit olduğunu kabul varsaymaktadır. Ekipmanların ilk yıllarında sifıra yakın olan arıza sayısı; ilerleyen zamanlarda üretimin tehlikeye girmesine neden olacak şekilde artarak nihayetinde insan, malzeme, karlılık ve müşteri

memnuniyeti kaybına neden olmuştur. Bu dönem bakım maliyeti açısından incelendiğinde bakım işleri için bir insan ve yedek parça kaynağı ayrılmadığından başlangıçta sıfır bütçe ve plan ayrılan bakım işleri; arıza onarımları, can ve mal kayıpları gibi maddi ve manevi büyük maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Sonrasında ekipman arızalarının azaltılması endişesiyle planlı duruş zamanları oluşturularak bakım çalışmaları yürütülmüş ve önleyici bakımın temelleri atılmıştır. Günümüzde ileri seviyede kestirimci bakım yöntemleri geliştirilmiş olsa da bir sistemde oluşabilecek muhtemel bütün arızaların önceden tespit edilebilmesi mümkün olmadığından düzeltici bakım çalışmalarının en yaygın yürütülen bakım faaliyeti olduğu söylenebilir.

1.2.2. Önleyici Bakım dönemi

İkinci Dünya Savaşı döneminde azalan insan gücü ve savaş ekonomisi, ihtiyaç duyulan malzemelerin kısa zamanda ve beklenen kalitede üretilmesi endişesini beraberinde getirmiştir. Savaş döneminde azalan insan kaynağı yerini makinelere bırakmıştır. Bu durum işletmelerde otomasyonun artmasını sağlasa da üretim sürecinin artık daha karmaşık makinelere bağlı olduğu bir ortamı ortaya çıkarmıştır. Bu dönemde arıza duruşları ve tamir sürelerinde kaybedilen kaynakların önlenmesi odaklı çalışmaların yapılması gerekliliği anlaşılarak önleyici bakım uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Önleyici bakım uygulamaları çoğunlukla önceden belirlenen periyodik zaman dilimlerinde yürütülmesi planlanan rutin işler ve ekipmanın muayene edilmesi sonucunda yapılmasına karar verilen faaliyetlerden oluşmaktadır. Üretim ekipmanlarının planlı sürelerde durdurulması faydalı olsa da bir durum izleme sistemi olmadan sadece belirlenen zamanlarda muayene ve tamir çalışmalarını gerçekleştirmesinin maliyet ve etkinlik açısından verimliliği düşürdüğü anlaşılmıştır. Duruma bağlı önleyici bakım pratikleri sabit zaman aralıklarının ekipmanın verimine göre düzenlenmesiyle fazla mesai ve duruşlardan kaçınılması konusunda fayda sağlamıştır. Bu yönleriyle önleyici bakım döneminin düzeltici bakım dönemine göre verimliğe katkı sağladığı ve maliyetleri azalttığı anlaşılmaktadır.

1.2.3. Üretken (Verimli) Bakım Dönemi

İlk uygulamaları General Elektrik firmasında görülen ve sonraki dönemde Japonya’da ortaya çıkacak toplam verimli bakım prensiplerine kaynak oluşturan dönemdir. Yürütülen bakım faaliyetlerinin ayırt edici üç faktörü: bakım önleme, sürdürülebilirlik iyileştirmesi ve önleyici bakımdır. Bakım önleme, bir ekipmanın tasarımının bakıma olan ihtiyacın olabildiğince düşük olmasını sağlayacak şekilde yapılmasını ifade etmektedir. Ekipmanın hizmete alınması sonrasında performans iyileştirilmesi ve bakım yapılabilirliğin artırılması hedefiyle yapılan değişiklikler sürdürülebilirlik iyileştirilmesi olarak tanımlanmıştır. Verimli bakım dönemi üretime esas nihai tasarımın oluşması sonrasında ekipmanın öngörülen şartlar altında verimli çalışmasını sağlamak amacıyla yürütülmesi beklenen önleyici bakım çalışmalarının da dokümente edilerek kullanıcıya sağlandığı dönemdir.

1.2.4. Toplam Verimli Bakım (TVB) Dönemi

Prensipleri Japon Tesis Mühendisleri Enstitüsü (JIPE) tarafından belirlenerek 1970’lerde Japonya’da resmi olarak başlayan bir bakım yönetim sistemidir. JIPE tarafından şu şekilde tanımlanmaktadır: Toplam ekipman etkinliğinin en üst seviyeye çıkarılması amacıyla; ekipmanın üretim planlamasından başlayarak, kullanımı ve bakım süreçlerini de içine alan alanlarda bütün kademelerdeki çalışanların katılımıyla oluşturulan kapsamlı bir bakım yönetim sistemi yaklaşımıdır (Tsuchiya, 1992).

Bakım yönetim sistemleri bu bölümde ele alındığı üzere tarihsel süreçte ihtiyaçlara göre gelişim göstererek günümüzdeki halini almış ve terminoloji olarak standartlaştırılmıştır. İlgili bakım standartları ve Avrupa normuna göre EN 13306:2017 ve ülkemizde TS EN 13306:2017 olarak yayınlanmaktadır. Bir işletmenin hangi bakım yöntemini izleyeceği, tercih edilen bakım yönetimi sisteminin bir sonucu olacaktır. Planlama için önemli olan bu tercih, bağlayıcı ve kısıtlayıcı bir nitelikte olmadığından değişen ihtiyaçlara göre uygulanan politikalar değiştirilebilir.

Bu bölümde bakım kavramı ve türlerinden bahsedilerek bakım

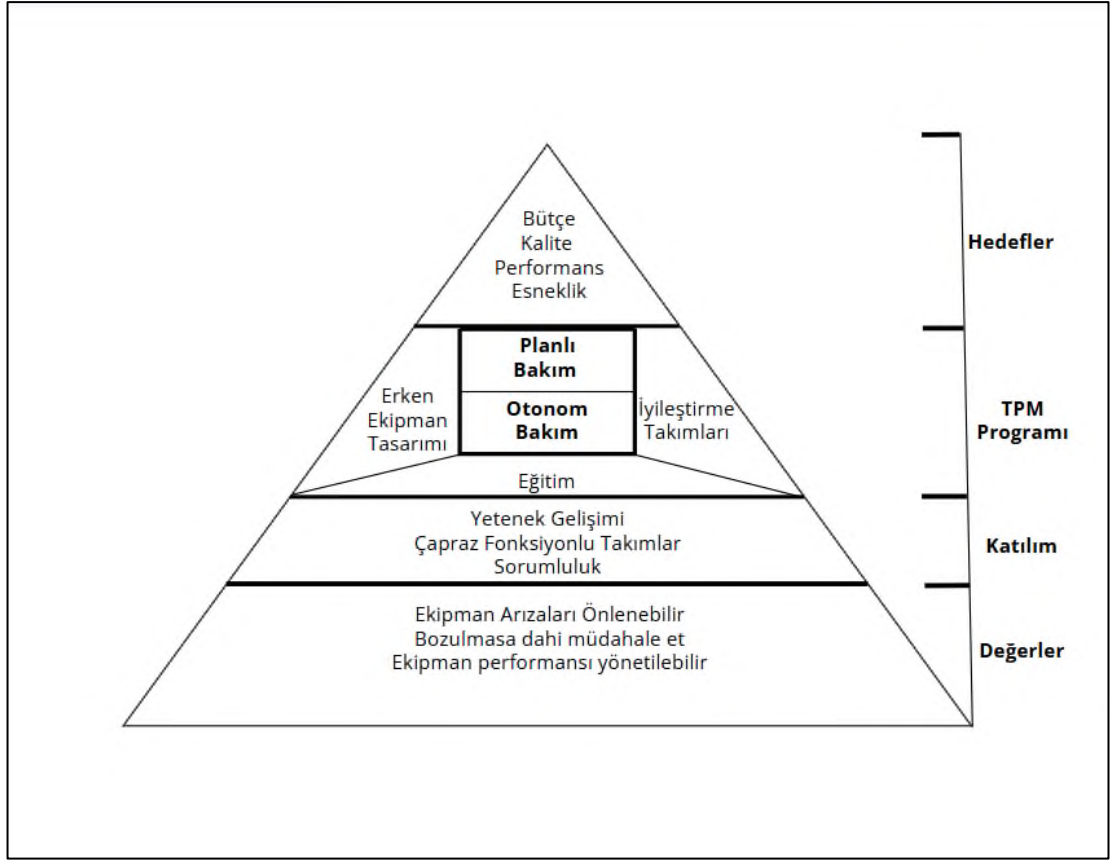
yaklaşımlarının tarihsel gelişiminde dönemler arasındaki farkları oluşturulan noktalara değinilmiştir. Bir sonraki bölümde çalışmanın odak noktası olan Toplam Verimli Bakım sistemi hakkında detaylı bilgilere yer verilecektir.

İKİNCİ BÖLÜM

TOPLAM VERİMLİ BAKIM

Toplam verimli bakım (TVB), üretim ve hizmet çıktısı sağlayan makine ve ekipmanlarda arıza ve kayıp oranlarının en aza indirilmesini hedefleyen bir bakım yaklaşımıdır. İlk örnekleri 1940'lı yıllarda Amerika'da ortaya çıkan ve iyi planlanmış önleyici bakım faaliyetlerinin üretim ekipmanlarının güvenilir ve uzun ömürlü olmasını sağladığı anlaşılan verimli bakım çalışmalarının gelişmiş bir versiyonudur. İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde üretim kabiliyetlerini geliştiren Japonya'nın, küresel rekabet gücünü artırmak hedefiyle üretimde kullanılan ekipmanların toplam etkinliklerini artırma çalışmaları toplam verimli bakım olarak adlandırılmıştır (San ve Purba, 2021). TVB ana hedefleri; ekipman arızaları ve kalite problemlerini ortadan kaldırılması, çalıştığı ekipman hakkında bilgi düzeyi yüksek operatörlerden oluşan bir üretim çevresi ve disiplinli bir işyeri oluşturmaktır.

Felsefe olarak üretimin bağlı olduğu her bileşenin (insan, makine, süreç) en iyi (verimli) durumda tutulmasıdır. Ekipmanlar için Toplam Ekipman Etkinliği (TEE) tanımlayan anlayış, işletmedeki insan kaynağının en verimli şekilde kullanılmasını da hedeflemektedir (Yurdakul ve diğerleri, 2011). TVB prensibi, tüm işletme genelinde küçük gruplar halinde iyileştirme ekiplerinin organize edilmesini gerektirerek bu ekiplerin faaliyetleri yoluyla desteklenen bir verimli bakım sistemi oluşturur. Aşağıdaki şekilde toplam verimli bakım modeli yer almaktadır (Şekil 2.1).



Şekil 2.2: Toplam Verimli Bakım Modeli

Kaynak: Kathleen ve Elliott, 1998

Toplam verimli bakım anlayışı bir felsefe olarak farklı tipte kayıplar tanımlamakta ve bu kayıpların %15'e varan üretim kayıplarına ve %10'a varan enerji kayıplarına neden olduğundan hareketle azaltılmasını hedeflemektedir (Bal, 2013). Anlayış, toplam verimli bakım faaliyetlerinde oluşturulacak sürekli iyileştirme faaliyet takımları ve bunların bir çıktısı olan ekipman iyileştirme faaliyetlerinin yöntemlerini konusunda bir çerçeve oluşturmaktadır. Takımlar ekipman ve işletim hakkında kılavuzluk ve ileri analiz yapabilen mühendisler tarafından eğitilerek desteklenirler. Müdahaleler sonrası iyi sonuçlar standartlaştırılıp haberleştirilir.

Toplam verimli bakım, işletmelerde organizasyonunun her seviyesinde görev ve sorumluluklar tanımlamaktadır. Odak noktası ise makine operasyonunda görevlendirilen çalışanların ekipman ve çalışma alanının sürekliliğine katkı sunmalarını teşvik edici bir organizasyon yaratma faaliyetidir. Operatör seviyesinde çalışanlar mümkün olduğunca basit tamirleri, performans iyileştirme çalışmalarını ve rutin bakımları yerine getirirler. Bakım

departmanı ise ileri seviye müdahaleler, eğitim ve ekipman iyileştirme konularında çalışır. Böylece çalışanlarda iş tatmini, iş çevresini sahiplenme ve gurur duygularını harekete geçirmesi yönüyle pozitif etkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir (Tsai, 1996).

Toplam verimli bakım sekiz ana aşama üzerine yapılandırılmıştır (Nakajima, 1988).

- Odaklanmış İyileştirme
- Otonom Bakım
- Kalite Bakımı
- Planlı Bakım
- Ekipman yönetimi
- Eğitim
- İş Sağlığı ve Güvenliği
- Ofislerde TVB

Bu çalışmada, önerilen bakım yönetim sisteminin oluşturulmasında en fazla katkı sağlayacağı düşünülen toplam verimli bakım faaliyetleri ele alınmıştır. Bunlardan birincisi odaklanmış iyileştirme faaliyetleridir. Sürekli iyileştirme faaliyet takımları aracılığıyla gerçekleştirilen ve plansız duruşların yok edilmesini hedefleyen çalışmalardır. Belirlenen ekipman özelinde kayıpların tanımlanması ve analiz edilmesi, hata bilgi kağıtlarının yorumlanması ve ekipmanın tarihçesinin de ele alındığı bir durum analizidir. Ekipmanlarda bulunan aykırı durumlar ve kötüye gidiş belirtilerinin ilk tespitleri kullanıcılar tarafından tespit edilmektedir. Bu sebeple odaklanmış iyileştirme faaliyetlerinin başarısına etki eden önemli faktörlerden birisi de operatörlerin problem analiz ve çözüm kabiliyetleridir. Bu motivasyonla yürütülen faaliyetler eğitim faaliyetleri olarak adlandırılmaktadır. Bu açıdan değerlendirildiğinde eğitim faaliyetlerinin operatörlerin ekipmana karşı ilgilerinin ve iş motivasyonları pozitif yönde etkilenmesinde ve düzeltici uygulamaların standartlaştırılarak yaygınlaştırılmasında önemli katkı sağlayan bir toplam verimli bakım faaliyeti olduğu anlaşılmaktadır. Diğer önemli bir faaliyet olan bakım faaliyetleri, üretim ekipmanlarının tüm ömür çevrimi süresince toplam etkinliklerinin en üst düzeye çıkarılmasını sürecinde yürütülmesi zorunlu olan

faaliyetlerdir. TVB prensipleri göz önüne alınarak bir işletmenin dönüşümünü sağlanması için üst yönetimin kararı sonrası ilan edilen program çerçevesinde ilk olarak eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi gerekmektedir. Sonrasında ekipman etkinliklerine en fazla katkı sağlayacak faaliyetlerden olan bakım faaliyetlerinin geliştirme aşamaları uygulanmalıdır. Bu aşamalar planlı ve otonom bakım faaliyetleri açısından aşağıdaki şekildedir (Tablo 2.1).

TABLO 2.1 TVB GELİŞTİRME AŞAMALARI

	1. Aşama	2. Aşama	3. Aşama	4. Aşama	5. Aşama
Hedef	Ömür Değişkenliğini Azaltmak	Ortalama Ömrü Uzatmak	Ömür Öngörüsü	Ömür Tahmin Etme	Ömür Tasarlama
Planlı Bakım	1. Ekipmanı değerlendir 2. Kötüye gidişi durdur	3. Tasarım Zayıflıklarını Düzelt 4. Beklenmeyen Hataları Ele	5. Periyodik Bakım Sistemi Oluştur & Kötüye Gidiş Belirtilerini Tanı	6. Kestirimci Bakım Sistemi Oluştur 7. Kalite Hatalarını Önle	8. Hataların Teknik analizi 9. Çözümlerin Uygulanması
Otonom Bakım	1. Basit Temizlik İşleri 2. Basit sorunların Çözümü 3. Temizlik ve Yağlama Standartları	4. Ekipmanın Genel Muayenesi	5. Otonom Muayene	6. Tertip, Düzen ve Organizasyon 7. Otonom Bakım	8. Süreç İyileştirmesi 9. Çözümlerin Uygulanması

Kaynak: Kathleen ve Elliott, 1998

Tablo 2.1 'de yer verilen aşamaların ortak hedefi ekipmanın faydalı ömrünün uzatılarak uzun vadede maksimum verimin alınmasını sağlanmasıdır.

Özetlemek gerekirse TVB ifadesindeki “toplam” kelimesinin üç anlamı toplam etkinlik, toplam bakım sistemi, toplam katılımdır (Chan ve diğerleri, 2005). Bir işletmenin varlıkları ekipman ve insan olarak sınıflandırılırsa toplam etkinliğin ölçüsü insan ve ekipman etkinliğinin toplamı şeklinde ifade edilebilir. TVB sistemi toplam etkinliğin artırılmasıyla insan ve ekipmanlardan en etkili şekilde yararlanılmasını ifade etmektedir. Toplam bakım sistemi ile ifade edilen anlayış ise standartlarda yer alan farklı bakım türlerinin ihtiyaca göre birlikte

kullanılmasıdır. Son olarak toplam katılım ile ekipman etkinliği artırılması ve insan yeteneklerinden azami derecede faydalanmak için operatörlere otonom bakım faaliyetlerinde sorumluluk tanımlanmaktadır (Chan ve diğerleri, 2005).

2.1. Toplam Verimli Bakım Sisteminin Hedefleri

Toplam verimli bakım sistemi sıfır hata, sıfır kayıp, sıfır iş kazası ve kaliteli bakım uygulamalarını hedeflemektedir (Anh, 2012). Toplam Verimli Bakımda ekipmanların kullanımından dolayı oluşan altı büyük kaybın en alt düzeye indirilmesi üzerine yoğunlaşarak ürün kalitesi ve ekipman verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Bu kayıplar ve aşağıdaki şekildedir (Karabulut, 1999).

Duruşlar:

- Arıza Kayıpları
- Hazırlık ve Ayar Kayıpları

Hız Kayıpları:

- Boşta Çalışma ve Kısa Duruş Kayıpları
- Düşük Hız Kayıpları

Kalite Kayıpları:

- Kalite Hataları ve Yeniden İşleme
- İlk Çalıştırma Kayıpları

Arıza kayıpları, tekrarlama açısından sık ya da seyrek oluşan çoğunlukla hemen tamir edilerek ekipmanın çalışır hale getirilebildiği bir kayıp türüdür. Önleyici ve otonom bakım faaliyetleri arıza kayıplarının azaltılmasında önemlidir.

Hazırlık ve ayar kayıpları, ekipmanın bir üründen diğerine geçmesi halinde ya da ekipmanın bir parçası bozulduğunda yedek parça değiştirme ve ayarlama işlemi sebebiyle karşılaşılan kayıplardır. Ekipman başına üretilen ürün çeşitliliğinin fazla olması da mecburi hazırlık ve ayar kayıplarına neden

olmaktadır. Kalıp ve düzeneek değışiklikleri, ölçme ve merkezleme sonrası deneme üretimleri ve ayarları kapsamaktadır. Belirtilen kayıpların azaltılmasında etkili olabilecek yöntemler: kalıp ve ekipmanların erişilebilirliğini artırmak için ön hazırlık yapmak, çok fonksiyonlu aletler kullanmak, birden fazla operatörle paralel süreçler yürütmektir (Sağlam, 2000).

Hız kayıpları, ekipmanın beklenen hızı ve operasyon hızı arasındaki farkın kayıp olarak tanımlanmasıyla ilişkilidir. Bu fark bazen ekipmanın beklenen hızda çalışamamasında bazense istenilen çıktıyı üretemediği için bilinçli olarak düşük hızda çalıştırılmasından kaynaklanmaktadır. Arıza ve yıpranma sebepli gerçekleşebileceği gibi tasarım hızına referans olan girdiler ile pratikteki durum arasında farkdan da kaynaklanabilir. Ekipmanın tarihsel analizi ve benzer şartlarda çalıştırılan aynı ekipmanlarla kıyaslanması sonrasında bakım / iyileştirme faaliyeti ile hız kayıplarının azaltılması mümkündür.

Boşta çalışma ve kısa duruş kayıpları, beklenen hız ile operasyon hızı arasında fark oluşması sebebiyle üretimin olağan akışındaki boşluklar ve önemsenmeyen küçük duruşlardan kaynaklı kayıplardır. Bir arıza sebebine bağlı olmaksızın gerçekleşen ani duruş, sıkışma ve boşta çalışma gibi olaylardan kaynaklanan ve 10 dakikadan kısa süren duruşları içermektedir. Genellikle tekrar çalışmaya dönülmesi kolaydır ancak duruşların sıklaşması verimliliğe olumsuz etki etmektedir. Bu tip duruşların azaltılmasını sağlayabilecek yöntemler: hazırlık ve ayar kayıplarını azaltmak, küçük duruşa neden olan sebepleri kayıt etmek ve sıklığını takibi sonrası gerekli otonom bakım faaliyetini uygulamaktır.

Kalite kayıpları ise ürünlerin belirlenen kalite altında kaldığının tespit edilmesi sonrasında bertaraf edilmeleri ya da yeniden işlenmeleri süreçlerinde harcanan kaynaklardan dolayı oluşmaktadır. Benzer şekilde, kaliteli ürün üretilmesi için başlangıçta kullanılan ham madde ve zaman gibi kaynaklar da kayıp olarak tanımlanmıştır.

Toplam verimli bakım sistemi, ele alınan kayıpların bertaraf edilmeleri hedefiyle birtakım faaliyetlerinin yürütülmesini gerektirmektedir. Bu faaliyetlere

bir sonraki başlıkta bu çalışmaya katkı vermesi yönünden önemli görülenler odak noktasında olmak üzere yer verilmiştir.

2.2. Toplam Verimli Bakım Kapsamında Faaliyetler

TVB bir işletmede tüm birimlerin katılımını gerektiren bir anlayış olduğundan, faaliyetler çeşitlenmiştir. Faaliyetler 7 ana başlıkta aşağıda yer almaktadır.

- 1) Ekipman Yönetimi
- 2) Planlı Bakım Faaliyetleri Yürütmek
- 3) Otonom Bakım Faaliyetleri
- 4) Mühendislik Faaliyetleri
- 5) Kalite Bakım Sistemi
- 6) Ofislerde TVB
- 7) Eğitim

Ekipman yönetimi, sistemin çıktısını maksimum seviyeye ulaştırma amacıyla, bir üretim sisteminde tanımlanan altı büyük ekipman kaybın sıfıra yaklaştırılmasını amaçlamaktadır (Nasurdin ve diğerleri, 2005). Kayıplar, aniden başlayan sebeplerle oluşabileceği gibi, göz ardı edilen sorunların birikimli ilerlemesi ve kronik olarak nitelendirilen karmaşık sebepler de olabilir. Genel çerçevede makinelerin bozulma nedenlerine hareketli parçalarda aşınma ve yorulma, dış etkilerle görülen zararlar, kalitesiz elektrik enerjisi, eğitimsiz operatör, aşırı yük bindirmek, yanlış ayar vb. gösterilebilir.

Ekipman Yönetimi faaliyetleri; ekipman iyileştirme, kayıpların analizi ve sürekli iyileştirme faaliyet takımlarının çalışmalarını içermektedir. Ekipmanın tasarım aşamasından devreye alınmasına kadar süreçlerde güvenilirlik, bakım yapılabilme kolaylığı, taşınması ve montajı gibi süreçlerden üretime dahil olana kadar geçen tüm aşamalarda gerçekleştirilen iyileştirme çalışmalarıdır. İyileştirme takım faaliyetleri üyeleri yöneticiler, mühendisler, teknisyenler ve operatörlerden oluşan ve işletmedeki varlıkların etkin kullanımının sürdürülmesini teminen yürütülecek çalışmalarda görev verilen diğer çalışanlardır. Takımlar; otonom bakım prensiplerine uygun olarak üretim

sistemlerinde rutin olarak bakım, performans iyileştirme ve kontrol çalışması gerçekleştirirler. İşletimde karşılaşılan arızaların kronik bir hale geldiği ve üretim sürecinde zaman kayıplarına sebep olduğu tespit edildiğinde sürekli iyileştirme takımlarının ekipman üzerinde yoğunlaşması ve yapılan çalışma sonrasında ekipman ve parçası olduğu sistemin toplam etkinliğinin artırılması sağlanır. Müdahale sonrasında yapılan gözlemlerle iyileştirme etkisinin doğrulanması sonucunda iyileştirme faaliyeti benzer kayıplar için standartlaştırılır ve yaygınlaştırılır. Faaliyetlere konu olan temel veri kaynakları: kayıpların belirlenmesi ve incelenmesi, ekipmanın tarihçesi ve gözlemdir. Ekipmanın adı, numarası, kurulum tarihi, boşa kalma ve küçük duruşların sebepleri ve süreleri, kurma ve ayar için harcanan süreler, üretilen ürün miktarı, hatalı üretilen ürün miktarları kayıt altına alınır. Bahsedilen girdilere konu olan bilgilerin operatör tarafından kayıt edildiği durumlarda objektif tutum sergilenmesi önemlidir.

Mühendislik faaliyetleri de TVB yaklaşımında önemli bir yer tutmaktadır. TVB sistemi, mühendislik faaliyetleri açısından ekipman etkinliğinin artırılması için tasarım aşamasından başlanarak bu paragrafta belirtilen faaliyetleri kapsamaktadır. Mühendislik faaliyetlerinin ana hedefi ömür çevrim maliyetinin azaltılmasıdır. Ömür çevrim maliyeti ekipmanının ömrü boyunca tasarım, üretim sürecinden başlanarak kurulum, ayar ve çalıştırılması ile devam eden süreçte bakım ve onarım kapsamında hesaplanan maliyetleri de göz önüne alınarak hizmet dışı kalana kadar hesaplanan toplam maliyettir (Fuller ve Petersen, 1996). İlk yatırım maliyeti sonrasında ekipmanın ömür çevrim maliyeti işletme ve bakım onarım masrafları ile doğrudan ilişkili olacaktır. Bu maliyetin azaltılması için gerçekleştirilen faaliyetler: tasarım aşamasında bakım ihtiyacını olabildiğince düşük tutmak, bakım önleyici faaliyetleri belirlemek, sürekli iyileştirme faaliyetlerine konu olacak çalışmaları kontrol noktaları ile beraber belirlemek ve bakım yapılabilirliği artırmaktır. Bakıma ihtiyaç duyan her sistemin etkin bir bakım programına yer alması bakım eksikliğinde kaynaklanacak dolaylı maliyetlerin sifıra yaklaştırılmasını sağlayabilecektir.

Kalite bakım sistemi, etkin ekipman bakımının gerçekleştirildiği bir yönetim sisteminde makinelerden çıkan ürünlerin kalitesinin aynı olmasını sağlayarak toplam kaliteyi artırmaktadır. TVB sisteminde kalitenin devamlılığı ekipmanın devamlılığı ile doğrudan ilişkilidir (Baki, 2001).

TVB faaliyetlerinin sadece uzmanlar tarafından yürütülmesi öngörülmediğinden, ilgili prensiplerinin işletmede çalışan personel tarafından benimsenmesi ve uygulaması için yürütülmesi gerekli olan öğretici eylemlere eğitim faaliyetleri başlığında yer verilmiştir. TVB sistemi, organizasyonda eğitim faaliyetlerini kademeli ve tek nokta şeklinde sınıflandırmaktadır (Wakjira ve Singh, 2012). Kademeli eğitim, eğitimlerin önce otonom bakım liderlerine oradan da operatörlere kademeli şekilde aktarılmasıdır. Özellikle büyük ve dağıtık bir yerleşimde bulunan organizasyon yapısında işletimi aksatmadan kademeli eğitim tercih edilmesi faydalıdır. Tek nokta olarak adlandırılan yöntem eğitim faaliyetine konu olacak ekipman başında yoğunlukla çalışma alanında bir işin pratik edilmesi ya da bir sayfa uzunluğunda bir konunun aktarılmasıdır.

TVB yaklaşımı, tanımlanan faaliyetlerin birbirlerini besleyen ve tamamlayan bir yapıda olmasını amaçladığından bütün faaliyetlerin benimsenmesi önemlidir. Faaliyetlerin etkinliği ise yönetimin kararlılığı ile doğru orantılıdır. Belirtilen faaliyetlerden planlı bakım, mühendislik, otonom bakım ve eğitim faaliyetlerinin bu çalışmaya konu olan bakım yaklaşımı önerisi açısından en önemli faaliyetler olduğu düşünülmektedir.

2.3. Toplam Verimli Bakım ve Güvenilirlik

Güvenilirlik, bir sistemin teknik özelliklerini karşılamaya devam etmesi ve fonksiyonlarını hatasız olarak yerine getirebilmesi olasılığı şeklinde tanımlanmaktadır (Omdahl, 1988). İlgili terimin bakım stratejilerinde odak noktaya alınarak stratejilerin uygulanması sonucunda güvenilirlik merkezli bakım prensipleri ortaya çıkmıştır. Bakım stratejilerinin tarihçesinde ilk örnekleri havacılık endüstrisinde görülmeye başlanan güvenilirlik merkezli bakım, sonrasında önemli tesislerin operasyonları için kullanılmıştır (Zafer ve diğerleri, 2003). Petrokimya, nükleer, gıda, ilaç, savunma gibi kritik

endüstrilerde ekipmanların beklenen sürede fonksiyonlarını sorunsuz sürdürebilmeleri güvenilirliğin üst seviyede tutulmasına bağlı olduğundan, geleneksel bakım stratejilerine görece güvenilirliğin odak noktasında olduğu uygulamalar takip edilmektedir. Güvenilirliğin artması için uygulanması önerilen politika kombinasyonları:

- Bakım onarım ekibini geniş, kullanılan araç sayısını yüksek tutmak
- Önleyici bakıma ağırlık vermek
- Yedek üretim kapasitesi bulundurmak
- Ekipmanların güvenilirlik derecesini artırmak
- İş istasyonları arasında yarı mamul stokları bulundurmak

olarak literatürde yer almıştır (Karamanlı, 2003).

Her işletmede kaynaklar ve hedefler açısından bir denge ve kısıtlar bulunduğundan, bakım yönetim sistemleri işletmenin ihtiyaçları ve hedefleri gözetilerek oluşturulmaktadır. Toplam verimli bakım bir bakım yaklaşımı olarak, tanımlanan altı büyük ekipman kaybının sıfıra indirilmesi hedefinde ekipman güvenilirliklerini merkeze almaktadır. Bu yaklaşımla güvenilirliği bozan arıza duruşlarının sıfıra indirilmesi için tüm ekipman fonksiyonları kritiklik açısından sınıflandırılır. Makine bileşenlerinin güvenilirliklerinin tespitinde hata modu analizleri (FMECA - Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis) analizleri, periyodik bakım faaliyetlerinde yapılan gözlemler, üretici tarafından hesaplanan MTBF (mean time between failure) değerlerine bağlı güvenilirlik hesapları ve arıza müdahaleler sonrası oluşan istatistikler kullanılarak kestirimci bakım faaliyetlerinde kullanılır. Toplam verimli bakım uygulamaları, üretim ekipmanlarının güvenilirlik oranlarını üst seviyede tutulması amacıyla planlı, etkinliği ölçülebilen otonom ve planlı bakım faaliyetlerinin en uygun zamanda yapılmasını hedeflemektedir. Bu noktada otonom ve planlı bakım faaliyetlerinin zamanlamasında kullanılmak amacıyla anahtar performans göstergelerinin belirlenmesi ve bunlara dayalı izleme sisteminin kurulması önemlidir. TVB yaklaşımı, bu hedefle ekipmanın tasarım aşamasından başlanarak ömür çevriminde beklenmeyen duruş, kalite kaybı,

insan ve çevreye karşı oluşabilecek zararların en aza indirilmesinin odak noktasına alındığı bir yaklaşımdır.

2.4. Toplam Verimli Bakım ve Toplam Ekipman Etkinliği

Toplam ekipman etkinliği (TEE), üretimde kullanılan ekipmanların katma değerlerinin operasyon ve kullanılabilirlik oranı türlerinden ölçmeye yarayan bir endeks olarak ifade edilmektedir (Imai, 1997). Üretimdeki makinelerin kullanılabilirlik, performans ve kalite oranlarının çarpımı şeklinde formüle edilmiştir. Endeks toplam verimli bakım uygulamasının ilerlemesinin ölçülmesi için oluşturulmuş bir metriktir (Temiz ve diğerleri, 2010). TEE değeri kullanılabilirlik, performans oranı ve kalite oranının çarpımından oluşmaktadır.

$$TEE = \text{Kullanılabilirlik} * \text{Performans Oranı} * \text{Kalite Oranı} \quad (2.1)$$

$$\text{Kullanılabilirlik} = \text{İşlem Süresi} / \text{Yükleme Süresi} \quad (2.2)$$

$$\text{İşlem Süresi} = \text{Yükleme Süresi} - \text{Plansız Duruşlar} \quad (2.3)$$

$$\text{Yükleme Süresi} = \text{Günlük Çalışma Süresi} - \text{Planlanan Duruşlar} \quad (2.4)$$

$$\text{Plansız Duruşlar} = \text{Arıza Süresi} + \text{Hazırlık süresi} + \text{Ayar Süresi} \quad (2.5)$$

Plansız duruşlar, arıza kaynaklı duruşlardır. Planlanmış durma süreleri; bakım zamanları, ara verilmesi, operatörün yaptığı bakım faaliyetleri ve iyileştirme faaliyetlerini içermektedir.

$$\text{Performans Oranı} = \text{Net İşlem Oranı} * \text{Operasyon Hızı Oranı} \quad (2.6)$$

Operasyon Hızı Oranı: Ekipman kataloğunda belirtilen hızın güncel hıza oranıdır. Net işlem oranı ise ekipmanın birim zamandaki istikrarlı çalışması hakkında bilgi vermektedir.

$$\text{Net İşlem Oranı} = \text{Gerçekleşen Proses Zamanı} / \text{İşlem Süresi} \quad (2.7)$$

Gerçekleşen Proses Zamanı üretilen ürün miktarı ile gerçekleşen çevrim zamanının çarpımıdır. Boşta kalma ve küçük duruşlardan etkilenmektedir. Kalite ise toplam ürünlerdeki hatasız ürün oranını ifade

etmektedir.

$$\text{Kalite Oranı} = \text{Kaliteli Ürün Miktarı} / \text{Toplam Ürün Miktarı} \quad (2.8)$$

$$\text{Kaliteli Ürün} = \text{Toplam Ürün Miktarı} - \text{Hatalı Ürün Miktarı} \quad (2.9)$$

İdeal koşullar için:

- Kullanılabilirlik > %90
- Performans Oranı > %95
- Kalite Oranı > %99

TVB prensibinde TEE değerinin kesin olarak hesaplanması hedeflenmemektedir. TEE değeri üretim çevresinde bir tür makine, tüm hat ya da bir bölümün verim kıyaslaması için kullanılabilecek, toplam verimli bakım çalışmalarına konu olacak odak noktasının belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Esmaeilian ve diğerleri, 2008). Daha çok üzerinde durulan nokta TVB kapsamındaki iyileştirme çalışmalarına odak noktası olacak alanları ortaya çıkaracak basit ölçümleri kullanmaktır. Toplam verimli bakım ödülü almış fabrikalarda TEE değeri %85 den büyük olması hedeflense de %79.9 ve daha büyük değerlerin yeterli olduğu düşünülmektedir (San ve Purba, 2021).

2.5. Toplam Verimli Bakım Organizasyon Yapısı

Toplam verimli bakım organizasyonunda farklı departmanlar altında gerçekleştirilecek faaliyetler ve bu faaliyetlerden sorumlu olacak alt gruplar tanımlanmıştır. Örneğin üretim bölümünde otonom bakım olarak tanımlanan ve kullanıcı bakımı faaliyetlerini yürüten alt gruplar, bu alt gruplar üzerinde otonom bakım ekibi liderleri grubu bulunmaktadır. Ekip liderleri bir üst yönetici (çoğunlukla mühendisler) tarafından yönlendirilirler. Mühendisler ekiplerin sevk ve idaresinde planlama, örgütleme yaparlar ve toplam verimli bakım deneyimleriyle gelecek politikaların şekillendirilmesinde esas olacak raporlama faaliyetlerini gerçekleştirirler. En tepede bulunan üst yönetim ise, kararlılığıyla toplam verimli bakımın başarısına doğrudan etki etmektedir.

Pek çok tecrübeden hareketle grup sayısının olabildiğince az olması tercih edilir (Tsai, 1996). Birden fazla gruba dahil olan kişilerin dikkatlerinin

dağıldığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden toplam verimli bakım faaliyetlerinin gerekliliği kesinleşmiş sade küçük gruplar tarafından yürütülmesi tercih edilmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TCMB M7 MODEL BANKNOT İŞLEME SİSTEMLERİ VE BAKIM YÖNETİMİ

Bu çalışmada ele alınan banknot işleme sistemleri Alman Giesecke Devrient firması tarafından üretilmekte olan; banknotları güvenlik özelliklerine göre kontrol eden, adedî olarak sayan, ayıran, imha eden ve bu işlemlere ilişkin verileri raporlayan BPS M7 model endüstriyel makinelerdir (Şekil 3.1). Elektrik, elektronik, mekanik ve pnömatrik alt bileşenlerden oluşan modüler bir yapıya sahip olan sistem, merkez bankalarının çok büyük bir kısmı tarafından kullanılmaktadır. Kullanıcı ülkelerden birisi olan ülkemiz de Avrupa’da Almanya Merkez Bankası’ndan sonra en çok sistem Bankamız tarafından kullanılmakta ve 2025 yılı itibariyle toplamda 86 adet sistem ile banknot işleme faaliyetleri gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.1: BPS M7 Makinesi

Kaynak: iF Design, 2025

Çalışmada bahsedilen banknot işleme faaliyetleri, banknotların M7 sistemlerinde adet sayımına ve gerçeklik kontrolüne tabi tutulması yanında TCMB Emisyon Genel Müdürlüğü (EGM) tarafından belirlenen kriterler çerçevesinde uygunluk kriterlerine göre tedavüle tekrar verilmeye göre uygun ya da fersude (eskimiş) olarak tasnif edilmeleri sürecidir. Banknot işleme operasyonunda banknotlar, 1000 adet banknotun bir araya getirilmesiyle oluşturulan hacmi ifade eden paketler halinde, sistemin yükleme bölgesine

operatörler aracılığı ile yerleştirilmektedir. Sonrasında sistemler tarafından teklenerek taşıma sistemine giren her bir banknot için alınan sensör ölçümleri yazılım tarafından değerlendirilmektedir. Bu süreçte her bir banknotun hem gerçeklik / sahtelik hem de kalite açısından (banknotların dolaşıma verilmelerini engelleyecek şekilde fiziki kusurlu yırtık, bantlı, delik vb., kirli ve lekeli olma durumlarının kontrolünü) değerlendirilmesi yapılmaktadır. Belirlenen kalite şartlarını karşılayan banknotlar, uygun olarak sınıflandırılmakta ve çıkış modulünde yer alan bölümlerde desteler halinde istiflenmektedir. Kalite standartlarını karşılamayan banknotlar ise imha bölümünde bir imha bıçağı tarafından kırpıntı haline getirilmektedir. Türk lirası banknotların tedavüldeki serisinde 6 adet kupür bulunmaktadır. Bunlar 5, 10, 20, 50, 100 ve 200 TL'dir. Makinede işlenen hacimler; belirli sayıda paketlerin biraraya getirilmesiyle oluşan ve bir barkod numarası ile işlenmeleri, depolanmaları ve transferleri takip edilen ve sayım sonuçları kayıt altına alınan kaplardır.

Banknot işleme operasyonumuz TVB kapsamında tanımlanan kayıplar açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki türlerde kayıpların olduğu anlaşılmaktadır.

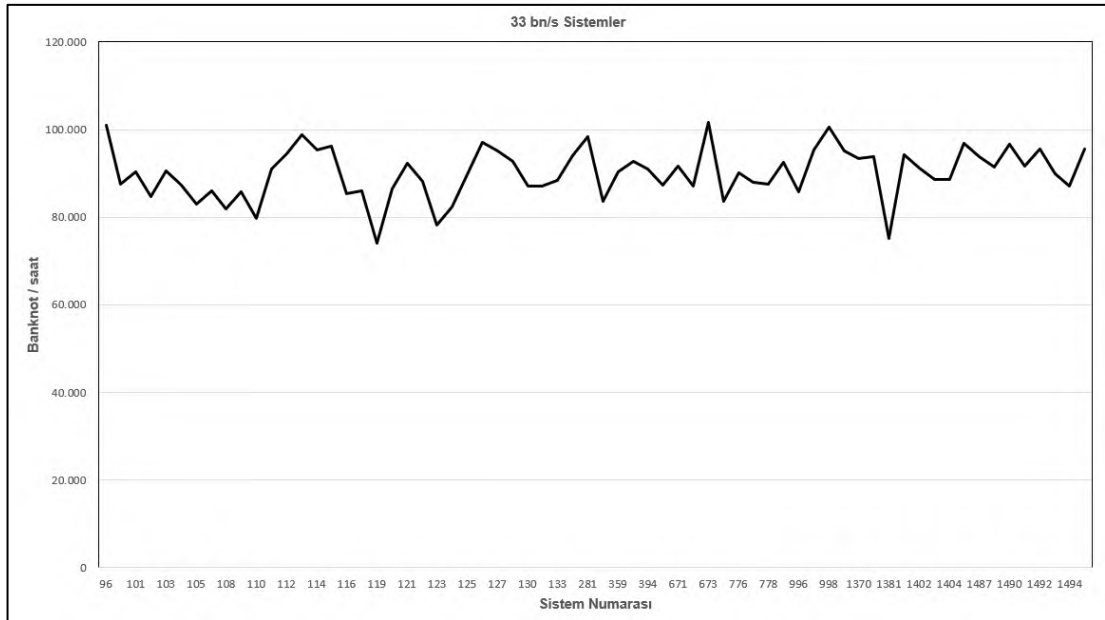
Arıza kayıpları: Sistem arızalarından dolayı gerçekleşen kısa ve uzun süreli duruşlardır. Arıza kaynakları incelendiğinde hareketli parçalarda görülen yıpranmalar kaynaklı arızalar en sık olmak üzere, elektronik ekipmanlar (bantlayıcı modül, modül kartları, haberleşme kabloları, dedektör ve ayar sorunları) ile pnömatik ekipmanlar kaynaklı geniş bir yelpazede arızalarla karşılaşılmaktadır.

Sıkışıklıklar: Sistemlerin işletiminde banknot taşıma işlemin kısa süreli ya da ani duruş prosedürü işletilecek şekilde durmasına neden olan olaylardır. Çoğunlukla taşıma sistemine karışan yabancı maddeler (deste bandı, banknotun bir kısmının parçalanması, paket lastik ve zımba gibi cisimler) ve beklenmeyen olaylar sebebiyle sistemin ani duruşuna sebep olan kayıplardır.

Küçük duruşlar ve boşta bekleme: TVB kapsamında 10 dakikadan kısa duruşlar küçük duruşlar olarak tanımlanır. M7 sistemlerinde bu tür

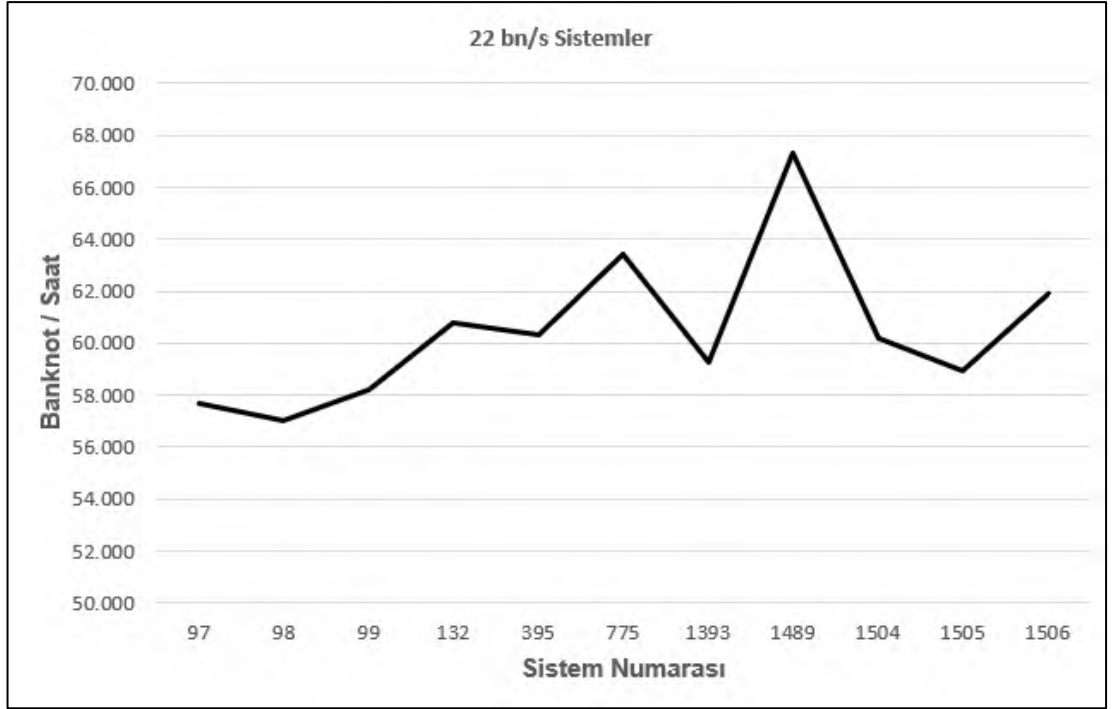
kayıplara örnek olabilecek duruşlar: deste bantı rulosu değişimi, çıkış modülünde istifleme sorunları ve çoğunlukla temizlikle ilgili uyarıları içeren mesajlardır. Boşta bekleme kayıpları ise sistemlerin banknot işlemeye hazır ve taşıma sisteminin aktif olduğu halde boşta beklemesi, elden iade banknotların incelenmesi ve adetlerinin sisteme girilmesi sırasında kaybolan süreler vb. dir. Banknot işleme sürecinde elden iade girişleri ve düzensiz teslimatlar kaynaklı oluşan retlerin yeniden işlenmeleri sürecinde karşılaşılan boşluklar bu kapsamda değerlendirilebilir.

Hız kayıpları: Hız kayıpları makinenin tasarım hızı ile işletme hızı arasındaki farktan kaynaklanmaktadır. Bankamız makine parkında bulunan M7 sistemleri banknot işleme hızları açısından 33 banknot / saniye ve 22 banknot / saniye olmak üzere iki tiptir. Sistemlerin hız kayıpları bu açıdan incelenerek 2024 yılı son çeyrek dönemini kapsayan zaman aralığında saatteki banknot işleme hızlarının teorik hızı 33 banknot / saniye (118.8 paket / saat) ve 22 banknot / saniye (79.2 paket / saat) olan sistemler için pratikte gerçekleşme hızlarını içeren grafiklere aşağıda yer verilmiştir (Grafik 3.1, Grafik 3.2).



Grafik 3.1: 33 bn/s sistemlerin 2024 4. Çeyrek Dönemi Saatlik Ortalama Performansları

Kaynak: TCMB, 2025



Grafik 1: 22 Bn/s Sistemlerin 2024 4. Çeyrek Dönemi Saatlik Ortalama Performansları

Kaynak: TCMB, 2025

Belirtilen dönemde işletilen 66 adet 33 Bn/s sistemin ortalama saatlik performansları 90,08 paket, 11 adet 22 Bn/s sistemin ortalama saatlik performansı 60,45 paket olarak hesaplanmıştır. Sistem performans ortalamalarını teorik değerden uzaklaştıran faktörler: sistemlerin bakım durumu, operatör performansları, işlenecek kapların standart olup olmadığı, banknotların genel kalitesi ve tekleyici kalitesi ekranından yapılan seçimlerdir.

Hazırlık süresi ve ayar kayıpları: Banknot işleme operasyonu açısından hazırlık ve ayar kayıpları şu şekilde tanımlanabilir. Sistemin işleme hazır hale getirilmesi için yapılması gereken program seçimleri, kullanıcı girişleri, çıkış gözündeki istifleme alanlarının tekrar konumlandırılması, sensörlerin ve dedektörlerin temizlenmesi, banknotların işleme öncesi paketleme şeriti ve deste bantlarından ayrılarak hazır hale getirilmesi vb. dir.

Toplam verimli bakım tarafından tanımlanan altı büyük kayıptan beş tanesinin banknot işleme faaliyetleri üzerinde etkili olduğu anlaşılmaktadır. Kayıplar, sistemlere tanımlanan kapasiteye ulaşamamasına ve verimliliklerini olumsuz etkileyerek varlık envanterinden yeteri kadar faydalanılmasına engel olmaktadır. Kayıpların tespit edilmesi sonrasında sistem verimliliklerinin

değişimi üzerinde etkileri belirlenerek önleyici adımların atılması bu çalışmanın önemli hedeflerindendir.

3.1. M7 Makinesi: Kapasite ve Verimlilik Ölçümü

Bankamız banknot işleme faaliyetlerinin etkin sürdürülmesi amacıyla ihtiyaç duyulan yeni sistem satın alımları ve hız yükseltmelerine gösterge olması açısından kapasiteler belirlenmiştir. Bir günlük çalışma süresini kapsayan zaman dilimi için tanımlanan kapasiteler 33 banknot / saniye olan makine için 600 paket, işletim hızı 22 banknot / saniye olan makine için 420 pakettir. Şubelerimizin bulundukları illerdeki ekonomik koşullar ve nakit kullanma alışkanlıkları sebebiyle ihtiyaç duyulan sistem adetleri değişiklik göstermekte ve tahsilatlarda görülen artış yeni sistem satın alımları ve hız yükseltmeleri ile karşılanmaya çalışılmaktadır. 2024 yılı son çeyrek dönemi için hizmet vermekte olan vezne merkezi ve şubelerin tahsilat / kapasite oranları aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Tablo 3.1).

TABLO 3.1 TAHSİLAT – KAPASİTE ORANLARI

Şube / Vezne Merkezi	Tahsilat / Kapasite Oranı
İzmit	37,58
İzmir	125,24
Kuyumcukent	198,11
Ankara	177,70
Bursa	133,39
Karaköy	232,14
Antalya	126,93
Gaziantep	151,13
Denizli	132,05
Kayseri	119,11
Adana	138,75
Trabzon	147,03
Konya	144,63
Samsun	183,20
Eskişehir	160,74
Diyarbakır	121,44
Edirne	131,63
Erzurum	80,47
Van	88,60
Malatya	149,01
Mersin	234,34

Kaynak: TCMB, 2025

Tablo 3.1 'den anlaşılacağı üzere birçok şubenin kapasite kullanım oranlarının %100 den fazla olduğu görülmektedir. Tahsilat miktarlarında görülen artışın sebepleri: tedavüldeki banknot miktarının ve dolaşım hızının artması, 2023 yılında yaşanan deprem afeti sebebiyle iller arasında görülen nüfus hareketliliğinin tahsilatlara yansması vb. dir. Tahsil edilen banknotların tamamının M7 model banknot işleme sistemlerinde işlenmeleri sahte banknotların tespiti ve dolaşımdaki banknotların genel kalitesinin belli bir düzeyde tutulması açısından bir zorunluluk olduğundan mevcut kapasiteden maksimum seviyede yararlanılmasının, sistemlerin teorik hıza en yakın performansta işletilebilmeleri ve kullanılabilirlik oranlarının üst seviyede tutulmasıyla sağlanabileceği anlaşılmaktadır. Bu kapsamda sistem performanslarının izlenmesi ve şube performans değerlendirmelerine girdi olmak üzere Banknot Teknolojileri Müdürlüğü Mühendisleri tarafından bazı anahtar performans göstergeleri oluşturulmuştur. Verimlilik ölçümünde Bankamız organizasyonu tarafından kullanılan performans göstergeleri:

- Çalışılan Net Süre
- Sıkışıklık Sayısı (Jam Rate)
- Saatlik Ortalama Performans (paket / saat)
- İşlenen Banknot Sayısı / Arıza Oranı

şeklinde dir.

M7 makinesinin verimliliği sistem tarafından üretilen performans raporlarında yer verildiği şekliyle saniye başına işlenen banknot sayısı, verim (saatlik ortalama işlenen paket) ve kullanılabilirlik oranı (% cinsinden) cinsinden hesaplanmaktadır. Belirtilen performans ölçütleri ve bu temel bilgilerden türetilen diğer göstergeler periyodik bakım zamanlarının optimize edilmesi için kullanılmaktadır. M7 makinelerinin verimlilik ölçümleri şube ve sistem bazında günlük, haftalık, aylık ve yıllık zaman dilimleri için sürekli izleme sistemiyle belirli aralıklarla sistemlerden alınan raporların işlenmesi yöntemiyle analiz edilmektedir. Aşağıdaki tabloda 2024 yılı son çeyreğini kapsayan dönem için belirtilen performans göstergelerin ölçüm sonuçları yer almaktadır (Tablo 3.2).

TABLO 4. M7 SİSTEMLERİ İŞLEME VERİLERİ (2024 4. ÇEYREK DÖNEMİ)

Sistem	Sube	bn/s	Net Süre (saat)	JR	Performans (bn/saat)	İşlenen / Arıza
673	Ankara	33	443:20:47	280	101.638	160.933
96	Ankara	33	445:44:04	227	101.088	198.496
998	Edirne	33	468:08:50	131	100.651	359.693
113	Antalya	33	408:23:43	287	98.722	140.480
281	Ankara	33	447:16:01	321	98.432	137.152
126	Adana	33	408:07:49	276	97.021	143.469
1486	İzmit	33	377:19:12	194	96.793	188.257
1490	Bursa	33	441:44:24	226	96.572	188.760
115	Ankara	33	450:15:52	423	96.257	102.461
1492	İzmit	33	402:56:22	130	95.634	296.422
1501	Antalya	33	440:05:05	186	95.478	225.906
997	Antalya	33	436:07:09	227	95.446	183.375
114	Antalya	33	409:39:37	220	95.315	177.486
127	Kayseri	33	384:42:09	276	95.157	132.635
1367	İzmit	33	267:19:52	126	95.030	201.625
112	Konya	33	424:31:13	443	94.569	90.625
1392	İzmit	33	330:57:07	130	94.260	239.968
134	Erzurum	33	329:38:54	353	94.092	87.868
1371	Bursa	33	447:01:34	222	93.873	189.027
1487	İzmit	33	398:39:18	143	93.868	261.685
1370	İzmit	33	419:48:48	218	93.334	179.739
129	Konya	33	428:42:57	396	92.796	100.463
393	Bursa	33	452:46:23	322	92.728	130.389
779	Karaköy	33	463:38:56	232	92.532	184.926
121	Bursa	33	437:30:18	318	92.260	126.932
1491	İzmit	33	378:59:04	205	91.666	169.465
671	Trabzon	33	432:27:16	179	91.555	221.194
1488	İzmit	33	415:38:06	183	91.542	207.913
1402	Kayseri	33	385:08:00	340	91.291	103.410
111	Kayseri	33	381:18:08	198	91.071	175.383
394	Adana	33	402:44:19	306	91.045	119.829
103	Edirne	33	465:46:25	183	90.606	230.613
359	Karaköy	33	467:21:32	304	90.429	139.023
101	Bursa	33	430:08:44	187	90.412	207.971
776	Karaköy	33	462:35:52	232	90.166	179.787
1493	İzmit	33	382:16:30	183	89.951	187.902
125	Samsun	33	486:37:03	344	89.773	126.993
1403	Gaziantep	33	456:48:34	397	88.646	102.001
1404	İzmir	33	485:21:57	310	88.640	138.784
133	Malatya	33	384:27:13	366	88.416	92.874
122	Denizli	33	458:37:08	370	88.172	109.291
777	Karaköy	33	461:54:57	272	87.931	149.327
778	Karaköy	33	442:30:03	270	87.627	143.612
100	Kuyumcukent	33	498:15:25	481	87.563	90.705

104	Mersin	33	566:21:42	369	87.391	134.134
670	Diyarbakır	33	450:58:59	705	87.253	55.816
130	İzmir	33	465:00:12	306	87.212	132.529
1494	İzmir	33	470:43:46	254	87.211	161.627
672	Kuyumcukent	33	497:32:59	373	87.181	116.292
131	İzmir	33	482:36:33	278	87.147	151.289
120	Gaziantep	33	438:18:52	435	86.524	87.184
117	İzmir	33	463:23:41	373	86.034	106.884
107	Kuyumcukent	33	475:57:50	277	86.033	147.829
109	Eskişehir	33	466:22:35	221	85.851	181.173
996	Kuyumcukent	33	483:54:36	555	85.742	74.760
116	Trabzon	33	439:52:10	219	85.452	171.633
102	Kuyumcukent	33	498:23:59	396	84.665	106.559
284	İzmir	33	440:49:37	323	83.637	114.148
674	Ankara	33	393:22:16	380	83.600	86.542
105	Gaziantep	33	448:48:27	398	82.924	93.510
124	Samsun	33	481:57:55	383	82.277	103.538
108	Kuyumcukent	33	488:13:55	227	81.891	176.132
110	Denizli	33	474:35:17	495	79.700	76.414
123	Eskişehir	33	454:22:49	316	78.103	112.306
1381	Denizli	33	483:07:26	576	75.226	63.097
119	Diyarbakır	33	434:46:36	504	74.056	63.885
1489	Antalya	22	425:45:27	199	67.319	144.029
775	Ankara	22	443:52:51	301	63.421	93.527
1506	Malatya	22	63:42:42	17	61.888	231.942
132	Van	22	355:41:29	120	60.778	180.152
395	İzmit	33	13:30:50	18	60.316	45.284
1504	Erzurum	22	313:08:53	213	60.161	88.449
1393	Adana	22	389:22:46	246	59.275	93.823
1505	Van	22	396:07:26	108	58.921	216.112
99	Gaziantep	22	348:39:39	422	58.210	48.094
97	İzmir	22	438:32:01	410	57.701	61.717
98	Bursa	22	359:38:03	232	57.009	88.373

Kaynak: TCMB, 2025

Tabloda 3.2’de yer alan saatlik performans verileri en yüksekte düşüğe doğru sıralanmıştır. Envanterimizde bulunan sistemlerin numaraları üretici firma tarafından üretim sırasına göre verildiğinden ve farklı müşteriler tarafından satın alındığından birbirini takip etmemektedir. Sistem numaraları büyüdükçe hizmete alınma tarihinin daha yeni olduğu anlaşılmaktadır. Tabloda yer alan bilgilere göre sistemlerin net süreleri, arıza sayıları ve saatlik ortalama banknot işleme performansları arasında kayda değer farklılıklar olduğu görülmektedir. Bazı yeni sistemlerin performanslarında görülen farklılıkların donanım versiyonları kaynaklı ve işletimde görevlendirilen yeni istihdam edilen

Çalıřanların deneyimleri ile ilgili olduėu dūřunūlmektedir. Benzer řekilde, bazı sistemlerin iřlenen / arıza oranları yūksək olmasına raėmen saatlik performanslarının daha dūřūk olması sebebiyle hız kayıplarından sōz edilebilir. Bu durumun sebeplerinin řubenin sistem yerleřim planı, operatōr performansları, banknotların genel kalitesi, kupūrlerin ve standart olmayan kapların tūm tahsilat içindeki payları ve sistemlerin bakım durumları vb. olarak gōzlemlenmektedir. Őnūmūzdeki yıllarda tahsilat / kapasite oranını olumsuz etkileyebileceėi dūřunūlen faktōrler: dolařımdaki banknot sayısının artması, çoėunluėu eski yapılardan oluřan řube binalarının tadilat ve daha fazla sistem satın alınmasına imkan vermemesi vb. dir. Bu bařlıkta belirtilen kapasite miktarlarının BPS M7 kullanıcısı olan diėer ūlke merkez bankalarına kıyasla daha yūksək bir seviyede olduėu bilinmektedir. Kapasite beklentilerinin daha yūksək miktarlar olarak belirlenmesinin (Őrneėin 33 bn/s makine için 700 paket ve 22 bn/saniye makine için 500 paket) mevcut banknot iřleme sūrelerine ve organizasyon yapısına dūzenleme getirilmesini gerektireceėi, ayrıca nakit dōngūsūnde yer alan paydařlara maliyet ve operasyon açısından bazı yūkler getireceėi ōngōrūlmektedir. Yine de bu tablodaki veriler deėerlendirildiėinde ōzellikle aynı teorik hıza sahip sistemlerin ortalama saatlik performanslarının arasındaki %20'ye varan farklılıkların eēitlenebilmesinin mūmkūn olduėu dūřunūlmektedir. Bu hedefe ulařmaya en çok katkı vereceėi dūřunūlen yōntemin sistemlerin arıza ve performans dūřūmū kaynaklı kayıplarının azaltılmasını saėlayacak bir servis yōnetimi olduėu dūřunūlmektedir.

3.2. Banknot İşleme Sistemleri Servis Modelleri

BPS M7 model banknot işleme sistemleri birçok merkez bankası tarafından kullanılmaktadır. İlgili sistemlerin işletimlerinin yōnetimlerinde farklı servis modeli yaklaşımları benimsenmiştir. Merkez bankalarının būyūk çoğunluğu tarafından ūretici firma aracılığıyla sağlanan servis hizmeti satın alınmakta, sadece az sayıda sistemi olan sınırlı sayıda merkez bankası (Bosna Hersek, Azerbaycan) tarafından ōz kaynaklarla servis hizmetinin verildiği organizasyonlar oluşturulmuştur. Bazı merkez bankalarında (Fransa, İsviçre) hibrit model uygulanmaktadır. Hibrit yaklaşım, işletimde oluşan arızaların karmaşıklığına gōre ōncelikle merkez bankası būnyesindeki teknik

personel tarafından müdahale gerçekleştirilmesi, ileri seviye arızalara müdahale ve planlı bakım ihtiyacının üretici firmadan servis hizmeti satın alınarak yürütülmesidir. Bankamız açısından bu durum, sistem sayısı ve dağılımı düşünüldüğünde servis hizmetinin tamamen kendi bünyesindeki çalışanlar aracılığı ile sürdürülmekte olması sebebiyle özel bir örnek oluşturmaktadır.

Bankamız mevcut servis modeli operatör, teknisyen ve mühendislerin yer aldığı bir yapıdan oluşmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.2: Mevcut Servis Modeli

Şekilde mevcut servis modeli ve her ünvanın karşısında belirlenen görevler yer almaktadır. En kalabalık grup olan operatörler, banknot işleme faaliyetlerinde görevlendirilen Veznedar Yardımcısı, Veznedar ve Kıdemli Veznedar ünvanlı çalışanlardan oluşmaktadır. İşletim sırasında ani duruşların ve arızaların giderilmesi, talimatlarda belirtilen temizlik faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi operatörler tarafından sağlanmaktadır. Yedek parçaların şubelere gönderilmeleri, bir kısım yedek parçaların tamirleri, sensör kalibrasyonları ve yedek parça yerileştirme çalışmalarında teknisyen grubu çalışanlar yer almaktadır.

Mühendislik grubu çalışanlar büyük çoğunluğu idare merkezinde bulunmak üzere makine ve elektrik mühendislerinden oluşmaktadır. Mühendisler tarafından servis modeli açısından yürütülen görevler:

performans göstergelerinin değerlendirilmesi sonucu sistemlerin periyodik ve arıza bakımlarının planlanması ve yürütülmesi, arızaların giderilmesi konusunda operatörlere destek verilmesi ve gerekirse şubeye görevlendirilerek arızanın giderilmesi, yedek parçaların tedariği, stok takipleri, yerleştirilmeleri şeklindedir.

Sistemlerin işletimde olduğu şubelerin her biri için sorumlu mühendis görevlendirilmiştir. Ancak sadece bir kısım şubelerde mühendis çalışan bulunmaktadır. Aşağıda şubelerin sistem adetleri ve mühendis sayıları verilmiştir.

TABLO 5. ŞUBELERE GÖRE SİSTEM VE MÜHENDİS SAYILARI

Şube	Sistem Sayısı	Şube Mühendis Sayısı
İstanbul	11	2
Ankara	10	2
İzmir	7	3
Mersin	1	-
Samsun	2	-
İskenderun	1	-
Eskişehir	2	-
Diyarbakır	2	-
Gaziantep	7	1
Erzurum	2	-
Trabzon	2	-
Antalya	5	1
Edirne	2	-
Kayseri	3	-
Adana	2	-
Bursa	6	-
Denizli	3	-
Konya	2	-
Malatya	2	-
Van	2	-
İzmit	12	-

Kaynak: TCMB, 2025

Tabloda görüldüğü gibi tüm şubelerde mühendis bulunmamaktadır ve şubedeki sistem sayısı ile mühendis istihdamı orantılı değildir. Bu açıdan mevcut servis yönetiminin merkezi olduğu anlaşılmaktadır.

Güncel servis modelinde önleyici bakım yaklaşımıyla mühendisler tarafından genel bakım kapsamında şube ziyaretleri gerçekleştirilmektedir. Bakım zamanı dışında kalan zamanlarda oluşan arızalar operatörler tarafından giderilmeye çalışıldığından işletim performansları operatörlerin kabiliyetleri ile büyük oranda ilişkili olmaktadır.

3.3. Banknot İşleme Sistemleri Envanter Yönetimi

BPS M7 model banknot işleme sistemi mekanik, elektrik - elektronik ve pnömatik bileşenlerden oluşmaktadır. Sistemlerin periyodik bakım faaliyetleri, arıza giderme çalışmaları ve operasyon sırasında kullanılan sarf malzemeler de dahil olmak üzere yaklaşık 650 farklı cins yedek parça kullanılmakta ve şubelerde bulunan sınırlı bir kısmı hariç olmak üzere tamamı Bankamız Ankara yerleşkesinde depolanmakta ve ihtiyaca göre şubelere kargo yoluyla iletilmektedir. Bankamız şube hizmet binalarının eski yapılardan oluşması, bir kısmının anıt statüsünde korunması gibi sebeplerle önümüzdeki yıllarda muhtemel ihtiyaç duyulacak sistem kurulumları için gerekli olan banknot işleme alanı genişliği tadilat yapılarak karşılanmaya çalışılsa da artık ilgili alanların azami sınırlarına ulaşıldığı anlaşılmaktadır. Artan sistem sayısı, farklı donanım versiyonları ve geçmiş arıza deneyimleri şube yedek parça envanterinde artış ve çeşitlendirmeyi gerektirse de ilgili alanların yetersizliği, şube yedek parça envanter sorumlusu olmaması gibi kısıtlar sebebiyle arızaların giderilmesi sürecinde yedek parça erişimi kısıtları oluşarak makine duruş sürelerinin daha uzun olmasına neden olmaktadır. Yedek parça taleplerinin geçmiş istatistikleri incelendiğinde bir kısım yedek parçaların bazı şubeler tarafından daha fazla talep edildiği, bunun sebebinin operatörlerin arıza giderme müdahalelerinde eğitim ve ilgi eksikliğinin neden olduğu yanlış uygulamaların bir sonucu olduğu anlaşılmıştır.

Bu bölümde, Bankamız banknot işleme sistemleri bakım yönetiminde kullanılan performans göstergeleri açıklanarak kapasite ve yedek parça

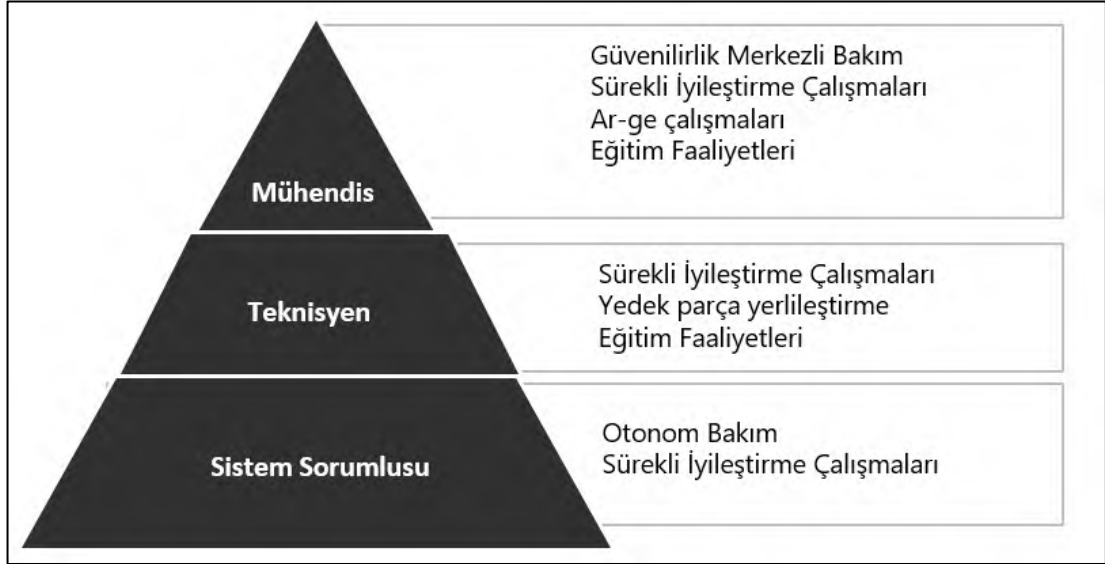
envanter yaklaşımı konusunda mevcut durum analiz edilerek değerlendirmelere yer verilmiştir. Bir sonraki bölümde mevcut servis modelinin güçlendirilmesi ve sistemlerin ortalama performanslarının uzun bir dönemde belirli bir seviyenin üzerinde kalması hedefiyle yapılması gereken faaliyetler ve düzenlemeler hakkında görüşler yer almaktadır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde; önerilen bakım yönetim sistemi kapsamında sistemlerin bakım faaliyetlerinin yürütülmesinde kullanılan servis modeline ve yedek parça envanter yönetimi yaklaşımına getirilmesi önerilen düzenlemelerin yanı sıra servis modelinde yer verilen faaliyetlerin gerçekleştirilmesi için oluşturulması gereken iyileştirme takımları organizasyonunun kurulabilmesi adına önemli olduğu düşünülen olan yetki, sorumluluk ve motivasyon konularında görüşlere yer verilmiştir.

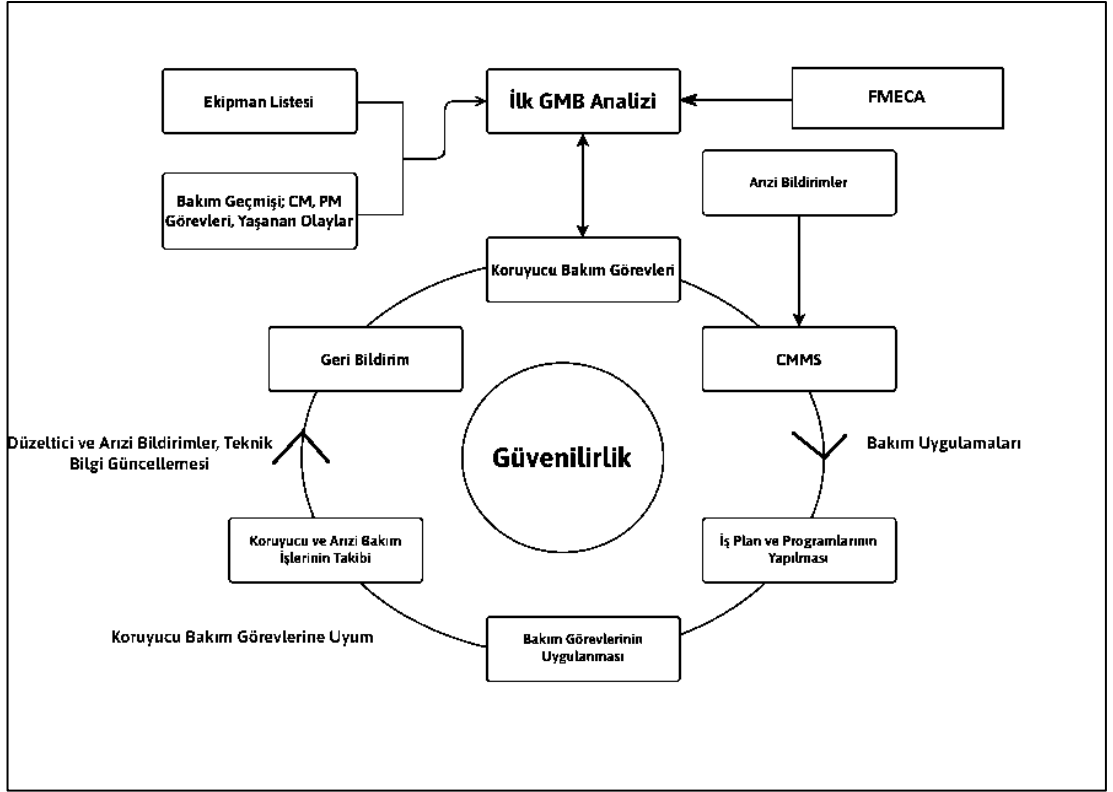
Öncelikle mevcut bakım yönetiminde belirtilen faaliyetlere aşağıdaki öneri servis modelinde yer alan gruplar ve faaliyetlerin de eklenmesi şeklinde düzenlenmesi önerilmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Öneri Servis Modeli

Öneri ile mühendis grubu çalışanlar tarafından yürütülen periyodik önleyici bakım faaliyetlerinin kapsamının güvenilirlik merkezli bir yaklaşımı odak noktasına alacak şekilde değiştirilmesi teklif edilmektedir. Güvenilirlik merkezli bakım (GMB) anlayışı, bakıma ihtiyaç duyulan hedef sistem fonksiyonlarının ve bileşenlerinin kritiklik açısından değerlendirilmesi sonrası

gerek önleyici gerekse kestirimci bakım yöntemlerinin uygulanmasını içermektedir. Aşağıda güvenilirlik merkezli bakım yaklaşımında sistem güvenilirliği ve emre amadelik oranlarını en üst seviyeye çıkarmayı hedefleyen ve bir akış diyagramı yer almaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: GMB Akış Şeması

Kaynak: Avcı, 19 Nisan 2025

Şekil 4.2’de güvenilirlik merkezli bakım anlayışının belirli bir odak noktası etrafında sürekli gelişen bir çevrim içinde hareket ettiği model örneği yer almaktadır. Bir çevrim şeklinde ifade edilen güvenilirlik merkezli bakım faaliyetlerinin, birbirinden beslenen ve ihtiyaca göre tekrar düzenlenerek yürütüldüğü anlaşılmaktadır. Model örnek alınarak önerilen servis yönetiminde yürütülecek bakım faaliyetleri sürecinde arıza duruşları kaynaklı kayıpların önlenmesi hedefiyle güvenilirlik merkezli bakım akışında yer aldığı üzere arıza deneyimleri ve bakım faaliyetleri gözlemlerinin bir geri bildirim mekanizması ile bir sonraki önleyici bakım görevlerine girdi oluşturması beklenmektedir.

Başlangıçta gerçekleştirilecek FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis) hata modu etkileri ve kritiklik analizi ile ekipmanın bilinen arızalarının etkin yönetimi sağlanabilecektir. Benzer şekilde sistemlerde ilk defa karşılaşılabilecek ve raporlanacak arızaların öncelikle güvenilirlik merkezli bakım yaklaşımında yer alan arıza modu karakteristiklerinden hangisinin kapsamında yer aldığı belirlenmesi sonrası ilgili koruyucu ya da kestirimci bakım stratejisine karar verilecektir. Böylece önleyici bakım görevlerine arıza bakımlardan kazanılan tecrübelerin dahil edilmesiyle banknot işleme sistemlerinde arıza sayısının azaltılması sağlanabilecektir. Örnekle; zamana bağlı mekanik bozunmalardan kaynaklanan arızalar için, aynı çalışma zamanına sahip sistemlerden birisine uygulanan arıza giderme düzeltmesi / iyileştirme çalışmasının kök nedeni belirlendiğinde, çözümün diğer sistemler için de (arıza, kötüye gidiş gözlemlenmese bile) uygulanmasının toplam ekipman etkinliğinin artırılması açısından önemli olacağı düşünülmektedir. Bu yaklaşım mevcut yedek parça kullanım trendlerini artıracak olsa da sistemlerin güvenilirliklerine önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Bu kapsamda öncelikle mevcut sistem envanterinde yer alan makinelerin çalışma zamanı / üretim verileri ve donanım versiyonlarına göre gruplandırılarak grup özelinde bakım çalışması yapılmasının sistemlerin etkin ömürlerinin uzatılmasına katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Bu hedeflerle; mevcut durumda genel bakım faaliyetleri sonrasında kayıt altına alınan bakım raporuna eklenecek “görüşler” bölümüne sistemlerin genel durumu ile ilgili gözlemler, bakım sırasında karşılaşılan sorunlar, tedarikine ihtiyaç duyulan yedek parça ve malzemeler, sürekli iyileştirme çalışmalarına katkı sağlayacak öneriler ve otonom bakım işlerine ve eğitim faaliyetlerine getirilecek düzenlemelere yer verilmelidir.

Servis modeli önerisinde teknisyen grubu çalışanlar tarafından yıllık genel bakım faaliyetlerine mühendis beraberinde katılım sağlanmasının ekipman iyileştirme çalışmaları, yerinde operatör eğitimleri ve arıza bakımları konularında katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Banknot işleme performansına etki eden önemli etmenlerden birisi de operatör – makine etkileşimidir. Sistem operatörü tarafından banknot işleme süreci başında yapılan ayarlar, paketlerin aralıksız şekilde beslenmesi, sistemin genel kondisyonunun yüksek tutulması ve tekleme kalitesi ayarları ekranındaki seçimler bu kapsamdadır. Önemli performans göstergelerinden birisi olan saatlik ortalama işlenen paket sayısı bütün bu etkileşimin bir sonucudur. Bu motivasyonla sistemlerin bulunduğu yerlerde teknik bilgi birikimi yüksek, banknot işleme sistemleri hakkında eğitilmiş çalışan sayısının artırılması bakım iş gücünün tüm iş gücüne oranını ve sisteme bakım yapılabilirliğini yükselterek ekipman etkinliğinin artırılmasında önemli bir yer tutacaktır. Böylece bakım bilgi birikiminin yaygınlaştırılması ile mevcut durumda dar bir grupta yürütülen faaliyetlerin kişilere olan bağımlılığının azaltılması, etkin bakım planlaması yapılarak fazla mesailerin önlenmesi ve sistemlerin üretim sürekliliği koruyabilmek mümkün olabilecektir. Bu motivasyonla yukarıdaki servis modeli şeklinde sistem sorumlusu olarak belirtilen grubun vezne servisi çalışanları (Veznedar Yardımcısı, Veznedar ve Kıdemli Veznedar) arasından eğitim durumları uygun ve yetenekli olanlar öncelikli olmak üzere şubede bulunan sistem başına iki çalışan ve sayısı ihtiyaca göre belirlenecek takım liderleri / liderlerinden oluşacak iyileştirme takımlarının sistemlerin performans iyileştirme faaliyetlerinin yürütülmesinde görevlendirilmelerinin sağlanması önerilmektedir.

İyileştirme faaliyetleri, toplam verimli bakımın önemli aşamalarından birisi olan odaklanmış iyileştirme (kobetsu kaizen) uygulamalarını temsil etmektedir. Öneri servis modelinde bulunan her grubun kendi ana faaliyetleri açısından odaklanmış iyileştirme çalışmalarına katkı sağlaması beklenmektedir. Sistem performansları açısından odaklanmış iyileştirmeye esas konular: arıza duruşlarının kısaltılması, saatlik ortalama işlenen banknot sayısının artırılması ve yedek parça yönetiminin iyileştirilmesidir. Ayrıca bu faaliyetleri tamamlayacak 5S uygulamalarıyla banknot işleme alanlarının standartlaştırılması, yedek parça deposunun düzeni, alet takım arabasına ve

sarf malzemelere (rulo bant, polipropilen şerit) erişimlerin kolaylaştırılması verimliliklerin artırılması açısından yeni bir bakış açısı sağlayabilecektir.

Sistem sorumlusu çalışanlar vasıtasıyla yürütülecek iyileştirme faaliyetleri, çalışmada referans alınan toplam verimli bakım uygulamalarında yer aldığı şekliyle otonom bakım olarak tanımlanmaktadır. Otonom bakım faaliyetleri M7 model banknot işleme sistemleri için tanımlanan kayıpların azaltılması ve sistemlerin ortalama saatlik işleme performanslarının teorik seviyeye yaklaştırılmasını sağlayacaktır. Böylece kapasite kullanım oranlarının yükselmesiyle envanterin etkin kullanımı sağlanabilecektir. Otonom bakım kapsamında yürütülecek işler günlük banknot işleme sürecinin başında ya da sonunda ve / veya haftanın belirlenen bir gününde ve gerektiği zamanda her biri en fazla 60 dakika olmak üzere sistem performansının artırılmasında önemli katkı vereceği düşünülen görevler ve bazı kontrol işlerinden oluşması öngörülen faaliyetlerdir.

Önerilen bakım yönetimi sisteminin hedefi; kayıpların azaltılması, sistemlerin ortalama performanslarının birbirlerine yaklaştırılması, dağıtık bir sistem yerleşimine sahip olan organizasyonumuzda bakıma ulaşılabilirliğin artırılması ve arızaya tepki süresinin kısaltarak daha büyük sorunları doğurmadan önlenmesidir. Ayrıca ilerleyen yıllarda mevcut banknot işleme altyapısında otomatik besleme, paketleme sistemleri gibi otomasyonu yüksek sistemlerin işletilmesinde görevli olacak eğitimli, teknik bilgi birikimi yüksek insan organizasyonunun oluşturulmasıdır.

Sistem işletiminin etkinliği ve sürekliliği için gerekli olan bakım faaliyetlerinde kullanılan ana kaynaklar iş gücü ve yedek parçalardır. Bu kapsamda çalışmada önerilen bakım yönetimi yaklaşımıyla yedek parça yönetimi konusunda mevcut uygulamaların tekrar gözden geçirilmesini de beklenmektedir. Yedek parça envanter yönetimi konusunda şubede bulunması gereken yedek parça listesinin şubede görevli mühendis olup

olmama durumu, sistem sayısı, donanım versiyonları, vezne faaliyetlerinin yoğunluğu ve yedek parça erişim süreleri göz önüne alınarak tekrar değerlendirilerek arıza teşhisinin kolaylaştırılması ve yedek parça erişim kaynaklı duruş sürelerinin kısaltılması açısından fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun için toplam verimli bakım organizasyonu kapsamında şube vezne servisi çalışanlarından oluşan iyileştirme takımı üyelerinden birisi / birkaçının yedek parça ve alet takım arabası sorumlusu olarak görevlendirilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Mevcut Banknot İşleme Sistemleri Uygulama Talimatı'nda şube yedek parça sorumlusu bulunmadığından ve alet takım arabası sorumluluğu Başveznedar'a verildiğinden bu konuda bir boşluk olduğu gözlemlenmektedir.

Eğitim faaliyetleri toplam verimli bakımın ana faaliyetlerinden birisidir ve önerilen servis modelinde eğitim faaliyetlerinin ana hedef kitlesi vezne servislerinde otonom bakım yürütücüleri olması planlanan iyileştirme takımı üyeleri çalışanlardır. Çalışmada bahsedilen M7 model banknot işleme sistemleri mekanik, elektronik ve pnömatik alt sistemlerden oluştuğundan otonom bakım faaliyeti yürütücüleri olması beklenen sistem sorumlusu çalışanların ilgili konuların her biri hakkında eğitilmiş olmaları önemlidir. Eğitim faaliyetleri sistemlerde karşılaşılan yaşa bağlı gelişmeyen bozunmaların (çoğunlukla elektronik arızalar) yönetimi için önemlidir. Elektronik kartlarda arıza analizi yapabilme, sistem modül kontrol ünitelerinin görevleri anlayabilme ve üretilen hata mesajlarını yorumlayabilme kabiliyetleri bu tür bileşenlerden kaynaklanan arıza kayıpların azaltılmasında önemli rol oynayacaktır. Öneride, eğitim faaliyetlerinin toplam verimli bakım yaklaşımıyla; tek nokta olarak adlandırılan yöntemle ekipman başında, içeriği performans iyileştirme etkisi en yüksek olan iş paketinden başlanmak üzere planlı bakım zamanlarında teknisyen grubu çalışanların katkısıyla gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

Banknot işleme süreçlerinde otomasyon seviyesinin artması bakımın daha önemli bir hale gelmesini gerektirecektir. Bu da bakım için

gereken insan gücü, bu gücün eğitilmesi ve motivasyonlarını da düzenleyen bir organizasyon yapısını gerektirmektedir. Çalışmada önerilen servis modeliyle Bankamız mevcut organizasyon yapısında bir kısım çalışanlar tarafından yürütülen faaliyetlerin çeşitlenmesi beklenmektedir. Her organizasyonda olduğu gibi önerilen servis organizasyonunda da yürütülen faaliyetlerin etkinliği ilgili çalışanların yetki, sorumluluk ve motivasyon dengelerinin sağlanmasıyla ilişkili olacaktır. Bakım yönetim politikaları insan kaynağının planlanmasını da gerektirdiğinden bu çalışmada önerilen bakım yaklaşımında otonom bakım faaliyetlerinde görev alması öngörülen sistem sorumlusu çalışanların yetki, sorumluluk ve iş motivasyonu dengesinin sağlanması adına önerilere de yer verilmiştir. Bunun ilk adımı olarak sistem sorumlusu çalışanlara (bir örneği Almanya Merkez Bankası'nda olduğu gibi) aylık ücretlerine iş motivasyonlarına katkı sağlayacak bir sistem tazminatının tanımlanmasının gerekli olduğu düşünülmektedir. Belirtilen çalışanların operatör sınıfında bulunan kullanıcı kartlarının daha geniş yetkilere sahip olan yeni bir sınıfa alınmaları sonrasında sistem arayüzlerine erişimlerinin kolaylaştırılmasıyla banknot işleme sürecinde saat düzeltilmesi, spiral senkronizasyonu ayarı, tekleyici çatalı arıza analizi, aylık veri tabanı yedeği alınması, sensör arıza analizi, test sayım modları ve çeşitli raporlara erişimlerinin sağlanmasının arıza analizi etkinliğini artıracığı ve işleme süreçlerini hızlandıracağı düşünülmektedir.

Toplam verimli bakım; bir işletme yönetimi prensibi olarak bakım ve iyileştirme çalışmalarını kayıt altına alınmasını önceleyerek bir bakım ve varlık yönetimi yazılımına sahip olmanın gerekliliğini savunduğundan önerilen servis modelinde şube çalışanları tarafından gerçekleştirilmesi öngörülen otonom bakım faaliyetlerinde yapılacak işler ve kullanılacak kaynakların takibi ve programlanması için Bilgisayar Destekli Bakım Yönetim Sistemleri (Computerized Maintenance Management Systems, CMMS)'nin kullanılmasının fayda sağlayacağı düşünülmektedir (Ünal, 2009). İlgili programlar endüstride bakım politikaları yönetimi kapsamında bir ekipmanın

ömür çevriminin en başından sonuna kadar çalışmasında gerçekleştirilecek planlı ve sistemli müdahalelerin takibi, yedek parça tedarik geçmiş ve iş gücü kaynak planlaması için kullanılmaktadır. Arızaların takibi ve onarım maliyetlerinin kayıtları, yinelenen arıza çözümlerinin standartlaştırılması ve ekiplere dağıtılmaları konularında yardımcı bir araçtır. Benzer şekilde ilgili programlar makine performans analizleri ile bakım zamanlarının optimize edilmesi ve ilgili iş emirlerinin açılmasında kullanılabilir. Ayrıca şubelerde bulunan mühendislerin erişimi sağlanarak bakım raporları ve performans analizi verilerine erişimin kolay ve standart hale getirilmesine katkı sağlayabilir.

Sonuç olarak çalışmada önerilen bakım yönetimi sistemi ile gerçekleştirilecek faaliyetler ve oluşturulacak organizasyon yapısının Bankamızın önemli operasyonel faaliyetlerinden birisi olan banknot işleme faaliyetleri etkinliğinin arttırılması ve mevcut otomasyon altyapısının geliştirilmesi açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Anh, P. C. (2012). Contribution of Total Productive Maintenance To Quality Performance. *The Journal of Japanese Operations Management and Strategy*, 3, 1, 38-54. Erişim: 10 Eylül 2024, https://doi.org/10.20586/joms.3.1_38.
- Avcı, A. (10 Ocak 2025). Güvenirlik Merkezli Bakım. Erişim: 19 Ocak 2025, https://www.emo.org.tr/ekler/b7cab6e498c4424_ek.pdf.
- Bamper, C., Sharp, J.M., Hides, M.T. (1999). Factors affecting successful implementation of total productive maintenance. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5, 3, 162-181. Erişim: 1 Aralık 2024, <https://doi.org/10.1108/13552519910282601>.
- Baki, B. (2001). TOPLAM VERİMLİ BAKIM ve TOPLAM KALİTE YÖNETİMİ İLİşKİSİ.Öneri Dergisi, 4, 16, 167-171. Erişim: 15 Nisan 2025, <https://doi.org/10.14783/maruoneri.728731>.
- Bal, A. (2013). Üretim Tesisleri İçin RFID Destekli Bakım Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Chan, F. T. S., Lau, H. C. W., Ip, R. W. L., Chan, H. K., Kong, S. (2005). Implementation of Total Productive Maintenance: A Case Study. *International Journal of Production Economics*, 95, 1, 71-94. Erişim: 23 Kasım 2024, <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2003.10.021>.
- Davies, A. (2013). Handbook of Condition Monitoring Techniques and Methodology. Erişim: 21 Eylül 2024, <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:203942369>.
- DIN. (2019). 31051: Fundamentals of Maintenance. Berlin.
- Esmaeilian, G. R., Megat Ahmad, M. M. H., İsmail, N., Sulaiman, S., Hamed, M. (26-28 Ağustos 2008). Particular Model for Improving Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) by Using of Overall Equipment Efficiency (OEE), *Information Technology, 2008. Uluslararası Sempozyum*, Kuala Lumpur Gösteri Merkezi, Malezya.
- Fuller, S., Petersen, S. (1996). LIFE-CYCLE COSTING MANUAL for the Federal Energy Management Program. Erişim: 1 Nisan 2025, https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=907459.

- iF Design*. (2025). Erişim: 3 Nisan 2025, <https://ifdesign.com/en/winner-ranking/project/bps-m7/55050>.
- İmai, M., (1997). *Kaizen*. (Çeviren: Kolektif). İstanbul: Kalder Yayınları.
- Karabulut, A. (1999). Toplam Üretken Bakım Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Karamanlı, F. (2003). Toplam Verimli Bakım Sürekli İyileştirme Takımlarının Ekipman İyileştirme Faaliyetleri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Kathleen, E. M., Elliott, N. W. (1998). TPM: planned and autonomous maintenance : bridging the gap between practice and research. *Production and operations management*. 7, 4, 335-351. Erişim: 27 Şubat 2025, <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.1998.tb00128.x>.
- Kenne, J. P., Nkeungoue, L. P. (2008). Simultaneous control of production, preventive and corrective maintenance rates of a failure-prone manufacturing system. *Applied Numerical Mathematics*. 58, 2, 180-194. Erişim: 12 Aralık 2024, <https://doi.org/10.1016/j.apnum.2006.11.010>.
- Kobu, B. (1996). Üretim Yönetimi. İstanbul: İ. Ü. İşletme Fakültesi.
- Liu, J., Djurdjanovic, D., Ni J., Casoetto, N., Lee, J. (Ağustos 2007). Similarity based method for manufacturing process performance prediction and diagnosis. *Computers in Industry*, 58, 6, 558-566. Erişim: 1 Ocak 2025, <https://doi.org/10.1016/j.compind.2006.12.004>.
- Moubray, J. (2001). Reliability-centered maintenance. New York: Industrial Press.
- Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM: Total Productive Maintenance. Cambridge: Productivity Press.
- Nasurdin, A. M., Jantan, M., Peng, W. W., Ramayah, T. (2005). Influence of Employee Involvement in Total Productive Maintenance Practices on Job Characteristics: The Malaysian Scenario. *Gadjah Mada International Journal of Business*, 7, 3, 287. Erişim: 7 Aralık 2024, <https://doi.org/10.22146/gamaijb.5580>.
- Omdahl, P. T. (1988). Reliability, Availability, and Maintainability (RAM) Dictionary. Milwaukee: ASQC Quality Press.
- Poor, P., Zenisek, D., Basl, J. (2019). *Historical Overview of Maintenance Management Strategies: Development from Breakdown Maintenance*

to Predictive Maintenance to Predictive Maintenance in Accordance with Four Industrial Revolutions. Erişim: 10 Mart 2025, https://www.researchgate.net/publication/335444202_Historical_Overview_of_Maintenance_Management_Strategies_Development_from_Breakdown_Maintenance_to_Predictive_Maintenance_in_Accordance_with_Four_Industrial_Revolutions.

Sağlam, F. (2000). Toplam Üretken Bakım ve Beko Elektronik A.ę. Uygulaması. Bitirme Projesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

San, S., Purba, H. (2021). A Systematic Literature Review of Total Productive Maintenance On Industries. PERFORMA Media Ilmiah Teknik Industri, 20, 97-108. Erişim: 12 Ekim 2024, https://www.researchgate.net/publication/357457791_A_Systematic_Literature_Review_of_Total_Productive_Maintenance_On_Industries.

Tajiri, M., Gotoh, F. (1992). TPM Implementation-A Japanese Approach. Erişim: 16 Mart 2025, https://books.google.com.tr/books/about/TPM_Implementation_a_Japanese_Approach.html?id=m-dTAAAMAAJ&redir_esc=y.

Temiz, İ., Atasoy, E., Sucu, A. (2010). Toplam Ekipman Etkinliği ve Bir Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12, 4, 49-60. Erişim: 10 Aralık 2024, <https://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12397/5654>.

Tsai, J. W. (1996). Operator Empowerment for Total Productive Maintenance. IFAC Proceedings Volumes, 29, 1, 795-798. Erişim: 1 Nisan 2025, [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)57758-7](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)57758-7).

Tsuchiya, S. (1992). Quality maintenance: zero defects through equipment management. Cambridge, MA: Productivity Press.

Türk Standartları Enstitüsü. (2017). Bakım – Terimler ve tarifler. Ankara.

Ünal, G. (2009). Güvenilirlik Merkezli Bakım ve Bir Endüstriyel Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Wakjira, W. M., Singh, P. A. (2012). Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing Industry. *Global Journal of Researches in Engineering Industrial Engineering*, 12, 1, 25-32. Erişim: 15 Nisan 2025, https://globaljournals.org/GJRE_Volume12/4-Total-Productive-Maintenance-A-Case-Study.pdf.

- Yurdakul, M., Demiray, A., İç, Y. T. (2011). Bir İmalat Firmasında Gerçekleştirilen Toplam Verimli Bakım (TVB) Uygulaması. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 4, 3, 162-171. Erişim: 7 Şubat 2025, https://dergipark.org.tr/tr/pub/tubav/issue/21524/230942#article_cite
- Zafer, N., Türkeş, E., Kasap, M. (2003). BAKIM MÜHENDİSLİĞİ VE YENİ TEKNİKLER. *Bakım teknolojileri kongresi ve sergisi*, MMO, Denizli.
- Zhou, X., Xi, L., Lee, J. (Nisan 2007). Reliability-centered predictive maintenance scheduling for a continuously monitored system subject to degradation. *Reliability Engineering & System Safety*, 92, 4, 530-534. Erişim: 2 Eylül 2024, <https://doi.org/10.1016/j.ress.2006.01.006>