**T.C.**
**SAKARYA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# ÇELİK PROFİL ÜRETİMİ YAPAN BİR FİRMADA YALIN DÖNÜŞÜM VE OTONOM BAKIM UYGULAMASI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Betül HALK**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**TEMMUZ 2024**

**T.C.**
**SAKARYA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# ÇELİK PROFİL ÜRETİMİ YAPAN BİR FİRMADA YALIN DÖNÜŞÜM VE OTONOM BAKIM UYGULAMASI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Betül HALK**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Rıza ADALI**

**TEMMUZ 2024**

Betül Akyüz tarafından hazırlanan "Çelik Profil Üretimi Yapan Bir Firmada Yalın Dönüşüm Ve Otonom Bakım Uygulaması" adlı tez çalışması 08.07.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans teziolarak kabul edilmiştir.

**Tez Jürisi**

**Jüri Başkanı :** .....
Üniversitesi

**Jüri Üyesi :** **Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Rıza ADALI** (Danışman).....
Sakarya Üniversitesi

**Jüri Üyesi :** .....
Üniversitesi

## ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum "Çelik Profil Üretimi Yapan Bir Firmada Yalın Dönüşüm ve Otonom Bakım Uygulaması" başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi'nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(……/……/20…..).

(imza)

Betül HALK

**TEŞEKKÜR**

Tez çalışmasının her aşamasında değerli fikirleri ile yol gösteren ve beni çalışmaya teşvik eden kıymetli hocam Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Rıza ADALI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim yolculuğumda her zaman yanımda olan, beni yetiştirip bugünlere gelmemi sağlayan anneme ve babama, bu yolculuktaki emekleri için ablama teşekkür ederim.

Tez çalışması süresince sonsuz sevgi ve anlayışla bana her konuda destek olan eşim ve oğluma teşekkür ederim.

Betül HALK

**İÇİNDEKİLER**

**Sayfa**

**ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ ..... v**
**TEŞEKKÜR ..... vii**
**İÇİNDEKİLER ..... ix**
**KISALTMALAR ..... xi**
**TABLO LİSTESİ ..... xiii**
**ŞEKİL LİSTESİ ..... xv**
**ÖZET ..... xvii**
**SUMMARY ..... xix**
**1. GİRİŞ ..... 1**
**2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI ..... 3**
2.1. Otonom Bakım İle İlgili Yapılan Çalışmalar ..... 3
2.2. Literatür Çalışmalarının Değerlendirilmesi ..... 4
**3. YALIN ÜRETİM ..... 5**
3.1. Yalın Üretim İlkeleri ..... 7
3.2. Yalın Üretim Teknikleri ..... 7
3.2.1. 5S ..... 8
3.2.2. Tek nokta dersi ..... 10
3.2.3. Kaizen ..... 11
3.2.4. Standart iş ..... 12
3.2.5. Toplam Üretken Bakım (TPM) ..... 12
3.2.5.1. Altı büyük kayıp ..... 15
3.2.5.2. Planlı bakım ..... 17
3.2.5.3. Kestirimci bakım ..... 18
3.2.5.4. Otonom bakım ..... 19
**4. UYGULAMA ..... 27**
4.1. 5S Sistematiğinin Kurulması ..... 27
4.2. OEE Sistematiğinin Kurulması ..... 28
4.2.1. Duruş tanımlarının belirlenmesi ..... 28
4.2.2. Performans hesaplamasının tasarlanması ..... 29
4.2.3. Kalite hesaplamasının tasarlanması ..... 29
4.2.4. MES sisteminin devreye alınması ..... 29
4.3. Otonom Bakım Faaliyetlerinin Uygulanması ..... 33
4.3.1. Başlangıç (hazırlık) adımı ..... 33
4.3.1.1. Otonom bakım komitesinin kurulması ..... 33
4.3.1.2. Otonom bakım eğitimlerinin verilmesi ..... 34
4.3.1.3. Ekipmanların belirlenmesi ve önceliklendirilmesi ..... 34
4.3.1.4. Pilot ekipman seçimi ve mevcut durum analizi ..... 35
4.3.1.5. Tek nokta dersi yönetim sisteminin oluşturulması ..... 37
4.3.1.6. Hata kartı yönetim sisteminin oluşturulması ..... 40
4.3.1.7. Çalışan yetkinlik matrislerinin hazırlanması ..... 41
4.3.1.8. Otonom bakım yaygınlaştırma planının oluşturulması ..... 45

4.3.1.9. Otonom bakım seviye atlama denetim kriterlerinin hazırlanması .... 45
4.3.1.10. Pilot ekipman için bakım kütüklerinin oluşturulması ..... 45
4.3.1.11. Otonom bakım panosu standartlarının belirlenmesi..... 48
4.3.2. Temizlik ve Kontrol ..... 49
4.3.2.1. Kick-Off toplantısı – mevcut durumun tespit edilmesi..... 49
4.3.2.2. CILT aktiviteleri ISG risk analizlerinin yapılması..... 50
4.3.2.3. CILT aktivite uygulama kontrol formunun hazırlanması ..... 51
4.3.3. Karşı Tedbirler ..... 55
**5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME ..... 59**
**KAYNAKLAR..... 63**
**EKLER..... 65**
**ÖZGEÇMİŞ..... 73**

## KISALTMALAR

| | |
|---|---|
| **CILT** | **:** Cleaning (Temizlik), Inspection (Kontrol), Lubrication (Yağlama), Tightening (Sıkma) |
| **ERP** | **:** Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlaması) |
| **İSG** | **:** İş Sağlığı ve Güvenliği |
| **OEE** | **:** Overall Equipment Effectivenes (Toplam Ekipman Etkinliği) |
| **SEÇ** | **:** Sağlık, Emniyet, Çevre |
| **TND** | **:** Tek Nokta Dersi |
| **TPM** | **:** Total Productive Maintenance (Toplam Üretken Bakım) |
| **TPS** | **:** Toyota Production System (Toyota Üretim Sistemi) |

## TABLO LİSTESİ

**Sayfa**

**Tablo 3.1.** TPM'nin dört ana dönemi ..... 14
**Tablo 3.2**. Otonom bakım faaliyetleri. ..... 20
**Tablo 4.1.** Günlük OEE raporu. ..... 30
**Tablo 4.2.** Günlük duruş raporu. ..... 30
**Tablo 4.3.** Ekipman önceliklendirme parametreleri. ..... 35
**Tablo 4.4.** Çalışan yetkinlik mevcut durum analizi. ..... 42
**Tablo 4.5.** Ekipman bakım kütüğü. ..... 45
**Tablo 4.6.** Otonom bakım saha gözlem raporu. ..... 50

## ŞEKİL LİSTESİ

**Sayfa**

**Şekil 3.1.** Toyota Üretim Sistemi (Liker, 2004) ..... 6
**Şekil 3.2.** Ekipman yaşam döngüsü küvet eğrisi (R.K.Mobley, 2002)..... 13
**Şekil 3.3.** Toplam ekipman verimliliği (Güven K., 2006)..... 17
**Şekil 3.4.** Otonom bakım 7 aşaması (Şen, 2023)..... 21
**Şekil 4.1.** OEE hesaplaması formülleri..... 31
**Şekil 4.2.** OEE raporu MES sistemi ekran görüntüsü..... 32
**Şekil 4.3.** Ekipman önceliklendirme matrisi sonuç grafiği..... 36
**Şekil 4.4.** Doğrultma tezgahı arıza kaynaklı duruş grafiği. ..... 36
**Şekil 4.5.** Arıza türlerine göre duruş grafiği. ..... 37
**Şekil 4.6.** Tek Nokta Dersi formu..... 38
**Şekil 4.7.** Tek Nokta Dersi faaliyetleri yönetim süreci..... 39
**Şekil 4.8.** Beyaz hata kartı. ..... 40
**Şekil 4.9.** Kırmızı hata kartı..... 41
**Şekil 4.10.** Operatör yetkinlik matrisi radar grafiği..... 43
**Şekil 4.11.** Operatör gelişim eğitim planı içeriği..... 44
**Şekil 4.12.** Otonom bakım yaygınlaştırma planı. ..... 46
**Şekil 4.13.** Otonom bakım seviye atlama kriterleri. ..... 47
**Şekil 4.14.** Pilot ekipman için hazırlanan bakım kütüğü ..... 48
**Şekil 4.15.** Otonom bakım panosu..... 49
**Şekil 4.16.** Doğrultma makinesi İSG risk değerlendirmesi. ..... 51
**Şekil 4.17.** Doğrultma makinesi CILT aktiviteleri uygulama kontrol formu. ..... 53
**Şekil 4.18.** CILT aktiviteleri uygulama TND eğitimleri örneği ..... 54
**Şekil 4.19.** Doğrultma tezgahı kirlilik kaynakları haritası..... 55
**Şekil 4.20.** Kaizen örneği-1 ..... 56
**Şekil 4.21.** Kaizen örneği-2 ..... 57
**Şekil 5.1.** Otonom bakım faaliyetleri sonrası arıza duruş süreleri grafiği. ..... 60
**Şekil 5.2.** Arıza türlerine göre duruş süreleri grafiği. ..... 60
**Şekil 5.3.** Aylık arıza sürelerinin değişim grafiği..... 61
**Şekil 5.4.** Toplam arıza süresinin değişim grafiği. ..... 61
**Şekil 5.5.** Arıza türlerine göre değişim grafiği. ..... 62

**ÇELİK PROFİL ÜRETİMİ YAPAN BİR FİRMADA YALIN DÖNÜŞÜM VE OTONOM BAKIM UYGULAMASI**

## ÖZET

Rekabetin giderek arttığı günümüz koşullarında işletmelerin maliyetlerini azaltabilmesi ve aynı zamanda varlıklarını koruyabilmesi için etkin bir üretim yönetimine sahip olması gerekmektedir. Bunun için katma değersiz faaliyetleri eliminize ederek pazarın değişimine uyum sağlayabilecek yalın bir üretim metodu geliştirilmelidir.

Geleneksel metotlar ile üretim yapılan bir işletmede tezgahlara ait bakım metodolojisinin gelişmemiş olması üretimde kalitesizliğe ve zaman kaybına yol açmaktadır. Seri üretim yapan bir üretim hattı için bu durum uzun duruşlara ve üretim planında aksamalara neden olmaktadır. Bu noktada işletmeler ekipmanların etkin bir şekilde yönetilebilmesini, bakımlarının yapılmasını ve sürecin iyileştirilebilmesini sağlayan sistematik bir yaklaşım olan Toplam Üretken Bakım faaliyetlerine yönelmeye başlamışlardır. Toplam Üretken Bakım tüm çalışanları içine alan, arızaların giderilmesini değil önlenmesini amaçlayan, sıfır hata ve sıfır kaybı hedefleyen yenilikçi bir yalın üretim anlayışıdır.

Birçok işletmede otonom bakım ile bakım faaliyetleri karıştırılmaktadır. İşletmelerdeki çalışanların sadece üretime odaklanması ve bakımın sadece bakım personelinin işi olarak algılaması, özellikle ekipmanlardaki arıza kayıplarını arttırmaktadır. Ayrıca ekipmanın doğal yaşam döngüsünü tamamlayamadan atıl duruma gelmesine de neden olmaktadır. Bu noktada otonom bakımın önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada çelik profil üretimi yapan bir firmanın bakım süreci incelenmiş ve arıza kaynaklı duruşları azaltıp ekipman etkinliğini en üst düzeye çıkarabilmek için yalın üretim faaliyetleri uygulanmıştır. Öncelikle 5S ve OEE sistematiği kurulmuştur. TPM felsefesinin araçlarından biri olan otonom bakım yöntemi ile ekipmanların arıza kaynaklı duruş sürelerinin azaltılması ve buna bağlı olarak OEE değerinin arttırılması amaçlanmıştır.

Otonom bakım uygulamaları sektörde nadir olduğu için ve işletmede ilk defa uygulanacağı için sınırlı bir pilot bölgede devreye alınmıştır. Pilot bölge belirleyebilmek için üç fabrikanın geçmiş bir yıllık duruş verileri incelenmiştir. Belirlenen işletmede otonom bakım sürecini devreye almak için bir proje planı oluşturulmuştur. Otonom bakım komitesi kurulmuştur. Komite üyelerine belirli görev ve sorumluluklar atanmıştır, ilgili eğitimler verilmiştir.

Otonom bakım faaliyetlerine başlanacak ekipmanın belirlenmesi için şirket içi envanter listesi çıkarılmıştır. Komiteyle birlikte belirlenen ekipman için mevcut durum analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre belirlenen ekipman ortalama 157 dk/ay olmak üzere 1887 dk/yıl arıza kaynaklı duruşa sahiptir. Otonom bakım sonrasında bu duruş verilerinde iyileştirme hedeflenmektedir.

Otonom bakım faaliyetlerinin ikinci adımı pilot ekipmanda yeni tamamlanmıştır. Üçüncü adım ve sonraki adımlar için çalışmalar devam etmektedir. İkinci adım sonucunda 157 dk/ay olan 2022 yılı arıza duruş ortalaması, 2023 yılında 142 dk/ay olarak ölçülmüştür. Toplam arıza kaynaklı duruşları incelediğimizde, 1.887 dk/yıl olan 2022 yılı arıza kaynaklı duruş süresi yaklaşık %9,5 iyileşme göstererek 2023 yılında 1.708 dk/yıl ölçülmüştür.

Bu çalışmada ele alınan konu, çelik profil üretimi yapan firmada yalın dönüşümün uygulanması ve konu özelinde otonom bakım sistematiğinin nasıl kurulması gerektiği konusunda literatüre katkı sağlamıştır.

**LEAN TRANSFORMATION AND AUTONOMOUS MAINTENANCE IMPLEMENTATION IN A STEEL PROFILE PRODUCTION COMPANY**

## SUMMARY

In today's competitive environment, businesses need effective production management facilities to reduce their costs while protecting resources. For this purpose, non-value-added activities should be eliminated and a lean production method should be developed that adapt to changes in the market requirements.

In a manufacturing facility where production is carried out using traditional methods, the underdeveloped maintenance methodology of the machines cause to be poor quality and loss of time in production. This situation leads to long downtimes and deviations from the production plan for a mass production line. At this juncture, facilities are beginning to adopt Total Productive Maintenance (TPM) activities, which is a systematic approach that enables effective management of equipment, maintenance and process improvement. TPM is an innovative lean production approach that involves all employees, aiming to prevent malfunctions rather than simply eliminating them, and striving for zero defects and zero losses.

In many facilities, there is confusion between autonomous maintenance and traditional maintenance activities. The employees often only focus on production, perceiving maintenance as the responsibility of maintenance personnel. This misconception significantly increases equipment failure losses at facilities and prematurely idles equipment before completing its life cycle. In such instances, the significance of autonomous maintenance becomes evident.

This study examines the maintenance process of a company specializing in steel profile production. Lean production activities were introduced to minimize downtime caused by malfunctions and optimize equipment efficiency. Initially, 5S and Overall Equipment Effectiveness (OEE) systems were implemented. The goal is to decrease equipment downtime resulting from malfunctions and consequently enhance OEE values by employing the autonomous maintenance method, which is a component of Total Productive Maintenance (TPM)

The first three steps of 5S must be completed for initial cleaning and inspection which is the first step of Autonomous Maintenance. Therefore, roles and responsibilities for 5S were identified and supported with training. Kick-off meetings were conducted on-site, and discipline in 5S was maintained through regular audits, which gradually became ingrained in the company culture. As the second step, the OEE systematic was established. Planned and unplanned downtime were determined in the ERP system as a main heading to calculate the availability value in the OEE study. A signal point has been determined to trigger automatic downtime response to anomalies in the production line and the ERP system has been designed accordingly. Furthermore, bottleneck points and target cycle times were determined for each product through the products produced in order to calculate performance. Quality values were derived from the variance between gross rolled quantity and net rolled quantity.

Given the rarity of applications in the industry and since this will be the business's first implementation, autonomous maintenance applications have been implemented in a limited pilot area. To determine this pilot area, downtime data from the previous year across three factories was scrutinized. Subsequently, a project plan has been created to activate the autonomous maintenance process in the specified facility. An autonomous maintenance committee was formed, with each member assigned specific duties and responsibilities. Relevant training was provided to equip committee members with the necessary skills and knowledge.

An in-house inventory list has been compiled in order to determine the equipment to commencement autonomous maintenance activities. Subsequently, a comprehensive analysis of the current situation was conducted in collaboration with the committee for the identified equipment. The determined equipment has revealed 1887 minutes of malfunction-related downtime per year, averaging 157 minutes per month according to the analysis results. It is aimed to improve these posture data after that autonomous maintenance applications.

Training was provided to operators regarding the work delegated by maintenance personnels. One Point Lesson systematic has been established in order to put document the work steps to be done into simply language.

White and red visual cards were designed to manage the information flow in abnormal situations detected in the equipment. White cards signify anomalies to be addressed by operators, while red cards indicate anomalies requiring attention from maintenance personnel. Furthermore, a competency matrix for employees has been developed to monitor and enhance their skills. Employees' knowledge and skills were measured with related survey questions. Subsequently, a customized development training plan was devised for each operator based on the survey results.

Finally, an audit program has been published to monitor the progress of autonomous maintenance work and to determine leveling criteria. Following these preparatory stages, the subsequent steps of autonomous maintenance have been initiated.

The second step of autonomous maintenance activities has recently been completed for the pilot equipment. Progress is currently underway for the third step and subsequent stages. Following the completion of the second step, the average monthly downtime for 2023 decreased to 142 minutes from 157 minutes in 2022. Upon analyzing the total malfunction-related downtime, it was observed that the total downtime reduced from 1,887 minutes per year in 2022 to 1,708 minutes per year in 2023.This signifies an improvement of approximately 9.5% in total malfunction-related downtimes.

Based on the results obtained, an annual capacity increase of 3 hours has been achieved. The benefit obtained from the machine, which is operated by 12 individuals, is calculated as 36 man-hours/year. In order to evaluate the annual benefit of 36 man-hours from a financial perspective, the labor hourly wage was calculated using minimum wage data (as of 2024, the hourly minimum wage is gross 88.9 TL). According to these calculations, the benefit derived at this stage is estimated to be 3,200 TL. Furthermore, it is anticipated that approximately 176 tons per year of production growth will be realized due to the 3-hour capacity saving. These gains are expected to improve further as the autonomous maintenance levels progress.

When initiating improvement initiatives, it is advisable for facilities to first establish a systematic data analysis tool such as Overall Equipment Effectiveness (OEE) to

thoroughly examine the current situation and identify losses in the process. This systematic approach will aid in accurately determining both the methods to be applied and the equipment or processes to be targeted by the facility. The subject matter discussed in this study contributes to the literature on the implementation of lean transformation in the company producing steel profiles and how to establish an autonomous maintenance systematic.

# 1. GİRİŞ

Günümüzde şirketlerin rekabet gücünü arttırması, üretim maliyetlerini azaltması ve sahip olduğu varlıkları etkin bir biçimde kullanabilmesi için stratejik vizyon oluşturması gerekmektedir. Bu koşullar ancak kaliteli bir üretim yönetimi ile sağlanabilir.

Kaliteli ürünler üretebilmek için önemli sermaye yatırımları gerekmektedir. Bu yatırımlar büyüdükçe bakım faaliyetlerinin önemi artar. Çünkü üretim faaliyetlerinde yaşanan olası arızalar üretim planını aksattığı gibi ekstra bakım giderleri de oluşturur. Bakım giderleri endüstrinin türüne göre değişir; ancak her yıl bakım giderleri üretim maliyetlerinin genellikle %15-40'ını oluşturur (Maggard ve Rhyne, 1992). Modern endüstride bakım faaliyetleri sadece bir gider kalemi değil stratejik bir rekabet aracı olarak görülmektedir. Bu sebeple şirketler üretim süreçlerini aksatmamak ve bakım maliyetlerini belli bir düzeyde tutabilmek için bakım yöntemlerini değiştirmek zorunda kalmıştır.

TPM, tüm çalışanları içine alan sıfır arıza ve sıfır kaybı amaçlayan yalın üretim anlayışıdır. Üretim süreçlerinde kullanılan ekipman ve teçhizatların yönetimini iyileştirmek için şirketler tarafından kullanılmaktadır. TPM, sekiz sütundan oluşur. Bu yapının bir parçası da otonom bakım olup bakımcılar dışındaki aktörleri de sürece dahil etmeyi amaçlar. Otonom bakım ile çalışanlar kullandıkları makine ve ekipmanları benimser, teknik eğitimler ile hataları fark etmeye başlar.

1970'lerde Japonya'da başlayan TPM, küresel çapta yayılarak uluslararası alanda hızla kabul görmüştür. Ülkemizde ise 1990'ların başlarında başta Pirelli, Brisa, Kordsa, Tofaş, Netaş, Arçelik ve Beko olmak üzere uluslararası düzeyde faaliyet gösteren birçok Türk şirketinde uygulanmaya başlanmıştır. (İşaşır, 2006).

Yapılan bu çalışmada yalın üretim ve toplam üretken bakım faaliyetleri incelenmiş ve bu konuda yapılan araştırmalar ele alınmıştır. Yalın üretim temelde hızı arttırıp akış süresini kısaltarak kalite, maliyet ve teslimat üçgenini geliştirmeyi amaçlar (Alkan, 2021). Gereksiz malzeme hareketleri, ara stoklar, arızalanan makineler, kalite problemleri gibi genel sorunlar yalın üretim felsefeleri ile giderilebilmektedir.

Öncelikle yalın üretim ilkeleri ve başlıca yalın üretim teknikleri açıklanmıştır. Ardından toplam üretken bakım üzerinde durulmuştur. Toplam üretken bakım kavramlarından, tarihsel gelişiminden ve işletmelerdeki kayıplardan bahsedilmiştir. TPM bileşenlerinden biri olan otonom bakım detaylı olarak açıklanmış hazırlık ve devamındaki yedi adım ele alınmıştır.

Uygulama bölümünde ise çelik profil üretimi yapan bir firmanın üretim ve bakım süreçleri incelenmiş ve bu süreçlerde yalın üretim faaliyetleri uygulanmıştır. Fabrikada 5S ve OEE sistematiği kurulmuştur. OEE analizi için sahadan verilerin sistemde toplanması sağlanmıştır. Hesaplamalar ve karşılaştırmalar yapılmıştır. Otonom bakım matrisi ile belirlenen pilot bölgede otonom bakım çalışmaları yapılmıştır.

Son bölümde ise uygulamaların kalite ve verimliliğe olan etkileri gözlemlenmiştir.

# 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

## 2.1. Otonom Bakım ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Literatür araştırması için arama dizilimine “Autonomous Maintenance” ifadesi yazılmış ve bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar ve makaleler incelenmiştir. Bu bölümde otonom bakım uygulayan 2018-2023 yılları arasında yapılan çalışmalar incelenmiş ve elde edilen sonuçlar kronolojik sıraya göre aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

- Rahman S. (2018), Toplam Üretken Bakım (TPM) uygulayarak jüt fabrikasında Genel Ekipman Verimliliğini (OEE) iyileştirmek ve aynı zamanda büyük ekipman kayıplarını minimize etmek için sonuç odaklı uygulama metodolojisi tasarlanmıştır. Ekipmanların üretim performansını iyileştirmeye yönelik TPM’nin katkısını değerlendirmek amacıyla Bangladeş'in Khulna kentinde bulunan Platinum Jubilee Jüt Değirmeni'nde bir vaka çalışması yapılmıştır. Seçilen fabrikada TPM'nin doğru şekilde uygulanmasının ardından OEE değerinde %23,42 artmış gözlemlenmiştir.
- Silva J.(2019), Brezilya'da kaynak sektöründe faaliyet gösteren bir firmada 8 adımlı otonom bakım (7 + hazırlık adımı) faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucu; operatörlerin makineler ve otonom bakım prosedürleri hakkındaki bilgi seviyesinde %39'luk bir artış ve ekipmanın aylık arıza sürelerinde %75'lik bir iyileştirme sağlanmıştır.
- Ben J. (2022), Bira üretimi ve paketlemesi yapan bir şirketin iki aylık makine arıza verileri incelenmiştir. Cam şişe doldurucusu ve kapak takma makinesi 96,62 saat ile en uzun duruşa sahip olduğu ve ürün kalitesini etkileme potansiyeli de olduğundan proseste en kritik makine olduğu belirlenmiştir. Bu makinede otonom bakım uygulaması yapılmıştır. Buradaki amaç operatörlerinin eğitimi ve becerilerinin artırılmasıyla makine kullanılabilirliğini optimize edip, vasıflı bakım çalışanlarının katma değerli görevlere ve teknik onarımlara odaklanabilmesini sağlamaktır. Mevcut durumda iki arıza arasındaki süre ortalama 87,42 saat, arıza giderilme süresi ortalama 1,5 saat olurken otonom bakım uygulandıktan sonra iki arıza

arasındaki sürede önemli bir artış görülmüş ve bu süre 113,27 saate çıkmıştır. Arıza giderilmesi için geçen süre ise 0,87 saate düşmüştür. Bu sonuçlar, operatörlerin makinelerinde otonom bakım yapma konusunda yetkilendirilmesinin, ekipman arızasını tespit etme, arızayı azaltma, güvenilirliği artırma ve makine performansını iyileştirme açısından önemli olduğunu göstermiştir.

- Şen S.S. (2023), Enerji nakil hattı için çelik profil üretimi yapan bir tesiste, 5S ve kaizen uygulamaları devreye alınmış ve çalışanlara bu konularda eğitimler verilerek yalın üretim bilinci oluşturulmuştur. 5S uygulamaları kapsamında yeni bir matkap düzenine geçilmiş ve iyileştirmelerle ilgili tezgâhtaki kurulum süresi 600 saniyeden 180 saniyeye indirilmiştir. Otonom bakım yöntemlerinin hayata geçirilmesinden sonra, arıza çeşitleri ve sürelerinde belirgin bir azalma gözlenmiştir. 2021 ve 2022 yılları arasında toplam arıza süresi yaklaşık %44 oranında azalmıştır. 2022 ve 2023 yılları arasında ise bu azalma yaklaşık %29 oranında gerçekleşmiştir.

## 2.2. Literatür Çalışmalarının Değerlendirilmesi

Otonom bakım, yalın üretim felsefesini benimsemiş işletmelerde bakım sürecine tüm çalışanları katarak herkesin kendi makinesini iyi tanımasını sağlar ve arıza durumlarında anlık müdahaleler ile ekipman etkinliğinin arttırılmasını amaçlar. Dünya klasında üretim yapan firmalar otonom bakımı, toplam üretken bakım içinde “ana konu” olarak tanımlamaktadır (Gajdzik, 2014).

Bu çalışmada otonom bakım, çelik üretimi yapan bir işletmenin üretim süreçlerinde uygulanmaya başlanmıştır. Kayıpların tespiti için OEE sistematiği geliştirilmiştir ve otonom bakım ile israfların azaltılması yönünde iyileştirmeler hedeflenmiştir.

# 3. YALIN ÜRETİM

Yalın üretim, israfları ortadan kaldırıp maliyeti azaltırken üretim performansının en üst seviyede olmasını amaçlayan bir yönetim sistemidir. Müşterinin talep ettiği değerin müşteriye sunuluncaya kadar geçen tüm süreçlerdeki israfa neden olabilecek işlemlerin ortadan kaldırılmasını/en aza indirilmesini, aynı zamanda günümüz piyasa koşullarında pazarın değişimine uyum sağlayabilecek esnek üretim sistemlerinin kurulmasını amaçlar. Katma değerli ve değer katmayan faaliyetleri birbirinden ayırarak sürekli iyileştirme ile israfları minimize eder.

Yalın üretim, rekabetçi piyasaya çözüm önerisi olarak formüle edilmiştir. İşletmelerin varlıklarını sürdürebilmesi, değişimlere sistematik ve sürekli olarak yanıt verebilmesine bağlıdır. Mükemmelliğe ulaşmak için katma değerli süreçler gereklidir. Yalın üretim sisteminin uygulanması ise bu sebeple işletmeler için en temel gereksinimdir.

Yalın üretim kavramı ilk kez John Krafcik tarafından Toyota Motor Fabrikası'nda geliştirilen yeni bir üretim tekniğini tanımlamak amacıyla kullanılmaktadır. (Bendell, 2006). John Krafcik, gereksiz hiçbir öğe içermeyen bir üretim sistemi olarak yalın üretimi tanımlamıştır. Bu sistem, hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, israf ve müşteri memnuniyetsizliği gibi faktörleri en aza indirir (Aydemir, 1995). Yalın üretim çoğunlukla Japon endüstrisinden geliştirilmiştir. Atık azaltma yöntemi olarak kabul edilse de pratikte israfı en aza indirerek ürünün değerini en üst seviyeye çıkarır.

Toyota üretim sisteminin en temel ilkesi müşterinin istediği zamanda, istediği miktarda üretmek ve bununla birlikte gereksiz taşıma ve stoklama maliyetleri olmadan bu faaliyeti gerçekleştirmektir. Çünkü Toyota Üretim Sisteminde stok demek israf demektir ve bu sistemde israf diye bir kavrama yer yoktur. Üretimin her adımı bir sonraki prosesin ihtiyacı kadar üretim yapmak üzerine kuruludur ve bu kanban kartları ile yönetilir.

**Şekil 3.1.** Toyota Üretim Sistemi (Liker, 2004)

Yalın üretim ile;

- Biriken ara stoklar en aza indirilir. Gerektiği zaman gerektiği miktarda üretimle kontrollü bir üretim planı oluşturulur.
- Ara stoklar prosesteki bir sonraki adıma geçtiğinde olası hatalar çabuk ortaya çıkar ve aksiyonlar hızlı alınır.
- Ara stoklar çok olmadığı için hurda maliyeti veya yeniden işleme maliyetinde düşüş olur.
- Ekipler oluşturulur, çalışanlar işin içinde olup farkındalık gelişir ve sürekli iyileştirme anlayışı ortaya çıkar.
- Üretim hataları için analizler yapılır. İyileştirme çalışmaları ile ürün kalitesi artar.
- Tedarikçiden müşteriye kadar uzanan süreçte her adımın yalınlaştırarak ilerlenmesi ile tedarikçi yeteneklerinde ve maliyetlerde iyileşme yaşanır.

Yalın üretim israfları en aza indirerek geleneksel yöntemlere göre daha kısa sürede üretim yapmayı amaçlar. Tüm sektörlerde ürün kalitesi milyonda hata seviyesi şeklinde uluslararası belirlenen düzenlemelere göre ölçümlenmektedir. Bu kalite kriteri ancak tek seferde doğru üretim stratejisi ile yakalanabilir. Yalın üretim tüm bu kısıtlar içerisinde bir bütünü oluşturmaktadır.

Kaynakların en verimli şekilde kullanılarak tam zamanında en uygun maliyetle üretimin yapılmasının yolu yalın üretim felsefesinden geçmektedir. Yalın üretim, bir

prosesteki tüm aşamaları inceler ve kayıpları ortaya çıkararak işletmedeki verimliliğin ve kalitenin arttırılmasına yardımcı olur.

### 3.1. Yalın Üretim İlkeleri

Yalın üretim, 5 temel ilkeden oluşur. Bunlar değer, değer akışı, akış, çekme ve mükemmelliktir.

Değer: Müşterinin neyi değerli bulduğu ve bu değerleri nasıl tanımladığına göre belirlenir. Yalın üretim, müşteri beklentilerini karşılayan ürün veya hizmetin üretilmesine odaklanır. İşletmeler müşterinin beklentilerini anlamalı ve bu değeri karşılayabilmek için süreçlerini tasarlamalıdır.

Değer Akışı: Değer akış haritası, tedarik edilen bir ürünün veya hizmetin tedarik süreci boyunca katma değerli ve değer katmayan faaliyet adımlarını gösteren bir süreç haritasıdır. İşletmeler bu haritaları kullanarak iş süreçlerindeki israfları belirleyebilir ve ortadan kaldırmak için çalışmalar başlatabilirler.

Akış: Bu aşama engellerin ve beklemelerin kaldırılmasını/yeniden formüle edilmesini gerektirir. İşletmeler, ürünlerin veya hizmetlerin mümkün olan en düşük miktarda bekleme, stoklama ve taşıma ile süreçlerdeki akışı hızlandırmaya çalışır.

Çekme: Yalın üretimde müşteri değerlerine göre üretim yapılır. Ürün veya hizmetler müşteri taleplerine yanıt olarak üretilir. Stok yerine talebe dayalı üretim yapılır. Bu durum eski veya istenmeyen malların üretilmesinin, gereksiz stok ve taşıma maliyetleri gibi israfların önüne geçer.

Mükemmellik: Yalın üretimin sürekli bir iyileştirme süreci olduğu vurgulanır. İşletmeler, sürekli olarak süreçlerini iyileştirmeli, israfı azaltmalı ve verimliliği artırmak için çaba göstermelidir. Mükemmellik, yalın üretimin asla tamamlanmayan bir hedefidir ve sürekli olarak takip edilmelidir.

Bu ilkelere dayanarak işletmeler süreçlerini optimize eder ve müşteri memnuniyetini arttırıp rekabet avantajı sağlar.

### 3.2. Yalın Üretim Teknikleri

Yalın üretim sistemlerinde, değer akışı haritalama, kanban, kaizen, toplam verimli bakım, 5S, Poka-Yoke, Jidoka, SMED gibi yöntemler sıklıkla kullanılmıştır (Sezen,

2012). Yalın üretim teknikleri arasında yer alan ve TPM faaliyetlerinin içerisinde de sıkça kullanılan başlıca metotlar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

### 3.2.1. 5S

İlk olarak Japonya'da ortaya çıkan, temelde düzen ve tertibin sağlanmasına yönelik çalışmaları barındıran sistematik yaklaşımdır. Çalışma ortamlarının adım adım düzenlenmesi esasına dayanır. Temel hedefi çalışma ortamını sadeleştirip standartlaştırarak iş süreçlerini kolaylaştırmaktır. Bu sistem, ekipman ve malzeme kayıplarını minimize eder, arama sürelerini kısaltır ve çalışma ortamını görsel olarak anlaşılır hale getirerek işin etkinliğini arttırır. Ayrıca iş güvenliği koşullarını da geliştirerek çalışanların motivasyonuna katkıda bulunur. (Hirano, 1995)

Japonca'da, "S" harfi ile başlayan beş adet sözcüğün bir araya gelmesiyle oluşturulan 5S süreci, aşağıdaki adımlarla özetlenebilir.

SEIRI (Ayıklama): Sistemin ilk adımıdır. İhtiyaç duyulmayan alet ve ekipmanların ortadan kaldırılmasını, az kullanılan aletlerin ise birden fazla ekibin paylaşabileceği merkezi bir konumda düzgün bir şekilde yerleştirilip çalışma sahasının arındırılması için yapılan çalışmaları belirtir. Bu aşamada nelerin gerekli nelerin gereksiz olduğunu ayırt etmek kolay olmadığından genelde uygulaması zor olan bir kavramdır. Çalışanlar yakın zamanda ihtiyaç duyabileceği düşüncesi ile gereksiz olan parçaları da çalışma alanında tutma eğilimindedirler. Bundan dolayı eldeki teçhizat ve stoklar bir gün işe yarar mantığı ile devamlı artar.

İhtiyaç fazlası envanter, envanter maliyetini arttırdığı gibi ekstra palet, taşıyıcı ekipmanlar ve stoklanabilecek alan gerektirir. Ekipman yerleşim planını tasarlarken kullanılmayan teçhizatlar tasarımı zorlaştırır. Miktarın artması esas envantere ulaşma güçlüğünü beraberinde getirir. Çünkü envanter fazlalaştıkça bunları birbirinden ayırt etmek zorlaşır. Bu çalışma ile çalışma sahasında kullanışlı alan açılır ve engeller ortadan kaldırılarak iş güvenliği arttırılır. Aynı zamanda işyerinde gereksiz eşyalar ortadan kaldırılarak dikkatin dağılma olasılığı da azaltılır.

SEITON (Düzenleme): Birinci temel olan ayıklama uygulandıktan sonra bu adıma başlanabilir. Çünkü bir alan ne kadar düzenli de olsa, gereksiz ekipmanlar olduğu müddetçe sağlanan düzenin yararı pek olmayacaktır. Çalışma ortamında kullanılan ve sürekli ihtiyaç duyulan alet ve ekipmanların düzgün, temiz ve ekolaylıkla ulaşabilecek şekilde konumlandırılmasını sağlayan tertip aşamasıdır. Amacı iş akışını düzgün hale

getirmektir. Gereksiz envanterler çalışma alanından uzaklaştırıldıktan sonra çalışanların bu kalan ekipmanlara rahat bir şekilde erişim sağlayabilmesi ve işi bittiğinde aynı şekilde yerine bırakması için uygun düzenek kurulur ve anlaşılmayı kolaylaştıracak tanımlamalar yapılır.

İlk aşamada ekipman, teçhizat, el aletleri, bağlantı ekipmanları vb. için prosesteki kullanımlarına bakılır ve bu kullanım sırası, kullanım sıklığı ve kullanım yeri ile ilgili ilişkili diğer ekipmanlara göre uygun bir konum belirlenir. İkinci aşamada ise bu yerleşimdeki yerler tanımlanır.

- Sık kullanılan malzemeler yakın, daha seyrek kullanılanlar kullanım alanından daha uzak bir konumda yerleştirilmelidir.
- Proseste bir arada kullanılıyorlarsa bu malzemeler beraber konumlandırılmalı iş sırasına göre sıralanmalıdır.
- Yerleşim yerinden kolay alınabilir tekrar yerine kolay bırakılabilir olmalıdır.
- Malzemeler ürüne göre veya fonksiyonlara göre yerleştirilebilir. Fonksiyona göre yerleşimde malzemenin tipi önemlidir. Aynı tipteki malzemeler kendi aralarında boyutlarına göre sıralanır. Daha çok atölyelerde bu yerleşim tipi görülür. Ürün tipine göre yerleşimde aynı üründe kullanılan malzemeler genellikle iş sırasına göre yerleştirilir. Burada malzeme arama süresi minimuma indirilmesi amaçlanır. Genellikle seri üretim hatlarında bu şekilde yerleşim örnekleri görülmektedir.

SEISO (Temizleme): Herkes işyerinin genel temizliğine dikkat etmelidir ancak 5S'in sonuçlarını en iyi şekilde alabilmek için her çalışanın kendi çalışma alanının kişisel sorumluluğunu alması gerekmektedir. Seiso, çalışma alanlarının ve ekipmanların temiz tutulması ve korunması amacıyla yapılan çalışmalardır. Temizlik denetim noktaları günlük bakım planına dahil edilerek kir, pas, toz ve artıkların yığılması önlenir.

Temizlik yapılırken aynı zamanda makine, ekipman, teçhizat ve çalışma koşullarının da denetimi yapılır. Temizlik ile bir çalışma ortamının zevkle çalışılacak hale getirilmesinin yanı sıra verimliliğinde ve güvenliğindeki rolü büyüktür. Makinelerden sızan yağ birikintileri çalışanın basıp kaymasına ve iş kazalarına sebebiyet verebilir. Talaşlı imalattaki ortaya çıkan talaşlar montaj sürecine karışıp kalite hatalarına sebep

olabildiği gibi bu talaşlar uçuşarak çalışan yaralanmalarına yol açabilir. Temizliği yapılmayan makine ve ekipmanlar bozulabilir veya hatalı çalışma kaynaklı çalışan yaralanmalarına sebep olabilir. Çalışma ortamındaki camların kirli olması ortamı karanlık hale getirebilir. Karanlık ve karışık bir işletmede birçok kusur açığa çıkmaz. Bu nedenle temizlik kuralları öğretilmeli ve disiplinli bir şekilde uygulanması kontrol edilmelidir.

SEIKETSU (Standartlaştırma): İlk üç 'S' uygulamasının sürekliliğini ve kurum kültürü haline gelmesini sağlayacak prosedürler ve standartları oluşturmaktır. İlk üç 'S' öğretilebilen faaliyetler olurken standartlaştırma bu düzen sağlandığında ortaya çıkan bir durumdur. Bu standartlar bir sürecin her adımının listelenmesini ve çalışanların bu süreci tam olarak takip edebilmesini kolaylaştırır. Bu adım ilk üç adım olan ayıklama, düzenleme ve temizlik çalışmalarının korunmasını sağlayabilmek için önemlidir. Standartlaştırma olmazsa çalışma alanları çok kısa bir sürede eski hale dönmektedir. Vardiya sonunda gerekli/gereksiz ekipmanlar çalışma alanında birikmeye başlayıp arama sürelerinde artışa sebep olacaktır.

SHITSUKE (Disiplin): Önceki dört S'nin sürdürülebilmesi için çalışanların öz disiplin duygularının geliştirilmesi gerekmektedir. Sadece ayıklama, düzenleme, temizleme ve standartlaştırmak verimliliği arttırmak için yetersiz kalmaktadır. Bu kavramların kalıcılığını sağlamak için disiplin sağlanmalıdır. Disiplinin amacı 5S yaklaşımının takibini sağlamak için eğitim düzenlemek ve düzenli denetimler gerçekleştirmektir.

Disiplin soyut bir ifade olduğundan ilk dört temelden farklı olarak çalışanların davranış biçimleri ile kanıtlanabilir. Çalışanların 5S uygulamalarında disiplinin önemini bilmeleri gerekmektedir. Bunun anlaşılabilmesi için zaman planlaması çok iyi yapılmalıdır. 5S uygulaması için gerekli malzeme temini sağlanmalıdır. Yöneticileri tarafından çalışanlar desteklenmeli ve takdir tanıma sistemi ile gösterilen bu çaba ödüllendirilmelidir.

### 3.2.2. Tek nokta dersi

Tek Nokta Dersi, yalın üretim felsefesinin bir parçası olarak ortaya çıkmış bir kavramdır. Tek Nokta Dersi; belirli sorunlar ve iyileştirmeler hakkında yapılan bilgilendirmenin aktarılması için kullanılan, anlaşılır ve görsellerle zenginleştirilmiş bir eğitim içeriğidir. Tek nokta dersinin formatı aşağıdaki gibidir.

- Parça açıklaması

- Reddedilen miktar
- Reddedilme tarihi
- Problem tanımı
- Karşı önlem
- Gerçek ve kusurlu parçanın resmi.

Tek nokta dersi hazırlarken dikkat edilmesi gerekenler

1. Tek bir sayfada sadece bir konu açıklanır.

2. Anlaşılabilir bir dille yazılmalıdır. İşçiler tarafından yerel bir dil varsa kullanılabilir.

3. Büyük punto kullanılmalıdır.

4. Sayfayı inceleyip anlamak 15 dakikayı aşmamalıdır.

5. Sorunun anlaşılması için görsellere yer verilmelidir.

Tek nokta dersi, çok kısa bir sürede anlaşılır olduğu için kalite şikayetlerine karşı problem çözmede en iyi yöntemlerden biridir. Bu nedenle pek çok firma tek nokta dersi kullanmaktadır.

### 3.2.3. Kaizen

Kaizen, Japonca kökenli bir terimdir ve "daha iyiye değişim" anlamına gelir. Bu kelime, "Kai" (değişim) ve "Zen" (daha iyi) kelimelerinin birleşiminden oluşur (Çelik, 2022). Sürecin bütününde adım adım daha iyisini arama çalışmasıdır. Sürekli iyileştirmenin önemli bir parçası olup mevcut sistemin üstüne hep daha iyisinin olabileceğini savunan ve bunu temel prensip haline getiren bir yalın üretim felsefesidir.

İlk olarak 1950'lerde Toyota'da uygulanmıştır. Üretim süreçlerinde küçük değişiklikler ile verimliliği arttırıp maliyetleri indirmek için bu tekniği kullanmışlardır. Bu sayede rakiplerine göre daha yüksek karlılık elde etmişlerdir. Zaman içerisinde diğer şirketler tarafından da benimsenmiştir. Günümüzde üretim başta olmak üzere birçok alanda uygulanmaktadır.

Kaizen büyük yatırımlar gerektirmeden çalışan bilgi ve becerilerini kullanarak, takım çalışması ile süreçlerin adım adım iyileştirilmesini hedefler.

### 3.2.4. Standart iş

Standart iş, bir faaliyetin tamamlanması için gereken çevrim süresi, takt zamanı, iş sıralaması ve minimum parça envanteri gibi unsurların belirlendiği kapsamlı bir tanımlamadır (Womack ve Jones, 2003). Standart iş prosedürü, bir ürünü üretmenin en verimli yöntemini her bir işçi için uygulanabilir hale getirir. Bu nedenle bir işin yapılması için belirlenen standartlar olarak tanımlanabilir. Standart iş, akış sürelerini azaltarak çalışma istasyonlarının ve operatörlerin dengelenmesini sağlar (Schonberger, 2019).

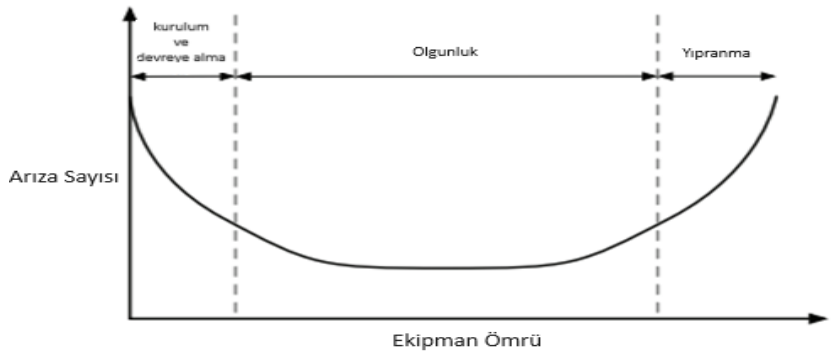
Standart iş prosesin kararlılığını ve iyileştirme alanlarının belirtildiği önemli bir kavramdır. Çünkü bir iş iyileştirilmeden önce standartlaştırılmalıdır. Bu aşamada yalın ekipleri ile operatörler arasında ortak bir çalışma yapılır. Yapılacak işler israfları ortadan kaldırabilmek için dizayn edilir. Standart iş, kaizen çalışmalarının temelidir ve adım adım işlerin sıralanarak kayıpların ortaya çıkarılmasını sağlar.

Standart iş, standart iş kombinasyon tablosu ve standart iş kartı olmak üzere iki modülden oluşur. Standart iş kombinasyon tablosunu hazırlayabilmek için operasyondaki her bir işlem sıralanır. Bu işlem sürelerinin zaman ölçümleri yapılır. Standart iş kombinasyon kartı doldurulur. Ardından bu aşamalarda operatörlerin prosesteki işlemi gerçekleştirmek için yaptıkları adımlama süreleri kaydedilir ve bu verilerin grafiği çizilir. Bu tablo iş birimine asılır.

Standart iş kartında ise çalışanların çalışma alanı ve yerleşimi çizilir ve buradaki hareket oklarla ifade edilir. Kartta bulunan bilgiler doldurulur. Bu kart iş birimine asılır.

### 3.2.5. Toplam üretken bakım (TPM)

Toplam Üretken Bakım, birçok endüstride ekipmanların etkin bir şekilde yönetilmesi, bakımlarının yapılması ve iyileştirilmesini sağlayan sistematik bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım üretkenlik, kalite, güvenilirlik gibi önemli parametreleri arttırmayı amaçlar. TPM'nin önemli bir ismi olan Nakajima, TPM'yi ekipman verimliliğini sürdüren, arızaları azaltan ve işçi faaliyetlerini artıran bir araç olarak tanımlamıştır (Bhadury, 2000). TPM’in genel amacı, ekipmanlarının etkinliğini arttırarak ömrü boyunca yüksek verimlilikle fayda sağlamaktır.




**Şekil 3.2.** Ekipman yaşam döngüsü küvet eğrisi (R.K.Mobley, 2002).

Yeni bir ekipmanın kurulum aşamasında yaşanan sorunlar nedeniyle, banyo-küvet eğrisinde ilk zamanlarda arıza olasılığının yüksek olduğu belirtilmektedir. Bu başlangıç dönemi genellikle birkaç hafta sürer ve olası arızalar çoğunlukla hatalı parçalar, kötü lehimleme ve bağlantı hatalarından kaynaklanır. Makine ve ekipman imalatçıları bu arızaların önceden belirlenebilmesi için ürün tesliminden önce sistemi test eder. Tasarım, mühendislik ve yazılımsal hatalar çoğu zaman bu aşamada ortaya çıkar. Ekipmanın alışma sürecinden sonra, bu arızalar uzun bir dönem boyunca düşük ve sabit bir arıza oranı ile görülmeye devam eder. Bu dönem ekipmanın en verimli çalıştığı dönemdir.

Son dönem olarak tanımlanan yıpranma evresi, artan arıza oranlarına işaret eder. Bu dönemde, genellikle parçaların oksitlenmesi ve esnekliğini kaybetmesi gibi yapısal yaşlanma belirtileri gözlemlenir. Isıl çevrimler nedeniyle oluşan gerilim artışları sonucunda kısa devreler gibi problemler de meydana gelebilir.

Toplam Verimli Bakımın tam bir tanımı aşağıdaki beş temel ilkeyi içermelidir (Nakajima, 1988, s.10):

- Tesisin tüm ekipmanlarının etkinliğini en üst düzeye çıkarmayı hedefler.
- Ekipmanların tüm yaşam döngüsü boyunca kapsamlı bir önleyici bakım sistemini içerir.
- Mühendislik, üretim, bakım gibi birbirinden farklı tüm departmanları kapsar ve uygulanır.
- Toplam Verimli Bakım işçilerden üst yönetime kadar tüm çalışanları içerir.
- Teşvik metodu aracılığıyla (otonom küçük grup faaliyetleri) gelişmeye dayanır.

Müşterilerin artan taleplerini karşılamak için şirketler maliyetleri düşürmeye, üretim süresini kısaltmaya ve kaliteyi artırmaya çalışmaktadır. Bu iyileştirme programlarının tümü, tesisin tamamında güvenilir ve tutarlı ekipman gerektirir. Toplam üretken bakım kapsamında kullanılan makine ve ekipmanların bakımları vaktinde yapıldığı için ömrü uzar. Böylelikle plansız duruşların ve makine kaynaklı iş kazalarının önüne geçilmiş olur. (Kılıç, 2016: 45).

**Tablo 3.1.** TPM'nin dört ana dönemi

| | | |
|---|---|---|
| **1950'den önce** | Arızaların Bakım ve Onarımları | Ekipman arızalarının önlenmesine yeterince önem verilmediği bu dönemde tipik olarak, arızalanan makine tamir edilir anlayışı ile ilerlenmiştir. Bu tip duruşlar üretim planında gecikmelere neden olmaktadır. 2.Dünya savaşından sonra sanayisini yeniden ayağa kaldırmak isteyen ülkeler kapasitenin maksimumda kullanılması ve mevcut ekipmanlarının korunmasına yönelmiş ve yüksek kayıpların önüne geçilmesinde başlangıç olmuştur. |
| **1950'li yıllar** | Önleyici Bakım | İkinci dönem olan önleyici bakım, arızayı önlemek ve onarım süresini kısaltmak için en iyi yöntemleri belirlemek amacıyla mevcut ekipmanın analizin içerir. Arızalar arasındaki ortalama süreyi azaltmak için ekipman güvenilirliğinin artırılmasının yanı sıra ekipman değiştirme ve onarımlarının ekonomik verimliliğine vurgu yapılmıştır. |
| **1960'lı yıllar** | Üretken (Verimli) Bakım | Üretken bakım olarak adlandırılan üçüncü dönem, 1960'larda tesis tasarımında iyice yerleşti. Üretken bakım ile mevcuttaki duruşların kaynağı araştırılarak iyileştirme metotları geliştirilmiştir. Makinelerin duruşlarının nedenleri incelenerek arızaya sebep olan kaynaklar belirlenir ve arızaların tekrarlanmaması için iyileştirmeler yapılır. |
| **1970'li yıllar** | Toplam Verimli Bakım | Toplam Verimli Bakım resmi olarak 1970'lerde Japonya'da başladı.1971'de Japonya Tesis Bakım Enstitüsü Mühendisleri tarafından şu şekilde tanımlandı. TPM, ekipmanın tüm yaşam döngüsünü kapsayan ve ekipman verimliliğini maksimuma çıkarmayı amaçlayan kapsamlı bir üretken bakım sistemidir. TPM, bakım süreçlerine işletmelerde daha kapsamlı bir yaklaşım getirir. TPM, sadece arızaları onarmakla kalmaz, aynı zamanda önleyici bakım ve sürekli iyileştirme faaliyetleriyle ekipmanların performansını optimize etmeyi hedefler. Bu, üretkenlik, kalite ve güvenilirlikte artış sağlamak için ekipmanların duruş sürelerini azaltmayı ve verimliliği artırmayı amaçlar. |

TPM Japonya'da uygulanmaya başlandıktan belli bir süre sonra Avrupa'da yaygınlaşsa da Türkiye'de 1990'lı yıllarda uygulamalarını görmekteyiz. Özellikle de otomotiv, tekstil, gıda, kimya ve beyaz eşya gibi sektörlerde, TPM prensipleri uygulanmaktadır. Bu sayede, Türkiye'deki endüstriyel işletmeler, uluslararası standartlarda rekabet edebilir hale gelmekte ve sürdürülebilir bir üretim ortamı oluşturmaktadır.

#### 3.2.5.1. Altı büyük kayıp

TPM uygulamalarının temel amacı altı bütük kabın azaltılması ve mümkün olan tüm alanlarda uygulanmasıdır. Bu kayıplar arıza ve plansız duruşlar, set-up süresi, kısa süreli duruşlar, düşük tempo, başlangıç kayıpları, kalite hataları-rework olmak üzere belirtilir.

- **Arıza kayıpları**

Kronik olabildiği gibi nadiren de birtakım arızalar meydana gelebilir. Arızalar yoğun bir üretim programında siparişlerin gecikmesine sebebiyet verebilir. Arızalanan ekipman için bakım personeli bakım-onarım programı uygular. Bu tip durumlar geciken üretim programı için fazla mesai ve yeniden başlatma için ayar hurdaları demektir. Ekipman arızaların geneli ekipmanın yanlış kullanımı ve dikkatsizlik sonucu oluşur.

Nadiren yaşanan arıza duruşlarının fark edilmesi ve müdahale edilmesi kronik arızalara göre daha kolay olmaktadır. Kronik arızalar genelde sorunun kaynağına odaklanmaz, günü kurtarır. Halbuki bir arızada asıl hedef ekipmanı normal çalışma şartlarına geri getirmektir. Bu sebeple hata analizlerine odaklanılmalı ve kronik arızaların oluşmasını engelleyecek çalışmalar yapılmalıdır.

- **Set-up kayıpları**

Set-up kayıpları, genellikle ekipman arızasında veya yeni bir üretim lotuna geçileceği zaman yapılan ayar çalışmaları sırasında ortaya çıkar. Ürün çeşitliliği fazla olan bir işletmede üretim lotları sayıca fazla olacağından ayar süreleri için harcanan zaman üretim zamanından daha çok olabilir. Bu kayıpların mümkün olan en düşük seviyeye indirgenebilmesi amaçlanır.

Tek seferde kusursuz ürün çıkartabilecek "sıfır ayar" hedefine ulaşabilmek için proses çok iyi incelenmeli makinelerin ve takımların toleranslarının çok iyi belirlenmiş olması gerekmektedir.

- **Küçük duruşlar ve rölanti kayıpları**

Küçük sorunlar sebebi ile makinenin durdurulduğu genelde 5 dakikayı geçmeyen ekipman değişimi veya onarımı gerektirmeyen kayıplardır. Geçici problemlere sebep olurlar. Örneğin sıcak haddelemede kullanılan merdanelerin belli bir tonajdan sonra aşınması ve paso taşlama işleminin yapılması gibi durumlar sebebi ile kısa süreli üretim kayıpları meydana gelebilir. Bu süreyi minimumda tutabilmek için uygulanması gereken ana prensipler:

  - Parça ve aparatlardaki minör hataların çözümlenmesi,
  - İşletmedeki süreçlerin ve prosedürlerin tanımlanması,
  - Optimum üretim koşullarının tanımlanması,
  - Tasarımdan doğabilecek hatalara karşı gerekli düzeltme işlemlerinin yapılması küçük duruşların azaltılması için uygulanabilir.

- **Hız kayıpları**

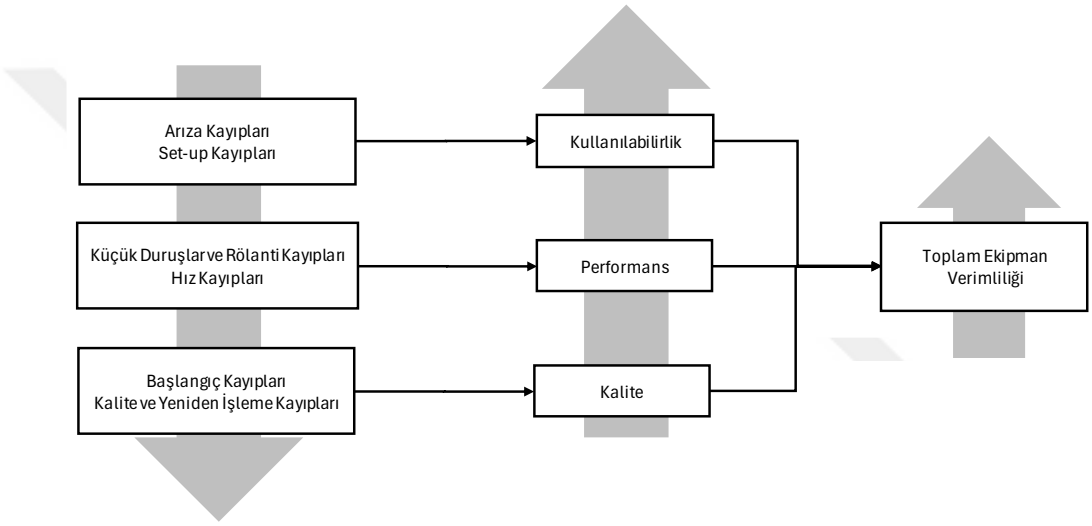
Ekipmanın olması gerektiğinden daha düşük bir hızla çalıştırıldığı durumlarda ortaya çıkar. Ekipman tasarımındaki çalışma hızı ile operasyon hızı arasındaki fark sıfır olmalıdır. Seri üretimde belirlenen hız kalitesel sorunlar oluşturup devir düşürülerek istenen kalite sağlanıyorsa burada bakım yapılmalıdır.

- **Başlangıç kayıpları**

Uzun duruşlar sonrası işletmenin tam anlamıyla üretim yapabilmeleri için geçen üretim zamanındaki kayıptır. Periyodik bakımlar sonrası, yatırım duruşları sonrası, tatil sonrası vb. uzun duruşlardan sonraki zaman dilimini kapsar. Örneğin hadde üretiminde kütüklerin tavlanma süresi vardır. Uzun duruş sonrası üretim hattını besleyebilmek için bu kütüklerin belli bir süre ocak içinde tavlanması gerekecektir. Üretim hattı yeniden devreye alınırken, kütüklerin tavlanma süresi nedeniyle başlangıçta üretim yapılamaz. Bu süreçte geçen zaman, başlangıç kaybı olarak adlandırılır.

- **Kalite hataları ve rework kayıpları**

Bu hatalar malzeme ve zaman kaybına neden olmaktadır. Düzeltilemeyecek kalite hataları hurda olarak nitelendirilir. Bazı kalite hataları yeniden işlem yapılarak uygun ürün haline gelse bile işçilik ve zaman gerektirmektedir. Bu sebeple rework işlemi de kalite kaybı olarak değerlendirilir. Bu duruma sebep olan koşullar incelenir, bazı yapıların yeniden dizayn edilmesi gerekebilir. Kalite kayıplarının kök-nedenleri belirlenirken genellikle uygun ürün ve uygun olmayan ürün bir arada değerlendirilir. Farkları belirlemek için ortam koşulları, ekipman, kullanılan hammadde, aparatlar, personel vb. tüm parametrelerin incelenmesi gerekir.




**Şekil 3.3.** Toplam ekipman verimliliği (Güven K., 2006).

### 3.2.5.2. Planlı bakım

Planlı bakım, üretim tesisinde kullanılan ekipmanların çabuk bozulan noktalarının düzenli olarak önceden belirlenmiş bir plan çerçevesinde bakımlarının yapılmasıdır. Bu bakım stratejisi, ekipman arızalarını minimuma indirirken üretimin devamlılığını ve maliyetlerin azaltılmasını hedefler.

Avantajları aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Ekipman arızalarının önceden tahminlenerek olası duruşların süresini azaltılır.
- Ekipman ve parçaların ömürlerinin tespiti için önemlidir.
- Düzenli bakım periyodu ekipmanların kullanım ömrünü uzatır, verimli bir biçimde çalışmasını sağlar.

- İş güvenliğini arttırır.
- Duruşları azaltarak üretim maliyetlerini düşürür, prosesin verimliliğini arttırır.

Bu sebeplerle planlı bakım oldukça önemli bir gereklilik olarak günümüz işletmelerde kabul görmüş bir bakım stratejisidir.

Planlı bakım programı, ekipmanların özelliklerine göre tesis yöneticileri, bakım ve operasyon personelleri tarafından oluşturulur. Bu çizelge bakım zamanlarını, kontrol edilecek veya yapılacak işlem adımlarını ve kullanılacak malzemelerin detayını içerir. Belirlenen bu çizelgeye göre ekipmanlar periyodik bakım ve onarım için farklı periyotlarda (haftalık, aylık, 3 aylık gibi…) durdurulur ve bakım personelleri tarafından çizelgede belirtilen işlem adımlarını uygular. Yapılan tüm işlemler kayıt altına alınır. Bu kayıtlar ekipmanın bakım kimliğini oluşturur ve gelecekte uygulanacak bakım adımlarının planlanmasında yardımcı olur. Amaç, ekipmanın maksimum kapasitede kullanılmasını sağlamaktır.

#### 3.2.5.3. Kestirimci bakım

Kestirimci bakım, ekipmanın muhtemel arızalanma zamanının tahmin edilmesi ve bakım sıklığı ile maliyet arasında iyi bir denge kurulabilecek şekilde hangi bakım faaliyetinin gerçekleştirilmesi gerektiğine karar vermeyi amaçlamaktadır. Belirli ekipmanlar üzerinde arızaları önlemek için ekipmanların durumu, veri toplama ve analizine dayanır. Bakım, makine çalışır durumdayken gerçekleştirilir. Böylece beklenmedik arızalar ile ilgili aksama süreleri ve arızalardan doğan maliyetler önlenir.

Ekipmanların çalışma durumları sürekli veri toplama sistemi ile izlenir. Titreşim analizi, termal veriler, ultrasonik görüntüler gibi makine ve ekipmanlara bağlı sayaçlardan/sensörlerden toplanan verilerle ekipman durumu takip edilir. Toplanan veriler uzman personeller tarafından analiz edilir ve riskler değerlendirilir.

Kestirimci bakım, bir ekipmanın veya parçasının ömrü varken değiştirilmesi yerine sadece gerekli olduğunda ihtiyaca göre bir bakım stratejisi oluşturmayı sağlar. Kestirimci bakımın amacı veri analizleri sonucunda potansiyel arıza noktalarını önceden tespit edip bakım faaliyetleri ile arıza gerçekleşmeden önleyebilmektir. Böylelikle yüksek bakım maliyetleri, gereksiz envanter ve çalışan ekipmanlardaki gereksiz bakım faaliyetleri azaltılabilmektedir.

Kestirimci bakım, üretim tesislerinde ve işletmelerde etkili bir şekilde ekipman arızalarını azaltıp operasyonel verimliliğini arttırdığı için günümüzde kullanılan bir bakım stratejisi olmuştur. Ancak kestirimci bakım için gerekli olan izleme cihazlarının yüksek maliyeti sebebi ile uygulanabilirliği sınırlı kalmıştır.

#### 3.2.5.4. Otonom bakım

Otonom Bakım faaliyetleri, operatörlerin kendi başlarına gerekli bakım ve onarımları gerçekleştirebilmeleri anlamına gelir. Bu faaliyetler, şirket için önemli bir dönüşüm aracıdır, çünkü ekipman verimliliğini artırırken operatörlerin becerilerini de geliştirir. Otonom Bakım, bakım ekibinin görevlerini azaltmaya yönelik bir lobi çalışması veya operatörlerin iş yükünü arttıran bir prensip değil temelde kendi kendine yetebilen anlamına gelir ve Otonom Bakım, operatörlerin kendi ekipmanları için bakım faaliyetlerine katılabilmelerini içerir. Her operatörün çalışmakta olduğu makine için sorumluluk verilir.

Toplam verimli bakımdan önceki dönemde operatör yetkileri sınırlı olup operatör makine kullanımından bakım personeli ise bakımları yapmaktan sorumludur. “Ben üretirim sen tamir edersin” görüşü toplam verimli bakımla birlikte benim makinem bilinci kazandırılarak operatörlerin tezgah üzerindeki yetkileri arttırılmıştır. Makineler hakkında eğitimler verilip bilgi seviyeleri arttırılır.

Otonom bakım faaliyeti yapan operatör bunu zaman kaybı olarak görmemeli aksine otonom bakım için geçen süre performansı düşük bir makinede çalışırken hedefi tutturmak için harcanan efordan ve yapılan fazla mesaiden çok daha kısa olduğu bilincinde olmalıdır. Bir otonom bakımcı bütünüyle sürece hakim olmalı normal olmayan durumları fark edip anormal durumlara karşı çözüm bulabilen bir yapıda olmalıdır. Kurallara ve sınırlara uymalıdır. Ekipmanın kalite ile olan ilişkisini belirleyerek, kalite sorunlarına yol açabilecek koşulları tespit edip düzeltebilmelidir.

Otonom bakımın 5 sıfıra ulaşmayı amaçlar. Bunlar;

- “0” Arıza
- “0” Küçük Duruş
- “0” Kirlilik
- “0” Kalite Hatası
- “0” İş Kazası olarak tanımlanabilir.

Otonom bakım faaliyetleri kötüleşmeyi ölçme, önleme ve düzeltme faaliyetlerini içerir.

**Tablo 3.2**. Otonom bakım faaliyetleri.

| Kötüleşmeyi ölçme faaliyetleri | Kötüleşmeyi önleme faaliyeti | Kötüleşmeyi düzeltme faaliyetleri |
|---|---|---|
| • Çalışma şartlarının kontrolü<br>• Günlük kontroller<br>• Periyodik kontroller | • Temizlik<br>• Kontrol<br>• Sıkma<br>• Yağlama | • Küçük ayarlar, basit tamirler<br>• Anormalliklere karşı önlem alma<br>• Anormallikleri F-tag asarak veya İş emri açarak rapor etme |

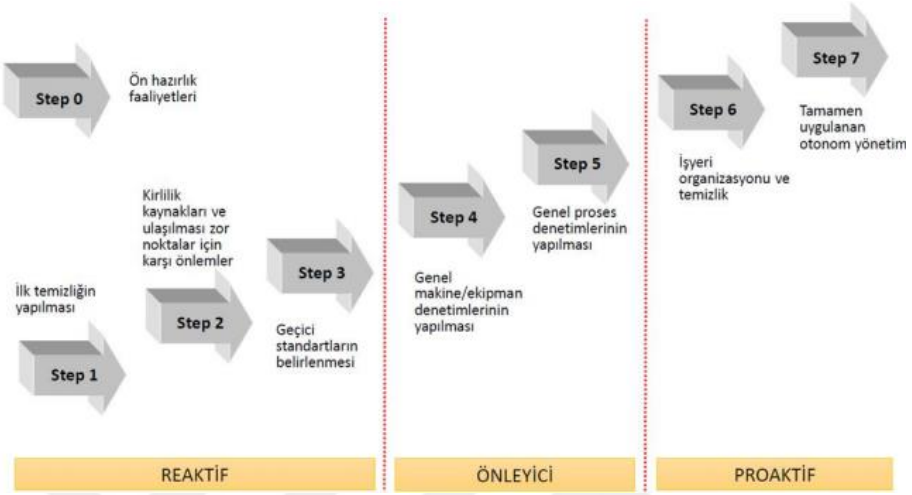
Otonom bakım grubundaki her çalışanın, otonom bakım programının her adımında çaba göstermesi ve katkıda bulunması gereklidir. Otonom bakım, operatörlere gelişim sağlayacak yetenekleri kazandırmak ve onlardan nelerin beklendiğini tanımlamak için yedi adımdan oluşur. Bunlar;

1. İlk Temizlik ve kontrol
2. Karşı tedbirler
3. Geçici standartların oluşturulması
4. Eğitim ve genel kontrol
5. Otonom kontroller
6. Standartlaşma
7. Tam Otonom Bakım

Her adım yöneticiler tarafından denetlenir ve çalışmalar ikna edici olunursa takım bir üst seviyeye geçer.

İlk üç adım, ekipmanın bozulmasını önleyecek önleyici faaliyetleri içerir. Bunlar, temizlik, yağlama ve cıvataların sıkılması gibi günlük bakım gereksinimlerini sağlamayı içerir. Önceden 5S uygulamaları yapılan bir tesiste, bu ilk üç seviye kolaylıkla tamamlanabilir. Dördüncü ve beşinci adımlar, temizlik ve yağlama standartlarını genel kontrol standartlarıyla birleştirir. Kötüleşmeyi önleme

aşamasından, kötüleşmeyi ölçme, izleme ve etkili bakım faaliyetlerini geliştirme aşamasına geçilir. Altıncı ve yedinci seviyeler, gerçek otonom bakım aktivitelerinin başladığı aşamadır. Bu aşama, her bir ekibin kendi başına bakım faaliyetlerini yürütebildiği ve Toplam Verimli Bakımın tam anlamıyla uygulandığı adımdır. (Tajiri, Gotoh, 1999).




**Şekil 3.4.** Otonom bakım 7 aşaması (Şen, 2023).

- **Temizlik ve kontrol**

Ön temizlik, sadece dış yüzeylerin temizlenmesini değil, aynı zamanda cihaz veya ekipmanın işleyişinde potansiyel problemlere neden olabilecek hatalı veya eksik parçaların belirlenmesini ve düzeltilmesini de içerir. Bu süreçte, öncelikle cihazın dışındaki görünür kirler ve kalıntılar temizlenir. Bununla birlikte cıvataların gevşek olup olmadığı, yağ sızıntıları, aşınmış veya hasar görmüş parçalar gibi önemli işaretler de incelenir. Aynı zamanda cihazın temel bileşenlerinde oluşabilecek aşırı ısınma gibi belirtiler de kontrol edilir.

Operatörlere, kullandıkları ekipmanları ve malzemeleri nasıl etkili bir şekilde temizleyeceklerini öğretmek de önemlidir. Çünkü doğru bir temizlik prosedürü, sadece dış yüzeyleri değil, cihazın iç bileşenlerini de kapsar. Bu durumda, operatörlerin belki de daha önce hiç farkında olmadıkları veya görmedikleri kritik parçaların temizlenmesi anlamına gelir. Bu süreç, cihazın veya ekipmanın normal çalışma koşullarını aşan herhangi bir anormalliği tespit etmeyi mümkün kılar. Böylelikle ön temizlik sadece yüzeydeki kiri temizlemekle kalmaz, aynı zamanda cihazın güvenli ve etkin bir şekilde çalışmasını sağlamak için önleyici bakımın bir parçası olarak potansiyel sorunların belirlenmesini ve düzeltilmesini de içerir.

- **Karşı tedbirler**

Ön temizlik adımını tamamladıktan sonra, kirliliğe sebep olan kaynakların belirlenmesi ve kontrol altına alınması oldukça önemlidir. Bu adım, üretim sürecinde oluşabilecek kirlenme, tozlanma veya diğer istenmeyen değişimlerin kaynaklarını tespit etmeyi ve bunları ortadan kaldırmayı içerir. Bu sürecin başarıyla uygulanması, üretim kalitesinin ve verimliliğinin artırılmasına yardımcı olur.

Sanayide bu adımı gerçekleştirmek için çeşitli ölçüm ve kontroller kullanılır. Örneğin, bir otomotiv üretim tesisinde, üretim hattında kullanılan makinelerin veya ekipmanların belirli aralıklarla temizlenmesi ve kontrol edilmesi rutin bir uygulamadır. Bu süreçte, makinelerin çalışma ortamı sürekli olarak izlenir ve potansiyel kirlilik kaynakları belirlenir. Örneğin, yağ sızıntıları, hava filtrelerinin tıkanması veya üretim malzemelerinin doğru şekilde saklanmaması gibi durumlar gözlemlenir ve gerekli düzeltici önlemler alınır.

Benzer şekilde, gıda üretim endüstrisinde de bu adım önemlidir. Gıda üretim tesislerinde, ürünlerin hijyenik koşullarda üretilmesi ve depolanması kritiktir. Bu nedenle, üretim sürecinde oluşabilecek her türlü kirliliğin kaynağı belirlenmeli ve ortadan kaldırılmalıdır. Örneğin, üretim ekipmanlarının düzenli olarak temizlenmesi, ambalaj malzemelerinin hijyenik bir şekilde depolanması ve çalışanların kişisel hijyenine özen gösterilmesi gibi önlemler alınır.

Eğer kirliliğe sebep olan kaynaklar tamamen ortadan kaldırılamıyorsa, daha etkin bir temizlik ve kontrol süreci oluşturulması gerekebilir. Bu durumda, daha sık ve detaylı temizlik prosedürleri uygulanabilir veya üretim sürecinde kullanılan ekipmanların iyileştirilmesi ve modernizasyonu düşünülebilir. Bu şekilde, kirliliğin ve kalite sorunlarının minimize edilmesi sağlanabilir, üretim süreçleri daha verimli hale getirilebilir ve son ürün kalitesi artırılabilir.

- **Geçici standartların oluşturulması**

Bu bölüm temizlik, yağlama, ölçüsel kontroller ve potansiyel gevşeme riski olan yerlerin bakımı belirli standartlara göre gerçekleştirilir. Bu işlemler, makine veya ekipmanın sağlıklı ve güvenli bir şekilde çalışması için önemlidir. Bu standartlar genellikle, ne sıklıkla, kim tarafından ve hangi araçlarla yapılacağını belirler. Ayrıca, bu işlemler için belirlenen zaman çerçevesi ve hedefler de belirlenir.

Sanayide bu adımları gerçekleştirmek için birçok örnek bulunmaktadır. Örneğin, bir üretim tesisinde, belirli bir makinenin yağlama işlemi haftalık olarak gerçekleştirilebilir. Makine operatörleri veya bakım personeli, belirli bir takvim veya çizelgeye göre bu işlemi düzenli olarak gerçekleştirir. Ayrıca, yağlama işlemi için belirli bir yağ türü ve miktarı belirlenmiş olabilir.

Ayrıca, potansiyel gevşeme riski olan yerlerin bakımı da önemlidir. Örneğin, bir montaj hattında kullanılan vidaların düzenli olarak sıkılmış olması gerekir. Bu işlem, belirli bir sıkma torku kullanılarak yapılır ve belirli bir sıklıkta tekrarlanır.

Tüm bu işlemler için belirlenen hedef zamanlar, işin verimli bir şekilde tamamlanmasını sağlar. Eğer belirlenen zaman içinde tamamlanamazsa, pratik çözümler aranmalıdır. Bu tip durumlarda daha hızlı ekipmanlar kullanılabilir veya işlemler için daha etkili yöntemler geliştirilebilir. Bu şekilde hem ekipmanların bakım ve kontrollerin düzenli olarak yapılması hem de ekipmanın güvenliğinin sağlanması mümkün olur.

- **Eğitim ve genel kontroller**

Standart çalışma koşullarının dışında meydana gelen normal olmayan durumları tespit etmek ve büyük problemlerin ortaya çıkmasını engellemek amacıyla yapılan bir dizi kontrol işlemidir. Bu kontrollerin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için şu unsurlara dikkat edilmelidir:

- Çalışanların temel teknik bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Bu, makine elemanlarının tanınması, normal çalışma koşullarının bilinmesi, yağlama, makine parçaları, pnömatik ve hidrolik sistemler, elektrik devreleri, tahrik sistemleri ve sızdırmazlık gibi temel teknolojiler hakkında eğitim almalarını içerir (Şen, 2023). Bu bilgilerin kullanılabilmesi için pratik uygulama imkanları sağlanmalıdır.
- Çalışanlar, kullandıkları ekipman ve makineler hakkında özel eğitim almalıdır. Bu eğitim, ekipmanların güvenli olarak kullanılabilmesi için gereklidir ve genellikle iş başında verilen eğitim şeklinde gerçekleşir.
- Görsel kontroller düzenli aralıklarla yapılmalıdır. Bu kontroller, çalışanların kendi ekipmanlarını düzenli olarak gözden geçirerek olası problemleri erken tespit etmelerine yardımcı olur. Bu sayede, ekipmanların sorunsuz bir şekilde çalışması ve olası arızaların önlenmesi sağlanır.

- **Otonom kontroller**

Yapılan denetim süreçlerinin standartlaştırılması ve erişilebilir hale getirilmesi önem arz etmektedir. Bu, bakım talimatlarının standartlaştırılması ve kolay erişilebilir olmasıyla başlar. Bu süreçte, bakım talimatları gözden geçirilir ve personelin en verimli şekilde kullanabileceği içeriklere ulaşılması sağlanır. Amaç sıfır duruş/arıza hedefine ulaşmaktır. Aynı şekilde, genel denetimler sırasında zorlu kontrollerin daha kolay hale gelmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Örneğin, gözlem yapılması gereken ancak erişimi zor olan alanların kapakları cam veya benzeri şeffaf malzemelerle değiştirilerek kontrol süreci kolaylaştırılabilir.

- **Standartlaştırma**

Bu evrede operatörler kalite, bakım ve iş güvenliği koşullarına ulaşabilmek için iş adımları, prosedürler ve iyileştirme çalışmalarına katılarak daha güvenilir bir Otonom Bakım süreci sağlarlar. Bu adım, ürettiği ürünün kalitesinden sorumlu operatörlerin yetiştirilmesine odaklanır ve "Kaynağında Kalite (Built In Quality)" olarak bilinen bir kavramı ortaya çıkarır. Bu sayede, kalite problemleri kaynağında tespit edilir ve bir sonraki prosese geçmeden önce önlenir.

Otonom Bakım faaliyetlerinde, operatörler aynı zamanda Setup sürelerini azaltmaya yönelik çalışmalarda da aktif bir yönetici rolü üstlenirler. Bu çalışmalar, Değer Akış Haritalama ve stokların azaltılması gibi yöntemlerle izlenir. Bu adımda, ekipmanın yanı sıra operatörlerin kişisel gelişimi de önemlidir ve bu kısım, bir sonraki seviye için temel oluşturacaktır.

- **Tam otonom bakım**

Bu adım otonom bakımın seviyesini korumak, geliştirmek ve olası değişikliklere karşı uyumlu hale getirip sistemin devamlılığını için sistematik bir yapı oluşturur.

- **Koruma Faaliyetleri**

Otonom bakımcılar, temel ekipman koşullarını korumak için günlük ve periyodik bakımları gerçekleştirirken, planlı bakımcılar ileri düzeyde kestirimci bakım tekniklerini kullanarak planlı bakımı geliştirirler.

Elde edilen veriler işletmenin geliştirilmesinde kullanılmak üzere ilgili birimler tarafından toplanır.

- **Geliştirme Faaliyetleri**

"Sıfıra yönelme" prensibiyle, olası sorunları PUKÖ döngüsü kullanılarak sürekli olarak geliştirilir ve iyileştirilir.

- **Görev Değişim Faaliyeti**

Fabrika şartları değiştiğinde veya işe başlayan operatörler otonom seviyesine uyum sağlamadıkça, otonom bakım seviyesinde gerileme yaşanması muhtemeldir. İşe alınan personelin, işbaşı eğitimleri hızlı bir şekilde tamamlamalı ve mevcut otonom seviyesine hızla adaptasyonu sağlanmalıdır.

# 4. UYGULAMA

Günümüz koşullarında rekabetin artması, müşterilerin doğru zamanda, talep ettikleri miktarda ve istenen kalitede ürün veya hizmet alma isteği, küresel ekonomik koşullar sonucu girdi (ham madde, işçilik, enerji vb.) ve ekipman yatırım maliyetlerinin hızla artması, işletmelerin verimliliklerini artırma zorunluluğunu da beraberinde getirmiştir. Geleneksel üretim yöntemlerinde işletmeler satış fiyatlarını maliyetlerinin üzerine ekledikleri belli bir kar marjı ile belirlerken, günümüz rekabet koşullarında satış fiyatını piyasa belirlemektedir. İşletmeler de hem rekabet koşullarında ayakta kalabilmek hem de karlılıklarını artırabilmek için süreçlerindeki kayıplarını ortadan kaldırmak yani maliyetlerini düşürmek zorundadır. Tüm bu koşullar altında üretim işletmeleri mevcut ekipmanlarını da doğal yaşam döngüleri içerisinde kullanabilmek mecburiyetindedir. İşletmelerin rekabette ayakta kalabilmelerini sağlayacak en ideal yöntem işletmelerinde yalın üretim felsefesini temel prensip haline getirmektir.

Bu çalışma, çelik profil üretim sektöründe faaliyet gösteren bir firmada yapılmıştır. Öncelikle 5S ve OEE sistematikleri kurulmuştur. TPM felsefesinin araçlarından olan Otonom Bakım yöntemi kullanılarak, mevcut ekipmanlarının doğal yaşam döngüsünde faaliyetlerini sürdürmesinin sağlanması, arıza kaynaklı duruşların azaltılması ve dolayısıyla OEE değerlerinin artırılması amaçlanmıştır.

## 4.1. 5S Sistematiğinin Kurulması

Üretim ekipmanlarının devamlılığını sağlayabilmek, ekipmanların doğal ömrünü tamamlayabilmesi için gerekli olan otonom bakım sisteminin kurulabilmesinin ön şartı 5S çalışmalarının yapılıyor olmasıdır. 5S, organizasyonlarda kaliteli bir çalışma ortamı oluşturmak ve sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu teknik performans, konfor, güvenlik ve temizlik açısından iş koşullarını iyileştirmeyi amaçlar. Ayrıca, temiz ve düzenli bir çalışma ortamı sağlayarak israfı ve değişkenliği azaltmaya katkıda bulunur.

Otonom bakımın ilk adımı olan “Temizlik ve Kontrol” 5S’in 3. Adımı olan temizlik ile sağlanmaktadır. Bir başka deyişle otonom bakım faaliyetlerine başlanabilmesi için 5S çalışmalarında 3. Adım olan temizliğin tamamlanmış olması gerekmektedir.

Çalışmanın odak noktası “Otonom Bakım” faaliyetleri olduğu için 5S sistematiğinin kurulması ile ilgili yapılan faaliyetler detaylı olarak ele alınmamış olup, ana faaliyetler sırasıyla aşağıda verilmiştir:

- 5S rol modellerinin belirlenmesi
- Rol modellere eğitim verilmesi
- Denetim alanlarının belirlenmesi
- Mavi yaka eğitimlerinin verilmesi
- İşletmenin 5S standartlarının belirlenmesi ve dokümanların hazırlanması (temizlik kontrol formu, alan/bölge sorumluları belirleme formu, saha denetim formu, hava/yağ/su kaçağı takip formu vs.)
- 5S raporlama formatının oluşturulması
- Saha kick off çalışmalarının yapılması (ayıklama faaliyetleri)
- Beyaz denetimlerin yapılması ve aksiyon planlarının oluşturulması
- İlk denetimlerin yapılması ve raporlanması
- Çalışmaların denetimler ile izlenmesi

## 4.2. OEE Sistematiğinin Kurulması

OEE, mevcut durumun analizi, alınan aksiyonların ve yapılan faaliyetlerin sonuçlarını takip etmek amacıyla kullanılan en önemli göstergelerden biridir. Temelinde arıza kaynaklı duruşların azaltılarak/ortadan kaldırılarak ekipman etkinliğini artırmayı amaçlayan otonom bakım faaliyetlerinin performansını takip edebilmek ve çalışmalara başlanacak ekipmanın belirlenebilmesi için gerek şartlardan birisi de OEE sisteminin kurulmuş olmasıdır.

Çalışmanın bu bölümünde, işletmenin sıcak haddeleme hatlarının OEE değerlerini ölçebilmek için yapılan faaliyetler genel hatlarıyla belirtilmiştir.

### 4.2.1. Duruş tanımlarının belirlenmesi

OEE’nin 3 bileşeninden bir tanesi olan “Kullanılabilirlik” hesaplamasının yapılabilmesi için proseste yaşanan/yaşanabilecek kayıpların belirlenebilmesi için

planlı ve plansız duruş sınıfları belirlenmiştir. Sonraki aşamada; plansız duruşlar kendi içerisinde 5 ana başlıkta sınıflandırılmıştır.

1. Proses Duruşu
2. İşletme Duruşu
3. Diğer Bölüm Kaynaklı Duruşlar
4. Mekanik Arıza Duruşları
5. Elektrik Arızası Duruşları

Plansız duruş ana başlıkları belirlendikten sonra duruşların alt nedenleri belirlenmiştir. Ayrıca geçmiş arızi bakım faaliyetleri verileri analiz edilerek arıza duruşları da kendi içerisinde sınıflandırılmıştır. Duruş tanımları sınıflandırmalarından sonra hatta meydana gelebilecek anormallikler sonucu sistemin otomatik olarak duruş açabilmesi için sinyal alınacak nokta belirlenmiştir.

### 4.2.2. Performans hesaplamasının tasarlanması

Performans hesabının yapılabilmesi için hattın hedef çevrim süresinin belirlenmiş olması gerekmektedir. Bu kapsamda hatta üretilen ürünler analiz edilerek her bir ürün için darboğaz noktası ve hedef çevrim süreleri belirlenmiştir.

### 4.2.3. Kalite hesaplamasının tasarlanması

Sıcak haddeleme prosesinin doğası gereği hatta verilen ham madde miktarı ile hattan çıkan nihai ürün miktarı birbirine eşit olmayacaktır. Giriş ve çıkış arasındaki miktar farkı üretim firesi (mühendislik hurdası) olarak kalite hesabından düşülecektir. Ayrıca hattan çıkan nihai ürünün tolerans dışı olması (hurda) veya yeniden işlem görecek olması da kalite hesabını olumsuz etkileyecektir.

### 4.2.4. MES sisteminin devreye alınması

Online OEE hesaplaması için MES sistemine entegre edilecek formüller Şekil 4.1'de verilmiştir:

MES sistemine entegre edilen OEE kavramsal tasarımı devreye alınması ile birlikte vardiya duruş raporu ve OEE raporu her vardiya sonunda sistem tarafından hesaplanmaktadır ve ilgili kişilere vardiya raporu şeklinde otomatik olarak mail atılmaktadır. OEE ve duruş raporları vardiyalık, günlük veya istenilen tarih aralığında

sistemden alınabilmektedir. Sistemden alınan örnek OEE (Tablo 4.1) ve 1 günlük duruş raporu (Tablo 4.2) ve MES ekran görüntüsü (Şekil 4.2) aşağıda verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Günlük OEE raporu.

| Fabrika | Vardiya | Başlama Tarih | Bitiş Tarih | Vardiya Çalışma Süresi (dk) | Planlı Duruş Süresi (dk) | Planlanan Çalışma Süresi (dk) | Plansız Duruş Süresi (dk) | Net Çalışma Süresi (dk) | A | P | Q | OEE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | A | 25.04.2023 00:00 | 25.04.2023 08:00 | 480 | 0 | 480 | 78 | 402 | 84 | 97,76 | 95 | 77,78 |
| A1 | B | 25.04.2023 08:00 | 25.04.2023 16:00 | 480 | 0 | 480 | 72 | 408 | 85 | 100 | 96 | 81,6 |
| A1 | C | 25.04.2023 16:00 | 25.04.2023 00:00 | 480 | 0 | 480 | 30 | 450 | 94 | 100 | 96 | 90 |

**Tablo 4.2.** Günlük duruş raporu.

| FBRK | VRD | ÜRÜN | DURUŞ TARİHİ | BASTARIH | BITTARIH | SURE_DK | DURUŞ SINIFI | ÜST NEDEN | ALT NEDEN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | A | X10 | 25.04.2023 | 25.04.2023 04:39 | 25.04.2023 05:32 | 53 | Plansız Duruş | Proses Duruşu | Mamul Kalınlık Değişimi |
| A1 | A | X10 | 25.04.2023 | 25.04.2023 07:15 | 25.04.2023 07:31 | 15 | Plansız Duruş | İşletme Duruşu | Kasa Ayarı |
| A1 | B | X12 | 25.04.2023 | 25.04.2023 08:09 | 25.04.2023 08:36 | 27 | Plansız Duruş | Proses Duruşu | Mamul Kalınlık Değişimi |
| A1 | B | X12 | 25.04.2023 | 25.04.2023 10:28 | 25.04.2023 10:34 | 7 | Plansız Duruş | Elektrik Arızası | Motor Arızası |
| A1 | B | X12 | 25.04.2023 | 25.04.2023 13:00 | 25.04.2023 13:25 | 25 | Plansız Duruş | Proses Duruşu | Paso Duruşu (Aşınma) |
| A1 | B | X12 | 25.04.2023 | 25.04.2023 14:25 | 25.04.2023 14:30 | 5 | Plansız Duruş | Mekanik Arıza | Aktarma Sistemi Arızası |
| A1 | B | X12 | 25.04.2023 | 25.04.2023 14:46 | 25.04.2023 14:54 | 8 | Plansız Duruş | Elektrik Arızası | Motor Arızası |
| A1 | C | X12 | 25.04.2023 | 25.04.2023 17:33 | 25.04.2023 17:38 | 5 | Plansız Duruş | Proses Duruşu | Mamul Boy Ayar |
| A1 | C | X14 | 25.04.2023 | 25.04.2023 21:13 | 25.04.2023 21:21 | 8 | Plansız Duruş | Proses Duruşu | Mamul Kalınlık Değişimi |
| A1 | C | X14 | 25.04.2023 | 25.04.2023 23:35 | 25.04.2023 23:52 | 17 | Plansız Duruş | Proses Duruşu | Mamul Boy Ayar |

**A (Kullanılabilirlik)**

| | | |
|---|---|---|
| Vardiya Çalışma Süresi | a | 480 dk |
| Planlı Duruş Süresi | b | |
| Planlanan Çalışma Süresi | c=a-b | |
| Plansız Duruş Süresi | d | |
| Net Çalışma Süresi | e=c-d | |

$$\text{Kullanılabilirlik (A)} = \frac{e}{a - b}$$

**P (Performans)**

| | Üretim Süresi (dk/vardiya) | Üretim Miktarı (ton/vardiya) | Hedef Üretim (ton/saat) | Gerçekleşen Üretim (ton/saat) | Performans (P) | Üretim Oranı | Ağırlıklı Performans (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 120 | 80 | 60 | 40 | 67% | 0,25 | 17% |
| B | 150 | 110 | 60 | 44 | 73% | 0,31 | 23% |
| C | 210 | 150 | 60 | 43 | 71% | 0,44 | 31% |
| | 480 | 340 | | | | | 71% |

$$\text{Performans (P)} = \frac{\text{Üretim Miktarı / Net Çalışma Süresi dk/60 dk}}{\text{Hedef Üretim (ton/saat)}}$$

Vardiyada birden fazla çeşit ürün üretilmesi durumunda:

| | |
|---|---|
| Toplam Net Çalışma Süresi | T |
| A Ürünü İçin Net Çalışma Süresi | X |
| B Ürünü İçin Net Çalışma Süresi | Y |

$$\text{Performans(P)} = \frac{X}{T} \times \frac{\text{A Ürünü Üretim Miktarı / ( A Ürünü İçin Net Çalışma Süresi/60)}}{\text{A Ürünü Hedef Üretim (ton/saat)}} \times \frac{Y}{T} \times \frac{\text{B Ürünü Üretim Miktarı / (B Ürünü İçin Net Çalışma Süresi / 60)}}{\text{B Ürünü Hedef Üretim (ton/saat)}}$$

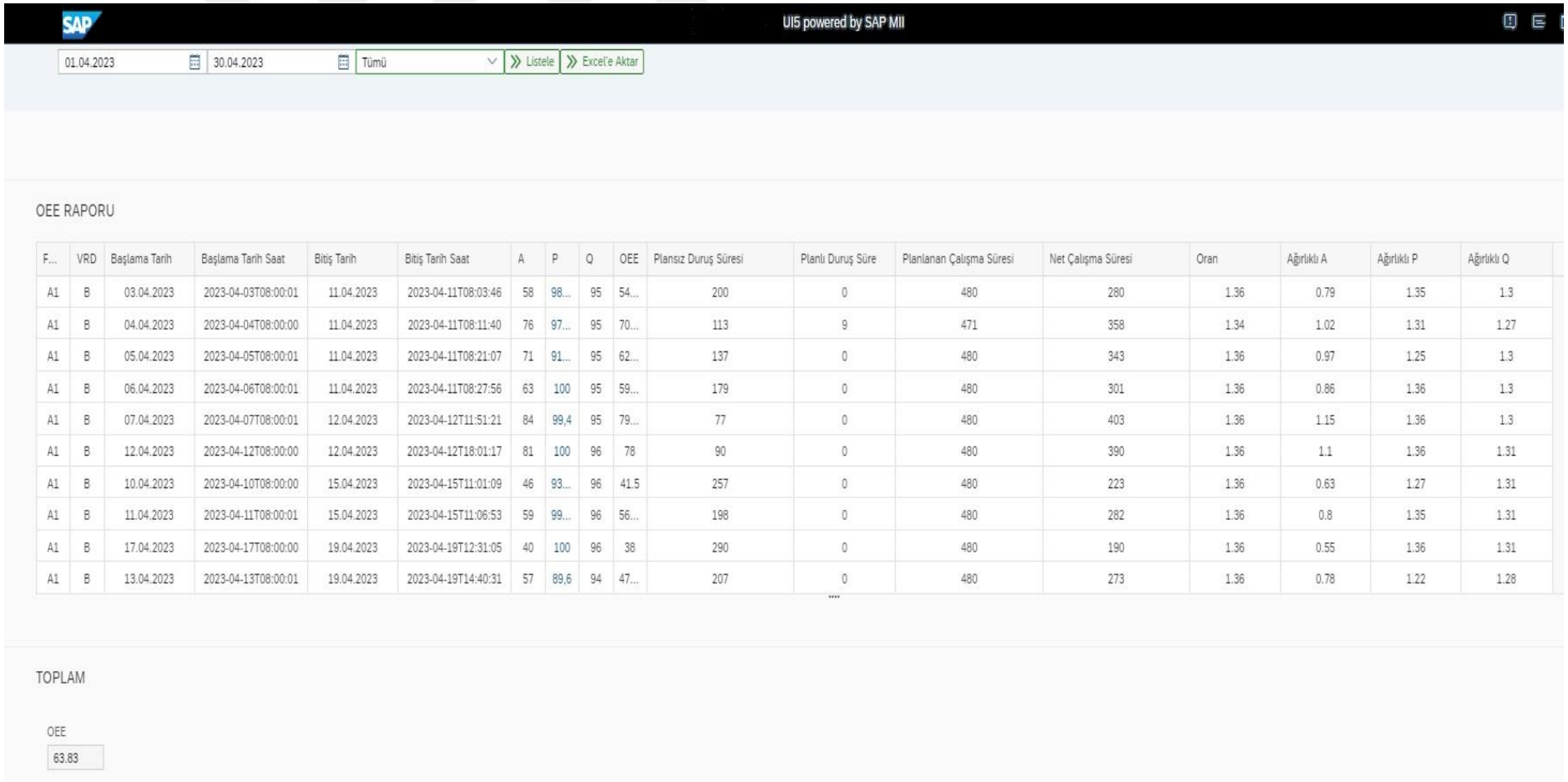
OEE = Kullanabilirlik (A) x Performans (P) x Kalite (Q)

**Q (Kalite)**

| | |
|---|---|
| Brüt Haddelenen Miktar (ton/vardiya) | x |
| Net Haddelenen Miktar (ton/vardiya) | y |

$$\text{Kalite (Q)} = \frac{y}{x}$$

**Şekil 4.1.** OEE hesaplaması formülleri.




| F... | VRD | Başlama Tarih | Başlama Tarih Saat | Bitiş Tarih | Bitiş Tarih Saat | A | P | Q | OEE | Plansız Duruş Süresi | Planlı Duruş Süre | Planlanan Çalışma Süresi | Net Çalışma Süresi | Oran | Ağırlıklı A | Ağırlıklı P | Ağırlıklı Q |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | B | 03.04.2023 | 2023-04-03T08:00:01 | 11.04.2023 | 2023-04-11T08:03:46 | 58 | 98... | 95 | 54... | 200 | 0 | 480 | 280 | 1.36 | 0.79 | 1.35 | 1.3 |
| A1 | B | 04.04.2023 | 2023-04-04T08:00:00 | 11.04.2023 | 2023-04-11T08:11:40 | 76 | 97... | 95 | 70... | 113 | 9 | 471 | 358 | 1.34 | 1.02 | 1.31 | 1.27 |
| A1 | B | 05.04.2023 | 2023-04-05T08:00:01 | 11.04.2023 | 2023-04-11T08:21:07 | 71 | 91... | 95 | 62... | 137 | 0 | 480 | 343 | 1.36 | 0.97 | 1.25 | 1.3 |
| A1 | B | 06.04.2023 | 2023-04-06T08:00:01 | 11.04.2023 | 2023-04-11T08:27:56 | 63 | 100 | 95 | 59... | 179 | 0 | 480 | 301 | 1.36 | 0.86 | 1.36 | 1.3 |
| A1 | B | 07.04.2023 | 2023-04-07T08:00:01 | 12.04.2023 | 2023-04-12T11:51:21 | 84 | 99,4 | 95 | 79... | 77 | 0 | 480 | 403 | 1.36 | 1.15 | 1.36 | 1.3 |
| A1 | B | 12.04.2023 | 2023-04-12T08:00:00 | 12.04.2023 | 2023-04-12T18:01:17 | 81 | 100 | 96 | 78 | 90 | 0 | 480 | 390 | 1.36 | 1.1 | 1.36 | 1.31 |
| A1 | B | 10.04.2023 | 2023-04-10T08:00:00 | 15.04.2023 | 2023-04-15T11:01:09 | 46 | 93... | 96 | 41.5 | 257 | 0 | 480 | 223 | 1.36 | 0.63 | 1.27 | 1.31 |
| A1 | B | 11.04.2023 | 2023-04-11T08:00:01 | 15.04.2023 | 2023-04-15T11:06:53 | 59 | 99... | 96 | 56... | 198 | 0 | 480 | 282 | 1.36 | 0.8 | 1.35 | 1.31 |
| A1 | B | 17.04.2023 | 2023-04-17T08:00:00 | 19.04.2023 | 2023-04-19T12:31:05 | 40 | 100 | 96 | 38 | 290 | 0 | 480 | 190 | 1.36 | 0.55 | 1.36 | 1.31 |
| A1 | B | 13.04.2023 | 2023-04-13T08:00:01 | 19.04.2023 | 2023-04-19T14:40:31 | 57 | 89,6 | 94 | 47... | 207 | 0 | 480 | 273 | 1.36 | 0.78 | 1.22 | 1.28 |

**Şekil 4.2.** OEE raporu MES sistemi ekran görüntüsü.

### 4.3. Otonom Bakım Faaliyetlerinin Uygulanması

Çalışmaya 3 işletmenin geçmiş bir yıllık duruş verileri incelenerek başlanmıştır. Analizler sonucunda arıza kaynaklı duruşların toplam plansız duruşlar içerisindeki yaklaşık oranları; 1. işletme için %20, 2. işletme için %15, 3. işletme için ise %20 olarak tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında 3 işletme için de pilot bölgelerde otonom bakım faaliyetlerinin başlatılmasına karar verilmiştir.

Çalışmanın bu bölümünde 1.işletmede otonom bakım faaliyetleri kapsamında yapılan tüm çalışmalar, öncelikle hazırlık adımında yapılan faaliyetlerden başlanılarak anlatılmıştır. Otonom bakım faaliyetlerinin yönetimini açıklayan süreç akış şeması Ek A'da verilmiştir. Başlangıç adımının ardından sırasıyla otonom bakım 1. adımı olan "Temizlik ve Kontrol" ve 2. adımı "Karşı Tedbirler" adımlarında yapılan faaliyetlerden bahsedilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde ise otonom bakım faaliyetlerinin işletmeye olan katkıları tespit edilmeye ve yorumlanmaya çalışılmıştır.

#### 4.3.1. Başlangıç (hazırlık) adımı

Proje yönetimi anlayışı ile ele alınan otonom bakım faaliyetlerinin ilk adımı olarak bir proje planı oluşturulmuştur (Ek B). Proje planında yer alan iş adımları genel hatlarıyla ve maddeler halinde aşağıda açıklanmıştır.

##### 4.3.1.1. Otonom bakım komitesinin kurulması

Otonom bakım faaliyetlerine başlanacak ekipmanların belirlenmesi, mevcut durum verilerinin (duruşlar) analiz edilmesi, çalışan yetkinlik matrislerinin hazırlanması, çalışanların eğitim planlarının hazırlanması vb. hazırlık aşamasında yapılacak olan çalışmalarda; farklı disiplin ve deneyimlerden faydalanmak, karar almada etkin bir şekilde beyin fırtınası çalışmaları gerçekleştirebilmek gibi birçok konuda iş birliği ve takım çalışması yapabilmek adına öncelikle Otonom Bakım Komitesi kurulmuştur. Komite başkanlığını Yalın Üretim Departmanı tarafından yürütülürken, komite üyeleri de farklı departmanlardan seçilmiştir.

Komite üyeleri: Üretim, Bakım, Akademi, Planlama ve SEÇ departmanlarından belirlenen temsilcilerden oluşmaktadır. Komite üyelerinin görevleri genel hatlarıyla aşağıda verilmiştir:

- Üretim: Otonom bakım operatörlerinin ve görev tanımlarının belirlenmesi, otonom bakım faaliyetlerinin (CILT, karşı tedbirler vb.) takip edilmesi vs.
- Bakım: Eğitimlerin verilmesi
- Akademi: Çalışan yetkinlik matrislerinin çıkarılması, eğitim planlarının hazırlanması ve eğitimlerin organize edilmesi
- Planlama: Ekipman önceliklendirilmesi için OEE verilerinin analizi, otonom bakım çalışmalarının sonuçlarının takibi için veri analizi
- SEÇ: Ekipman İSG risk analizlerinin yapılması
- Yalın Üretim: 5S sisteminin kurulması ve yürütülmesi, OEE sistematiğinin kurulması, otonom bakım eğitimlerinin verilmesi, otonom bakım talimat, form ve denetim sorularının hazırlanması

#### 4.3.1.2. Otonom bakım eğitimlerinin verilmesi

Otonom bakımın önemi, faydaları ve uygulama adımları ile ilgili hem komite üyelerine hem de otonom bakım operatörlerine bilgilendirme eğitimleri Yalın Üretim Departmanı tarafından verilmiştir.

#### 4.3.1.3. Ekipmanların belirlenmesi ve önceliklendirilmesi

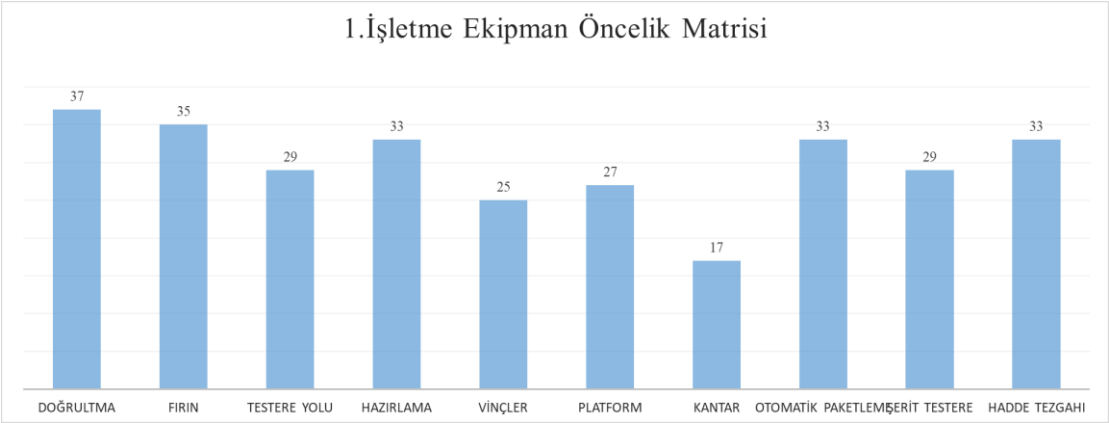
Otonom bakım faaliyetlerine başlanacak pilot ekipmanın belirlenebilmesi için öncelikle işletmede yer alan üretim ekipmanlarının envanteri çıkarılmıştır. Önceliklendirme yapabilmek için envanterde yer alan ekipmanlar 9 ana parametrede puanlanmıştır. Bu kriterler; güvenlik ve çevresel kirlilik, kalite ve verim, çalışma durumu, gecikme faktörü (fırsat maliyeti), arıza sıklığı, bakım kolaylığı, 5S, OEE ve operatör olarak belirlenmiştir. Parametrelerin puan kriterleri Tablo 4.3'te belirtilmiştir.

**Tablo 4.3.** Ekipman önceliklendirme parametreleri.

| OTONOM BAKIM EKİPMAN ÖNCELİKLENDİRME PARAMETRELERİ | | | |
|---|---|---|---|
| **Ölçüm Unsuru** | **A Seviye (5)** | **B Seviye (3)** | **C Seviye (1)** |
| **PUAN** | **5** | **3** | **1** |
| **S** Güvenlik ve Çevresel Kirlilik | Makinede meydana gelen bir iş kazası, çevrede ciddi bir güvenlik sorununa ve büyük çevresel etkiye yol açabilir | Makinede meydana gelen bir iş kazası, çevrede az miktarda güvenlik sorununa ve çevresel etkiye yol açabilir. | Makinede meydana gelen bir iş kazası, hiçbir güvenlik sorununa ve çevresel etkiye yol açmaz |
| **Q** Kalite ve Verim | Makinede meydana gelen bir arıza, ciddi miktarda fireye ve verim kaybına yol açar. | Makinede meydana gelen bir arıza, az miktarda kalite değişkenliğine ve verim kaybına yol açar | Makinede meydana gelen bir arıza, hiçbir kalite problemine ve verim kaybına yol açmaz |
| **W** (Çalışma Durumu) | Makine 24 saat çalışıyor | Makine 7-14 saat (1-2 vardiya) çalışıyor | Makine sadece aralıklarla ve plansız bir şekilde çalışıyor |
| **D** Gecikme Faktörü (Fırsat Maliyeti) | Makine plansız durması halinde tesisin tamamı durur | Makinenin plansız durması halinde sadece bu makinayla ilişkili makinalar durur | Makinenin plansız durması halinde alternatif makinalar kullanılabilir. Problem giderildikten sonra üretime devam edilir. |
| **P** Periyod (Arıza Sıklığı) | Sık Sık arıza meydana gelir (Her 6 saatte 1 defa veya daha fazla) | Nadiren bir duruş yaşanır. (Yaklaşık olarak senede 1 veya 2 defa) | Neredeyse hiç duruş yaşanmaz (Senede 1 defadan daha az) |
| **M** (Bakım Kolaylığı) | Tamir zamanı: 4 saat veya daha fazla | Tamir zamanı: 1-4 saat arası | Tamir zamanı: 1 saatten az |
| 5S | Makine bölgesinde 5S uygulaması var. En az 3S Üzeri | Makinede 5S uygulaması var. En az 1S-3S arası | Makine bölgesinde 5S uygulaması yok |
| OEE | Makinede OEE ya da duruş kayıtlarının takip edileceği bir etkinlik takip sistemi var | Makinede OEE ya da duruş kayıtlarının takip edileceği sistem yok, fakat hızlı bir şekilde devreye alınabilir | Makinede OEE ya da duruş kayıtlarının takip edileceği bir etkinlik sistemi yok. Kayıt alınması zaman alır. |
| OPERATÖR | Makinenin sabit bir operatörü var (veya çalışanı). | Makinenin sabit bir operatörü var (veya çalışanı). | Makinanın sabit bir operatörü yok (veya çalışanı). |

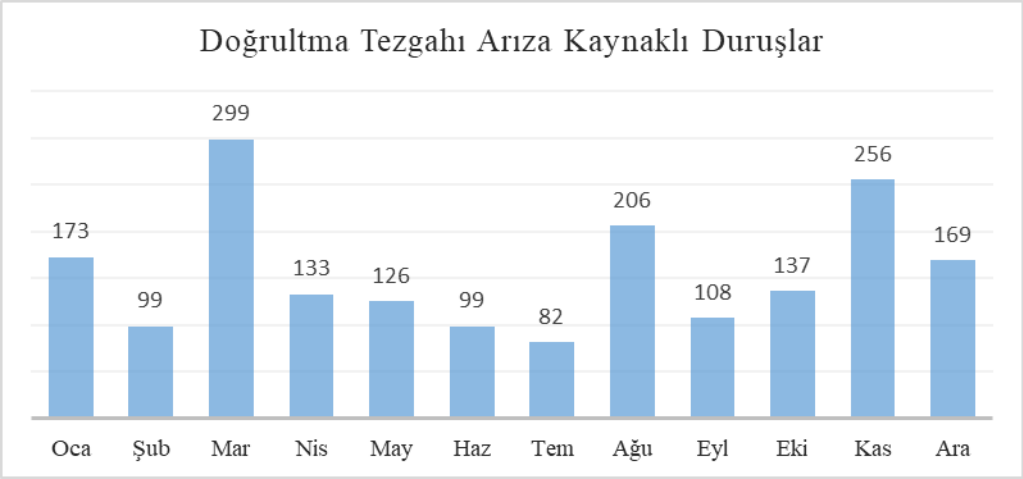
#### 4.3.1.4. Pilot ekipman seçimi ve mevcut durum analizi

Komite ile birlikte puanlanan önceliklendirme matrisi Ek C'de, puan grafiği Şekil 4.3'te belirtilmiştir.

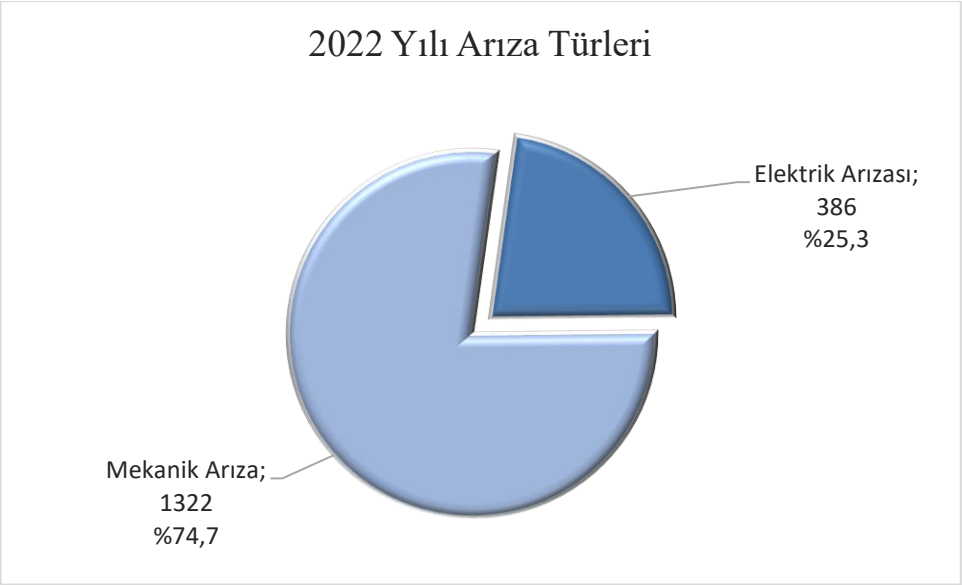



**Şekil 4.3.** Ekipman önceliklendirme matrisi sonuç grafiği.

Yapılan puanlama sonucunda 37 puanla en yüksek öncelikli çıkan doğrultma tezgahı otonom bakım çalışmaları için pilot ekipman seçilmiştir. Ekipman seçiminden sonra otonom bakım faaliyetleri için iyileştirme hedefi verebilmek adına mevcut durum analizi gerçekleştirilmiştir. Doğrultma tezgahının geçmiş bir yıl içerisindeki arıza kaynaklı duruşlar analiz edilmiştir. Bir önceki yıla ait doğrultma tezgahı arıza kaynaklı duruşların sonucu Şekil 4.4'de, arıza türüne göre dağılım grafiği Şekil 4.5'te belirtilmiştir.




**Şekil 4.4.** Doğrultma tezgahı arıza kaynaklı duruş grafiği.




**Şekil 4.5.** Arıza türlerine göre duruş grafiği.

Analiz sonuçlarına doğrultma tezgahı ortalama 157 dk/ay olmak üzere toplam 1.887 dk/yıl arıza kaynaklı duruş yaşanmıştır. Bu duruşların %75'ini mekanik arızalar oluşturmaktadır. Komite değerlendirmeleri sonucu otonom bakım faaliyetleri ile arıza kaynaklı duruşlarda iyileşme hedeflenmiştir.

#### 4.3.1.5. Tek nokta dersi yönetim sisteminin oluşturulması

Otonom bakım çalışmaları kapsamında bakım operatörlerinden üretim operatörlerine devredilen işler ile ilgili üretim operatörlerine bilgi verilmesi, CILT aktivitelerinin nasıl yapılacağının anlatılması vb. konularda eğitimlerin verilebilmesi için basit, yalın bir şekilde bilgi veren eğitim dokümanlarına ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaçların karşılanabilmesi için TND sistematiği kurulmuştur. Sistematik kurulurken aşağıdaki iş adımları izlenmiştir:

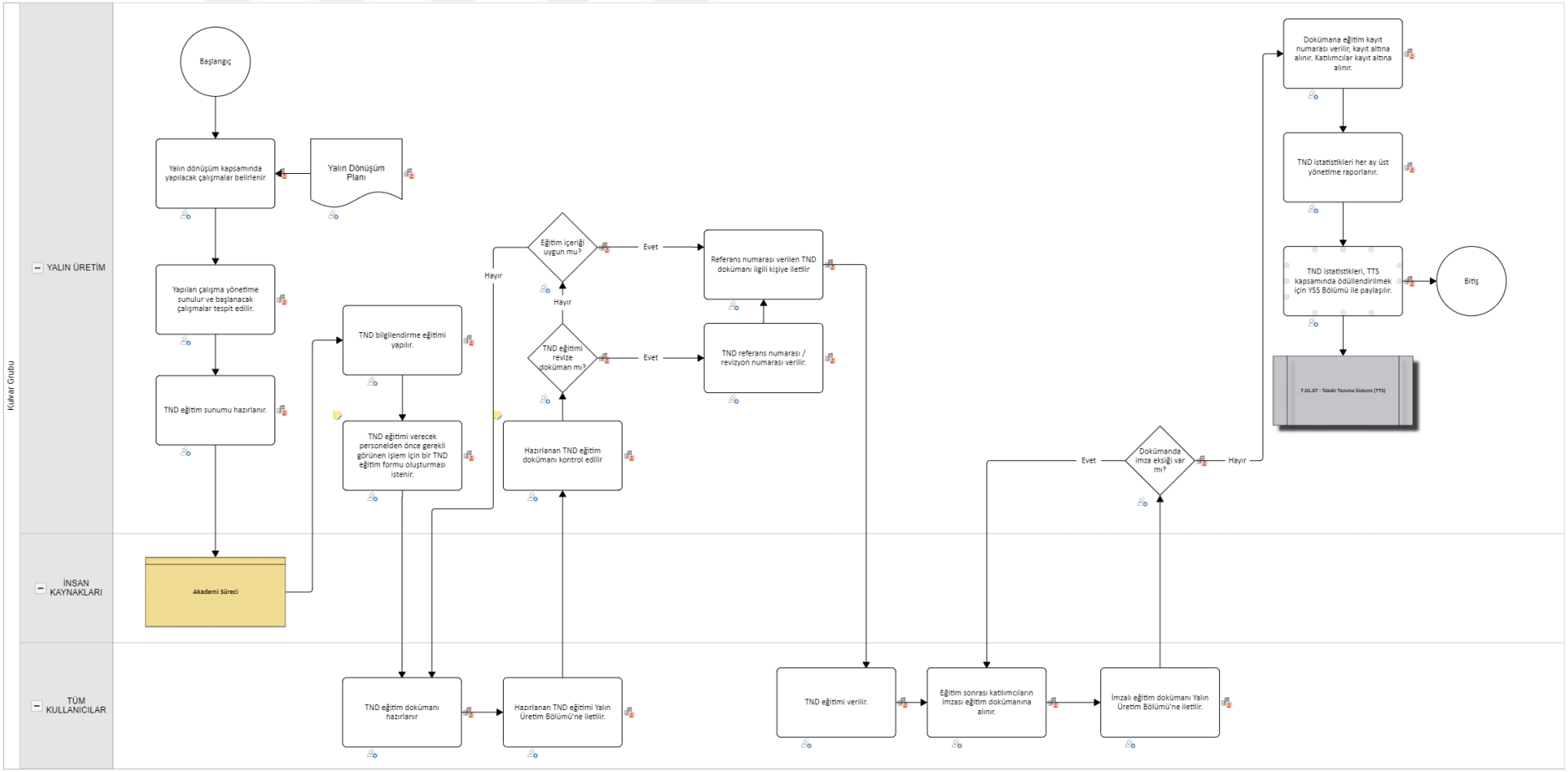
- TND uygulama talimatı hazırlanmıştır. Bu talimat ile TND formlarının nasıl hazırlanması gerektiği, eğitimlerin nasıl verileceği, formların nasıl kayıt altına alınacağı vb. bilgiler detaylı bir şekilde anlatılmıştır.
- TND formu hazırlanmıştır. (Şekil 4.6)

TEK NOKTA DERSİ FORMU (TND)

| | | | |
|---|---|---|---|
| KONU: | | NO: | |
| HAZIRLAYAN: | | HAZ. TARİH: | |
| NOK (GÖRSEL) | | OK (GÖRSEL) | |
| EĞİTİM AÇIKLAMASI | | | |
| EĞİTİMİ VEREN | EĞİTİME KATILANLAR | | |
| | | | |
| EĞİTİM VER. TARİHİ | | | |
| | | | |

**Şekil 4.6.** Tek Nokta Dersi formu.

- TND faaliyetlerinin işleyişi süreç olarak modellenmiştir. (Şekil 4.7)
- Hazırlanan ve eğitimi verilen TND'lerin takibi için takip listesi oluşturulmuştur. Bu takip listesinde eğitim kim tarafından hazırlanmış, kimlere eğitim verilmiş, eğitim tarihi vb. bilgiler yer almaktadır.
- TND ile ilgili tüm çalışanlara eğitim verilmiştir.

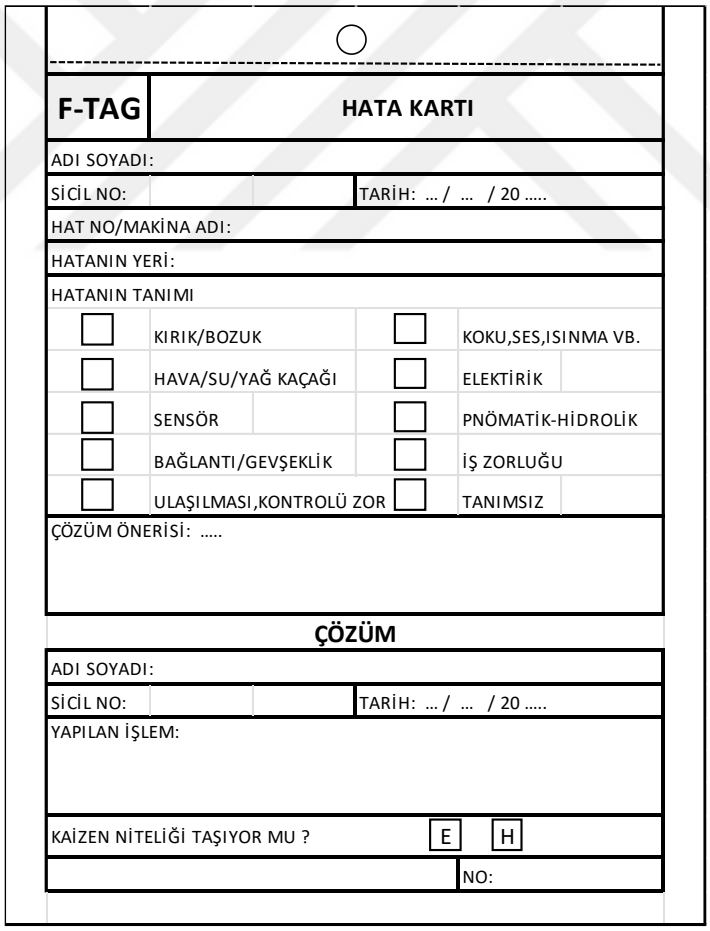



**Şekil 4.7.** Tek Nokta Dersi faaliyetleri yönetim süreci.

#### 4.3.1.6. Hata kartı yönetim sisteminin oluşturulması

Otonom bakım faaliyetleri sırasında ekipmanda tespit edilen anormalliklerin giderilmesi için ilgili kişilere (bakım operatörü veya üretim operatörü) bilgi verilmesi gerekmektedir. Bilgi akışı iş emirleri üzerinden yürütülebileceği gibi hem görsel yönetim açısından hem de uygulanması daha kolay olması dolayısıyla hata kartı sistematiği kurulmuştur. Sistematik kurulum aşamaları aşağıda sırasıyla verilmiştir.

- Hata kartı çeşitleri belirlenmiştir. Bu kapsamda anomali tespitleri için beyaz ve kırmızı kart olmak üzere iki çeşit kart sistematiğe dahil edilmiştir. Beyaz kart üretim operatörleri tarafından giderilecek anormallikleri temsil ederken kırmızı kart bakımcılar tarafından giderilecek anormallikleri temsil etmektedir.
- Beyaz kart ve kırmızı kartların tasarımı yapılarak temin edilmiştir. Hata kartı örnekleri şekil 4.8 ve şekil 4.9'da gösterilmiştir.



| | | | |
|---|---|---|---|
| F-TAG | HATA KARTI | | |
| ADI SOYADI: | | | |
| SİCİL NO: | | TARİH: … / … / 20 ….. | |
| HAT NO/MAKİNA ADI: | | | |
| HATANIN YERİ: | | | |
| HATANIN TANIMI | | | |
| ☐ | KIRIK/BOZUK | ☐ | KOKU,SES,ISINMA VB. |
| ☐ | HAVA/SU/YAĞ KAÇAĞI | ☐ | ELEKTİRİK |
| ☐ | SENSÖR | ☐ | PNÖMATİK-HİDROLİK |
| ☐ | BAĞLANTI/GEVŞEKLİK | ☐ | İŞ ZORLUĞU |
| ☐ | ULAŞILMASI,KONTROLÜ ZOR | ☐ | TANIMSIZ |
| ÇÖZÜM ÖNERİSİ: ….. | | | |
| ÇÖZÜM | | | |
| ADI SOYADI: | | | |
| SİCİL NO: | | TARİH: … / … / 20 ….. | |
| YAPILAN İŞLEM: | | | |
| KAİZEN NİTELİĞİ TAŞIYOR MU ? | | E | H |
| | | NO: | |

**Şekil 4.8.** Beyaz hata kartı.

| F-TAG | HATA KARTI | | |
|---|---|---|---|
| ADI SOYADI: | | | |
| SİCİL NO: | | TARİH: ... / ... / 20 ..... | |
| HAT NO/MAKİNA ADI: | | | |
| HATANIN YERİ: | | | |
| HATANIN TANIMI | | | |
| ☐ | KIRIK/BOZUK | ☐ | KOKU,SES,ISINMA VB. |
| ☐ | HAVA/SU/YAĞ KAÇAĞI | ☐ | ELEKTİRİK |
| ☐ | SENSÖR | ☐ | PNÖMATİK-HİDROLİK |
| ☐ | BAĞLANTI/GEVŞEKLİK | ☐ | İŞ ZORLUĞU |
| ☐ | ULAŞILMASI,KONTROLÜ ZOR | ☐ | TANIMSIZ |
| ÇÖZÜM ÖNERİSİ: ..... | | | |

**ÇÖZÜM**

| | | | |
|---|---|---|---|
| ADI SOYADI: | | | |
| SİCİL NO: | | TARİH: ... / ... / 20 ..... | |
| YAPILAN İŞLEM: | | | |
| KAİZEN NİTELİĞİ TAŞIYOR MU ? | | E | H |
| | | NO: | |

**Şekil 4.9.** Kırmızı hata kartı.

- Hata kartlarının kayıt altına alınması ve analiz edilmesi için anormallik kartı takip listesi hazırlanmıştır.
- Hata kartlarının kullanımı ile ilgili mavi yaka eğitimleri verilmiştir.

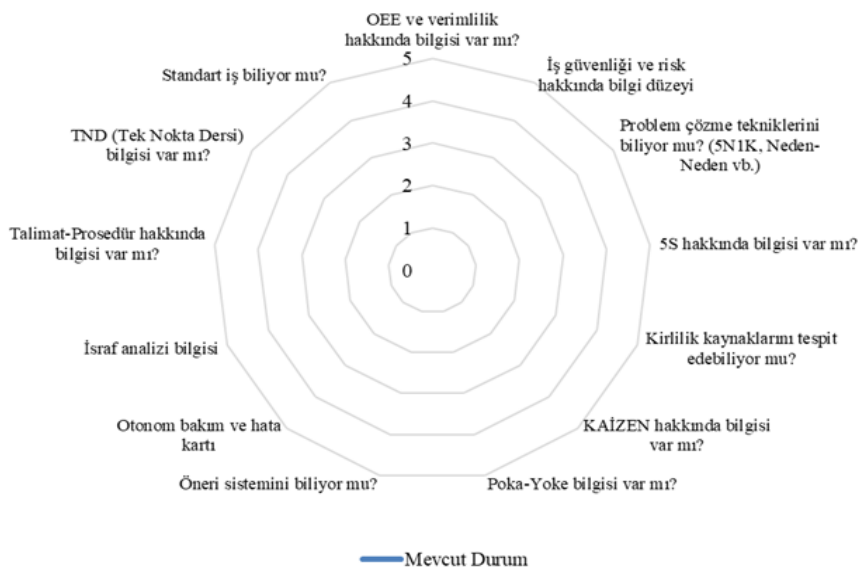
#### 4.3.1.7. Çalışan yetkinlik matrislerinin hazırlanması

Otonom bakım, ekipman etkinliğini artırmakla birlikte operatörlerin yetkinliklerini de artırmada önemli bir rol oynamaktadır. Çalışan yetkinliklerinin mevcut durumunu analiz edebilmek, yetkinlikleri geliştirebilmek ve izleyebilmek için çalışan yetkinlik matrisleri hazırlanmıştır. Mevcut durum analizi Tablo 4.4'te göre gerçekleştirilmiştir.

**Tablo 4.4.** Çalışan yetkinlik mevcut durum analizi.

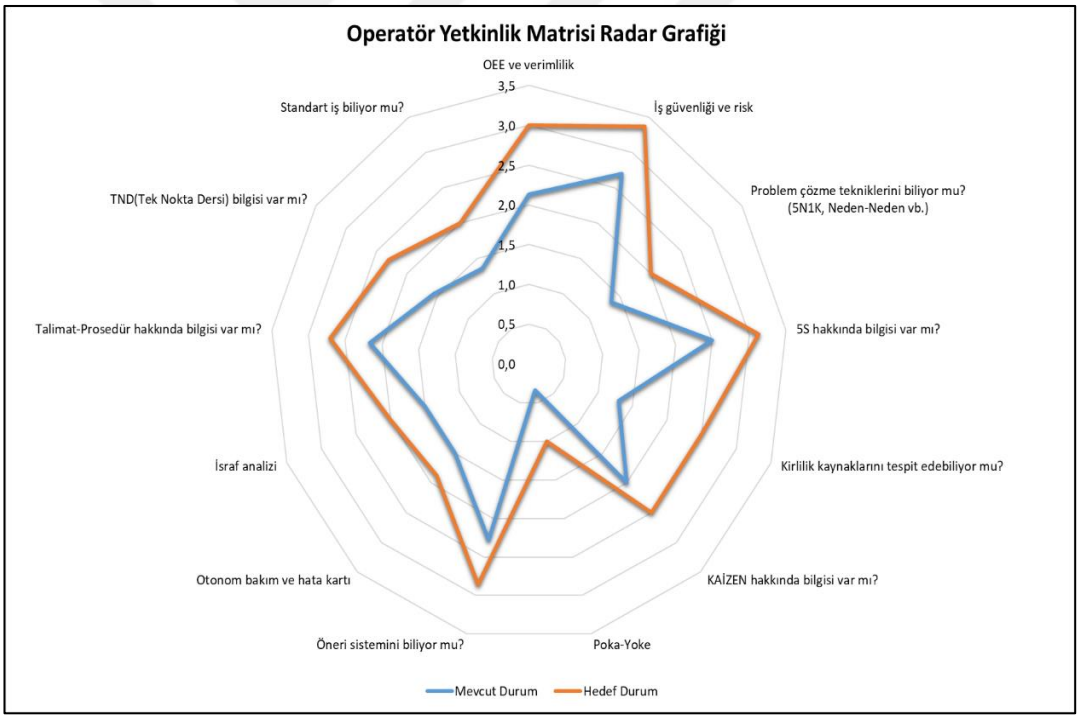
| **ÇALIŞAN YETKİNLİK MEVCUT DURUM ANALİZİ** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Değerlendirilen Adı Soyadı** | | | | |
| **Görev** | | | | |
| **Değerlendirme Tarihi** | | | | |
| **Değerlendiren Adı Soyadı** | | | | |
| **Sorular** | **Nicel tespitler (Puan)** | | | **Mevcut Durum** |
| | 1 | 3 | 5 | |
| OEE ve verimlilik hakkında bilgisi var mı? | | | | |
| İş güvenliği ve risk hakkında bilgi düzeyi | | | | |
| Problem çözme tekniklerini biliyor mu? (5N1K, Neden-Neden vb.) | | | | |
| 5S hakkında bilgisi var mı? | | | | |
| Kirlilik kaynaklarını tespit edebiliyor mu? | | | | |
| KAİZEN hakkında bilgisi var mı? | | | | |
| Poka-Yoke bilgisi var mı? | | | | |
| Öneri sistemini biliyor mu? | | | | |
| Otonom bakım ve hata kartı | | | | |
| İsraf analizi bilgisi | | | | |
| Talimat-Prosedür hakkında bilgisi var mı? | | | | |
| TND (Tek Nokta Dersi) bilgisi var mı? | | | | |
| Standart iş biliyor mu? | | | | |

**Operatör Yetkinlik Matrisi Radar Grafiği**



Çalışan yetkinlik mevcut durum analizi anket şeklinde uygulanmıştır. Puanlama 1 (zayıf), 3 (orta) ve 5 (iyi) olarak değerlendirilmiştir ve süreç aşağıdaki gibi ilerletilmiştir:

1. Anket soruları çalışana sorularak kendilerini puanlamaları istenmiştir.
2. Aynı anket soruları çalışanların yöneticilerine sorulmuş ve yöneticilerden çalışanlarını hangi seviyede gördüklerini puanlamaları istenmiştir.
3. Son olarak anket soruları Yalın Üretim Departmanı tarafından çalışanlara mülakat şeklinde uygulanmıştır. Puanlama departman tarafından gerçekleştirilmiştir.
4. Her bir soru için tüm çalışanların puanlarının aritmetik ortalaması alınmıştır ve radar grafiği oluşturulmuştur.
5. Hedef puanlar şirket stratejileri göz önünde bulundurularak otonom bakım komitesi üyeleri tarafından oluşturulmuştur.




**Şekil 4.10.** Operatör yetkinlik matrisi radar grafiği.

Oluşturulan yetkinlik grafiği sonrası yetkinlik gelişimi için eğitim planları oluşturulmuştur (Şekil 4.11).

**OPERATÖR GELİŞİM PROGRAMI EĞİTİM İÇERİĞİ VE KAYIPLAR İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİ**

| Başlıklar | Eğitimler | Eğitimin Çıktısı | Eğitim İçeriği | İsraf İlişkisi |
|---|---|---|---|---|
| 5S | 5S uygulama | 5S Puan artışı | 5S nedir?<br>Etkin bir 5S uygulaması nasıl yapılır?<br>Roller ve sorumluluklar<br>5S süreci | Tertip-Düzen temizlik yetersizliği |
| | 5S standartlar | 5S Puan artışı | 5S talimat ve sürecleri<br>5S denetleme süreci | Yönetim kayıpları |
| SEÇ | SEÇ Kültürü-1 | Ramak kala sayısı<br>İş kazası oranı<br>Öneri sayısı | Ramak kala & kaza nedir?<br>Ramak kala takibinin önemi?<br>Ramak kala süreci | Cevre-İş güvenliği yetersizliği |
| | SEÇ Kültürü-2 | Ramak kala sayısı<br>İş kazası oranı<br>Öneri sayısı | Ramak kala & kaza nedir?<br>Ramak kala takibinin önemi?<br>Ramak kala süreci | Cevre-İş güvenliği yetersizliği |
| | SEÇ Kültürü-2 | Ramak kala sayısı<br>İş kazası oranı<br>Öneri sayısı | Ramak kala & kaza nedir?<br>Ramak kala takibinin önemi?<br>İş kazasının firmaya ve calışanlara etkisi<br>Rol ve sorumluluklar<br>Ramak kala süreci | Cevre-İş güvenliği yetersizliği |
| | SEÇ Kültürü-3 | Ramak kala sayısı<br>İş kazası oranı<br>Öneri sayısı | Ramak kala & kaza nedir?<br>Ramak kala takibinin önemi?<br>Global düzeyde işkazası ve ramak kala raporlarının özeti<br>Çevre bilinci<br>Rol ve sorumluluklar<br>Ramak kala süreci | Cevre-İş güvenliği yetersizliği |
| | Ergonomi (Temel) | Öneri sayısı | Ergonomi nedir.<br>Ergonominin üretime etkisi<br>Etkili ergonomik calışma şekilleri<br>Riskli ergonomik calışma şekilleri | Üretim hareket kayıpları |
| | Ergonomi (Orta) | Öneri sayısı | Ergonomi nedir?<br>Örnek bir ergonomik risk analizi<br>LMM metodu | Üretim hareket kayıpları |
| ORGANİZ ASYONEL | Eskalasyon-Delegasyon | Farkındalık | E-D nedir?<br>E-D nun üretimdeki yeri<br>E-D şekilleri<br>Etkin bir E-D nasıl yapılır | Yönetim kayıpları |
| | Temel seviye excel | Öneri sayısı<br>5S Ö-S sayısı<br>KAIZEN Ö-S sayısı | Excel ara yüzleri<br>Excelde basit analiz nasıl yapılır?<br>Excelde basit raporlama örneği | Yönetim kayıpları |
| | Orta seviye Excel | Öneri sayısı<br>5S Ö-S sayısı<br>KAIZEN Ö-S sayısı | Excel orta seviye analiz yöntemleri<br>Excelde orta seviye raporlama calışması | Yönetim kayıpları |
| | Powerpoint-Temel Seviye | Öneri sayısı<br>5S Ö-S sayısı<br>KAIZEN Ö-S sayısı | Powerpoint ara yüzleri<br>Powerpointde basit analiz nasıl yapılır?<br>Powerpointde basit raporlama örneği | Yönetim kayıpları |
| | Powerpoint-Orta seviye | Öneri sayısı<br>5S Ö-S sayısı<br>KAIZEN Ö-S sayısı | Powerpoint ara yüzleri<br>Powerpointde basit analiz nasıl yapılır?<br>Powerpointde basit raporlama örneği | Yönetim kayıpları |
| | Temel Iş Hukuku-Disiplin Yön.-Etik Kurallar | Öneri sayısı<br>5S Ö-S sayısı<br>KAIZEN Ö-S sayısı<br>Ramak kala sayısı<br>İş kazası oranı | İş hukuğu<br>Disiplin ve etik kuralları | Yönetim kayıpları |
| | Ekip Yönetimi | Farkındalık | | Hat organizasyon kayıpları |
| | Çatışma Yönetimi | Farkındalık | | Yönetim kayıpları |
| | Zaman Yönetimi | Farkındalık | | Yönetim kayıpları |
| BAKIM | Otononom Bakım F-Tag | OEE Artışı | F-tag nedir?<br>Yağlamanın önemi<br>Kirlilik kaynaklarının önemi | Arıza |
| | Otonom Bakım (Temel) | OEE Artışı | | Arıza |
| | Otonom Bakım 7 Adım (Orta) | OEE Artışı | | Arıza |
| | CILT aktiviteleri | OEE Artışı | Yağlamanın önemi<br>Kirlilik kaynaklarının önemi | Arıza |
| | Profesyonel bakım | OEE Artışı | Otonom bakım<br>Planlı bakım<br>Kestirimci bakım<br>Bakım sistemine bütünleşik bakış | Arıza |

| Başlıklar | Eğitimler | Eğitimin Çıktısı | Eğitim İçeriği | İsraf İlişkisi |
|---|---|---|---|---|
| MALİYET | Standart iş - Okuma | OEE Artışı | Standart nedir<br>Standartın önemi<br>Standart iş formun okunması<br>Standart iş süreci | Hız kayıpları |
| | Standart İş-Düzenleme | OEE Artışı | Standart iş sürdürülebilirliği<br>Standart iş izlenebilirliği ve uygulama | Hız kayıpları |
| | Standart iş hazırlama | OEE Artışı | Etkin bir standart iş hazırlama<br>Standart iş revizyonları | Hız kayıpları |
| | El aleti / Ölçüm aleti kullanım | Kalitesizlik azalması | Kullanılan el aleti ve ölçü aletleri<br>Ölçü aletleirnin kullanımı ve korunması<br>El aleti kullanımında iş kazası riskleri | Hatalı üretim ve rework kayıpları |
| | Kalite kontrol yönetimi | Kalitesizlik azalması | Kalite nedir?<br>Kalite yönetim sistemleri<br>Evrensel kalite kontrol uygulamaları | Hatalı üretim ve rework kayıpları |
| | Teknik resim okuma | Farkındalık | Basit düzeyde teknik resim okuma<br>Toleranslar | Hat organizasyon kayıpları |
| | OEE | Farkındalık | OEE nedir?<br>OEE nasıl hesaplanır?<br>OEE nin önemi<br>OEE e karşı roller ve sorumluluklar nelerdir? | Başlangıç-Bitiş kayıpları |
| | Verimlilik-Etkinlik-Üretkenlik | Farkındalık | V-E-Ü nedir?<br>Bir hattın V-E-Ü nasıl hesaplanır.<br>Uygulama<br>V-E-Ü e karşılıklı roller ve sorumluluklar nedir? | Küçük duruşlar |
| | Hoşin- kanri | OEE Artışı | Hedef nedir?<br>Hoşin-kanri nedir?<br>Etkin hedef nasıl verilir. | Yönetim kayıpları |
| GÖRSEL YÖNETİM | Görsel Yönetim-Okuma | OEE Artışı | ASAKAI panolar nasıl yönetilir | Yönetim kayıpları |
| | Asakaı Pano Hazırlık | OEE Artışı | ASAKAI ye nasıl hazırlıklı gelinir,<br>ASAKAI Panolar nasıl yönetilir.? | Yönetim kayıpları |
| | Asakaı yönetimi | OEE Artışı | ASAKAI nedir?<br>ASAKAI süreci nasıl yönetilir?<br>Roller ve sorumluluklar ?<br>ASAKAI'nin faydası | Yönetim kayıpları |
| SÜREKLİ İYİLEŞTİRME | FYS | Öneri sayısı | Fikir nedir?<br>Fikirin önemi.<br>FYS süreci<br>Etkin fikir nasıl verebilirim.? | Yönetim kayıpları |
| | Problem nedir? | OEE Artışı | Problem nedir?<br>16 Büyük kayıp nedir?<br>Probleme karşı sorumluluklar nedir?<br>Problem ile nasıl mücade edilir.? | Yönetim kayıpları |
| | Yalın üretime giriş | Farkındalık | Yalın nedir?<br>Bütünleşik yalın bakışı<br>Yalın üretim toollarına özet bakış acısı | Hat organizasyon kayıpları |
| | Muda&Mura&Muri | Farkındalık | 3M nedir?<br>3M ile nasıl mücade edilir? | Yönetim kayıpları |
| | İsraf analizi | Farkındalık | İsraf nedir?<br>İsrafın önemi<br>İsraf nasıl tespit edilir?<br>İsrafla nasıl mücadele edilir? | Yönetim kayıpları |
| | Neden-Neden yöntemi | OEE Artışı | Neden neden metodu nedir?<br>Kök neden nedir?<br>Aksiyon | Yönetim kayıpları |
| | Kaizen | Öneri sayısı<br>5S Ö-S sayısı<br>KAIZEN Ö-S sayısı<br>Ramak kala sayısı<br>İş kazası oranı | Sürekli iyileştirme<br>Kaizen nedir ?<br>Kaizen nasıl tespit edilir?<br>Kaizen süreci<br>Kaizende maliyet nasıl hesaplanır | Yönetim kayıpları |
| | TND düzenleme | Öneri sayısı<br>5S Ö-S sayısı<br>KAIZEN Ö-S sayısı<br>Ramak kala sayısı<br>İş kazası oranı | TND Süreci<br>Etkin bir TND nasıl düzenlenir. | Yönetim kayıpları |
| | TND Hazırlama | Öneri sayısı<br>5S Ö-S sayısı<br>KAIZEN Ö-S sayısı<br>Ramak kala sayısı<br>İş kazası oranı | TND nedir,<br>TND amacı, kapsamı,<br>Etkin TND nasıl olmalı?<br>TND Süreci | Yönetim kayıpları |
| | Problem Çözme Teknikleri | OEE Artışı | 5N + 1K<br>Balık kılçığı | Yönetim kayıpları |

**Şekil 4.11.** Operatör gelişim eğitim planı içeriği.

#### 4.3.1.8. Otonom bakım yaygınlaştırma planının oluşturulması

Otonom bakım çalışmaları için pilot ekipmanların seçilmesiyle birlikte hem pilot ekipmandaki ilerleyişin takvimlendirilmesi hem de yeni ekipmanlar için çalışmalara başlamak amacıyla yaygınlaştırma planı oluşturulmuştur. Hazırlanan bu plan, çalışmalara başlanılan mevcut ekipmanlarda otonom bakımın hangi adımında ne kadar süre çalışılacağını gösterirken yeni devreye alınacak ekipmanlar için de genel hatlarıyla iş planlarını temsil etmektedir. Otonom bakım yaygınlaştırma planı Şekil 4.12'de verilmiştir.

#### 4.3.1.9. Otonom bakım seviye atlama denetim kriterlerinin hazırlanması

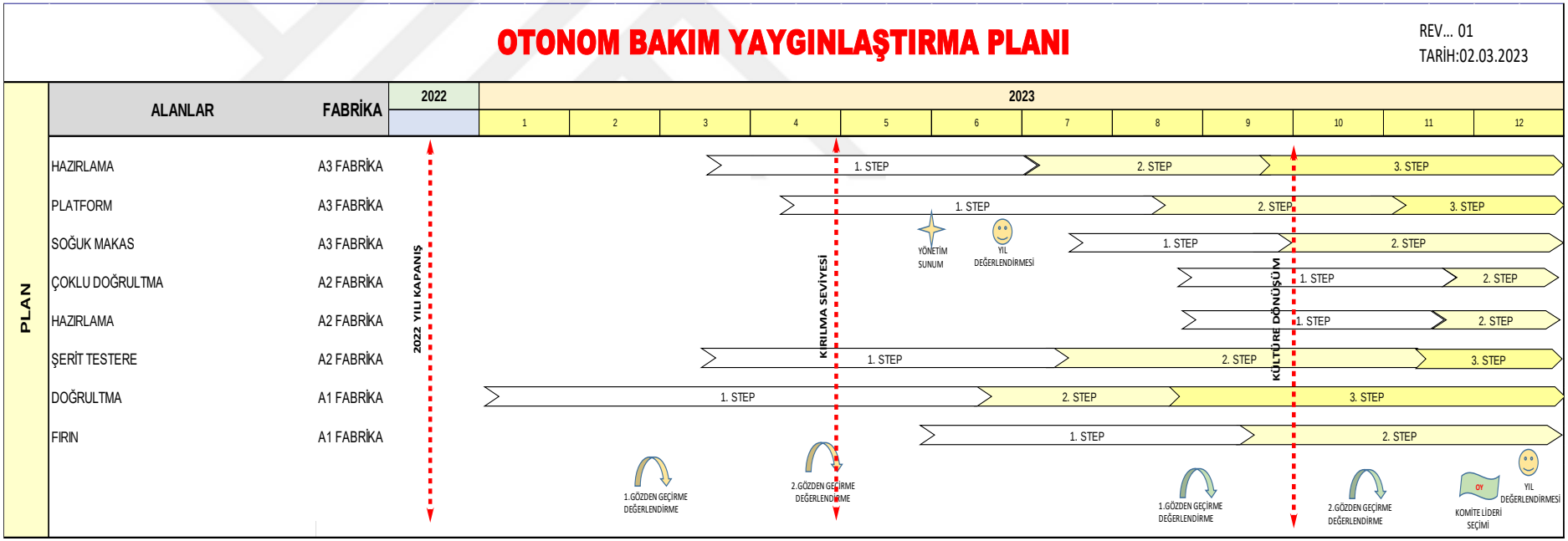
Otonom bakım çalışmalarının ilerleyişini takip etmek ve yaygınlaştırma planına uygun ilerleyebilmek için seviye atlama kriterlerinin belirlenmesi ve denetim ihtiyacı bulunmaktadır. Bu kapsamda otonom bakımın her bir adımının seviye atlama kriterleri belirlenmiştir (Şekil 4.13).

#### 4.3.1.10. Pilot ekipman için bakım kütüklerinin oluşturulması

Pilot ekipman için üzerinde gerçekleştirilen tüm bakım işlemlerini ve bu işlemlerin kim tarafından ne zaman gerçekleştirilmesi gerektiğini gösteren formlar oluşturulmuştur. Hazırlanan form örneği Tablo 4.5'te verilmiştir. Pilot ekipman için hazırlanan bakım kütüğü Şekil 4.14'te gösterilmiştir. Ekipman bakım kütükleri sadece otonom bakım kapsamında yapılacak faaliyetleri değil ekipman üzerinde yapılacak tüm bakım faaliyetlerinin tanımlamaktadır. Otonom bakım faaliyetleri kapsamında üretim operatörü tarafından yapılması gereken faaliyetleri gösteren form "CILT Aktiviteleri Uygulama Kontrol Formu" başlığı ile tanımlanacaktır.

**Tablo 4.5.** Ekipman bakım kütüğü.

| **Ekipman Bakım Kütüğü** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ekipman Adı** | | | | **Üretici Firma İletişim Bilgileri:** | | |
| **Etiket:** | | | | **Satın Alma Tarihi:** | | |
| **Seri Numarası:** | | | | **Ekipman Sorumlusu:** | | |
| **Üretici Firma:** | | | | **Hizmete Başlama Tarihi:** | | |
| **Tanımlı Alan** | **Bakım Türü** | **Bakım Sorumlusu** | **Bakım Frekansı** | **Kullanılan Standartlar** | **Eylem Takibi** | **Notlar** |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |




**Şekil 4.12.** Otonom bakım yaygınlaştırma planı.

## OTONOM BAKIM DENETİM FORMU

| Statü | Puan Seviyesi | Uygunsuzluk Sayısı |
|---|---|---|
| Zayıf | 0-1 | 5 + (majöre) |
| İyi | 3 | 1-3 (minöre) |
| En iyi uygulama | 5 | sıfır uygunsuzluk |
| **Statü** | **Puan Seviyesi** | **Uygunsuzluk Sayısı** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Denetim Tarihi** | | **Ekipman Adı** | |
| **Denetçiler** | | | |
| **Sorumlu** | | | |
| **Denetçilere Not:** | Denetçiler denetime başlamadan önce<br>* Sahada tezgah başında incelemelerde bulunmalıdır.<br>* Bir önceki denetim sonuçları incelenmeli, geçmiş uygunsuzluklar özellikle kontrol edilmelidir. | | |

| | Kategori | | | Puan | Uygunsuzluk Tanımı |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. YILDIZ | 1. Adım<br>Temizlik ve Kontrol | | **Amaç: Anormallikleri tespit et, ekipmanı normal şartlarına getir.** | | |
| | | 1.1 | **Ekipman iyi tanınmakta mı?**<br>Operatör ekipmanı yeterince tanıyor, kirlilik kaynaklarının farkında ve ekipmanında oluşbilecek arıza,hata veya kazalar konusuna hakim. Ekipmandaki anormallikleri kolaylıkla tespit edebiliyor. | | |
| | | 1.2 | **Ekipman çevresi kontrol altında mı?**<br>Ekipman çevresinde 5S uygulaması uygulanıyor. Atıl malzemeler yok. Gerekli malzemelerin düzeni iyi durumda. | | |
| | | 1.3 | **Ekipmanın temizliği rutin olarak yapılmakta mı?**<br>Ekipman üzerinde temizlik rutin olarak belirlenmiş ve yapılıyor. Otonom Bakım Chek list kontrol edilir. | | |
| | | 1.4 | **Kirlilik kaynakları ve kaçaklar tespit edilmiş mi?**<br>Kirlilik kaynakları gözle görülür durumda. Operatör bu yağ, hava vb. kaçaklarını tespit edebiliyor. Ekipman kirlilik haritası oluşturulmuş. | | |
| | | 1.5 | **Yağlanması gereken yerler tespit edilmiş mi?**<br>Ekipmanın yağlama haritası çıkarılmış. Ekipman üzerinde yağlanması gereken noktalar chek listte yer alıyor. Bu bölgelerde yağlamalar rutin olarak yapılıyor. | | |
| | | 1.6 | **Bağlantı elemanları kontrol edilmiş mi?**<br>Ekipman üzerinde bağlantı elemanlarının kontrolleri yapılıyor. Kırık/bozuk, gevşeklik tespit ediliyor ve önlemler alınıyor. | | |
| | | 1.7 | **Hata kartı takibi yapılıyor mu?**<br>Ekipmanda tespit edilen anormallikler için hata kartı yazılıyor. Yazılan kartlara çözümler uygulanıyor. Çözüm sürelerinde iyileşmeler mevcut. (Hata kartı yazılmamışsa majör uygunsuzluk= 0 puan) | | |
| | | 1.8 | **Otonom Bakım bilinç seviyesi**<br>Ekipman çalışanına otonom bakım hakkında bilgi sorulur. Çalışanın otonom bakım felsefesini ve faydalarını açıklayabilmesi beklenmektedir. | | |
| | | | **1. Adım Toplam Puan** | **0** | |
| | **1. Adım Tamamlama Şartı** | | **Hata kartında majör uygunsuzluk yoksa ve toplam puan 32 ve üzerinde ise 1.Adım seviyesini geçer. Aksi takdirde 0. Adım olarak değerlendirilir.** | | |
| | 2. Adım<br>Karşı Tedbirler (Kaizen) | | **Amaç: Anormalliklere karşı tedbir al.** | | |
| | | 2.1 | **Ekipman üzerinde oluşan kirlilik kaynaklarına karşı önlemler alınmış mı?**<br>Kirlilik kaynaklarını ortadan kaldırmak amacıyla yapılan çalışmalar mevcut. Kirlilik kaynaklarında azalma var. | | |
| | | 2.2 | **Ekipman üzerinde ulaşılması zor olan kısımlarda arıza tespitleri mevcut mu?**<br>Beyaz hata kartları yazılıyor. Bu anormalliklere karşı aksiyonlar alınıyor. | | |
| | | 2.3 | **Temizlik süreleri ile ilgili çalışmalar mevcut mu?**<br>Ekipman üzerinde operatörün yapmış olduğu temizlik sürelerinde 1. adım faaliyetlerinden sonra bir iyileşme mevcut. | | |
| | | 2.4 | **Otonom Bakım faaliyetleri için kaizen çalışmaları makine için yapılmakta mı?**<br>Ekipman üzerindeki arıza, kirlenme, kaçakların önlenmesi/azaltılması için kaizen çalışmaları yapılıyor. | | |
| | | | **2. Adım Toplam Puan** | **0** | |
| | **2. Adım Tamamlama Şartı** | | **En az bir adet kaizen çalışması olmaması durumu majör uygunsuzluktur. Seviye 1. Adım ilan edilir.** | | |
| | 3. Adım<br>Standartların Oluşturulması | | **Amaç: CILT aktiviteleri standartlarını oluştur.** | | |
| | | 3.1 | **Temizlik-Kontrol-Yağlama-Sıkma Aktiviteleri standartları oluşturulmuş mu?**<br>CILT aktiviteleri için standart iş talimatları oluşturulmuş. Talimatlar TND'ler ile desteklenıyor. | | |
| | | 3.2 | **Temizlik-Kontrol-Yağlama-Sıkma Aktiviteleri süreleri belli mi? Sürelerin iyileştirilmesi için çalışmalar yapılıyor mu?**<br>CILT aktiviteleri süreleri net olarak belirlenmiş. En uygun CILT aktivite rotası oluşturulmuş. Sürelerin azaltılması için çalışmalar yapılıyor. | | |
| | | 3.3 | **Görsel yönetim hakkında bir çalışma yapılmış mı?**<br>Ekipman üzerinde bir görsel çalışma ve ekipman ile ilgili görsel bir otonom bakım panosu mevcut. Görsel yönetim çalışmaları ile ekipmanın kontrol adımları görsel kontrole indirgenmiş. | | |
| | | | **3. Adım Toplam Puan** | **0** | |
| | **3. Adım Tamamlama Şartı** | | **En az birer adet standart iş talimatı ve TND olmalı. Yoksa majör uygunsuzluktur. Seviye 2. Adım ilan edilir.** | | |
| 2. YILDIZ | 4. Adım<br>Genel Kontroller | | **Amaç: Operatörlerin ekipmanın yapısını, fonksiyonunu genel çalışma prensiplerini anlaması ve yüksek etkinlikte çalışmasını sağlayacak bilgi ve beceriye sahip olmasını sağla.** | | |
| | | 4.1 | **Operatörlerin ekipmanın yapısını, fonksiyonunu genel çalışma prensiplerini anlaması ve yüksek etkinlikte çalışmasını sağlayacak bilgi ve beceriye sahip mi?**<br>Operatör talimatlara uygun çalışıyor. Ekipmanın köttüye gidişini ölçtüyör ve iyileştirme faaliyetlerinde bulunuyor. | | |
| | | 4.2 | **Ekibin tamamı genel kontrollerde ustalaşmış mı?**<br>Ekipman ile ilgili TND ve talimat hazırlama konusunda yetkin. | | |
| | | 4.3 | **Operatör genel kontroller hakkında bilgi verebiliyor mu?**<br>Operatör uygulaması gereken kontrolleri ve uygulama talimatlarını biliyor. Ekipmandaki anormallikleri ayırt edebiliyor. | | |
| | | | **4. Adım Toplam Puan** | **0** | |
| | **4. Adım Tamamlama Şartı** | | **En az birer adet standart iş talimatı, TND, hata kartı ve çözümü olmalı. Yoksa majör uygunsuzluktur. Seviye 3. Adım ilan edilir.** | | |
| | 5. Adım<br>Otonom Kontrol | | **Amaç: CILT aktivitelerini gözden geçir, sürelerini azalt. Görsel yönetimi iyileştir.** | | |
| | | 5.1 | **İlk 4 adım aşamaları sağlıklı bir işleyişte mi?**<br>Ekipmanın otonom kontrolleri için check listler hazır. CILT aktiviteleri aksatılmadan yapılıyor. Kayıplar tespit ediliyor ve önlemler alınıyor. | | |
| | | 5.2 | **Standartlar tam mı?**<br>Ekipman için hazırlanan geçici standartlar genel kontroller ile birleştirilerek kalıcı standart haline getirilmiş. | | |
| | | 5.3 | **İyileştirme çalışmaları sonuç vermiş mi?**<br>CILT aktiviteleri takvimi gözden geçirilmiş, sürelerinin azaltılması için çalışmalar yapılıyor. | | |
| | | | **5. Adım Toplam Puan** | **0** | |
| | **5. Adım Tamamlama Şartı** | | **5.3 maddesinden majör uygunsuzluk yoksa ve toplam puan 13 ve üstü ise 5. Adım seviyesini geçer. Aksi takdirde seviye 4. Adım ilan edilir.** | | |
| 3. YILDIZ | 6. Adım<br>Standardizasyon | | **Amaç: Kontrolleri standartlaştır. Bakımı organize et.** | | |
| | | 6.1 | **Standartlar uygulanıyor mu?** | | |
| | | 6.2 | **Temizlik konularında başarı elde edilmiş mi?** | | |
| | | 6.3 | **Operatör standartları biliyor ve uyguluyor mu?** | | |
| | | | **6. Adım Toplam Puan** | **0** | |
| | **6. Adım Tamamlama Şartı** | | **Toplam puan 13 ve üstü ise 6. Adım seviyesini geçer. Aksi takdirde seviye 5. Adım ilan edilir.** | | |
| | 7. Adım<br>Tam Otonom Yönetim | | **Amaç: Sıfır Kaza, Sıfır Arıza ve Sıfır Hata hedeflerine ulaş.** | | |
| | | 7.1 | **6 adım eksiksiz bir şekilde uygulanıyor mu?** | | |
| | | 7.2 | **Sıfır Arıza Sıfır Hata Sıfır Kaza Amaçına ulaşılmış mı?** | | |
| | | | **7. Adım Toplam Puan** | **0** | |
| | **7. Adım Tamamlama Şartı** | | **Toplam puan 8 ve üstü ise 7. Adım seviyesini geçer. Aksi takdirde seviye 6. Adım ilan edilir.** | | |
| | | | **TOPLAM PUAN** | **0** | |

**Şekil 4.13.** Otonom bakım seviye atlama kriterleri.

| EKİPMAN BAKIM KÜTÜĞÜ | | |
|---|---|---|
| **Ekipman Adı** | 800m Doğrultma | **EKİPMAN GÖRSELİ** |
| **Etiket** | | |
| **Seri Numarası** | | |
| **Üretici Firma** | KCR | |
| **Üretici Firma İlgili Kişi + İletişim No** | | |
| **Satın Alma Tarihi** | | |
| **Hizmete Girdiği Tarih** | | |
| **Ekipmandan Sorumlu Kişi** | | |
| **Ekipmanın Kullanım Yeri** | | |
| **Fiziksel Durumu** | İyi | |
| **Planlı Bakım Sıklığı** | Haftalık | |

**Ekipman Standartları**

| Tanımlı Alan | Bakım Türü | Bakım Sorumlusu | Frekans | Referans | Takip | Not |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Makara Altı | Mekanik | Üretim Birimi | Günde 1 | | | Tufal Temizliği |
| Baskı Tamburu | Mekanik | Üretim Birimi | 6 Ayda 1 | | | Temizlik Ve Çizgilerin Boyanması |
| Üst Yatak Kızakları | Mekanik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Temizlik Ve Yağlanması |
| Redüktör, Motor Ve Şase | Mekanik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Yağ Temizliği, Yağ Kaçaklarının Belirlenmesi, Kaplin Lastiği Kontrolü, Civata Kontrolü |
| Hidrolik Tank | Mekanik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Tank Temizliği, Yağ Seviyesi Kontrolü |
| Redüktör Dişli Yağ Tankı | Mekanik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Tank Temizliği, Yağ Seviyesi Kontrolü, Hava Eşanjörü Temizliği |
| Doğrultma Makinası | Mekanik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Gövde Genel Temizliği |
| Raylı Araba Yürüme Bölgesi | Mekanik | Üretim Birimi | Ayda 1 | | | Genel Temizlik |
| Azot Pistonları | Mekanik | Üretim Birimi | Günde 1 | | | Baskı Kontrolü |
| Arka Yatak Sabitleme Flanşı | Mekanik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Boşluk Kontrolü |
| Alt Makara Milleri | Mekanik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Mil Boşluk Kontrolü, Paso Yatıklık Kontrolü |
| Alt Üst Yatak Mil Yatakları | Mekanik | Üretim Birimi | 6 Ayda 1 | | | Yağlama Yapılması |
| Baskı Kriko Mili | Mekanik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Yağlama Yapılması |
| Ön Üst Yatak Baskı Kapakları | Mekanik | Üretim Birimi | Günde 1 | | | Civata Sıkılık Kontrolü |
| Hidrolik Pompası | Mekanik | Bakım Birimi | Haftada 1 | | | Performans Kontrolü |
| Yağlama Pompası | Mekanik | Bakım Birimi | Ayda 1 | | | Performans Kontrolü |
| Alt Makara Mili | Mekanik | Bakım Birimi | 6 Ayda 1 | | | Km Somun Sıkılık Kontrolü |
| Baskı Aşağı Yukarı Sw | Elektrik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Siviçlerin Yer Kontrolü , Bağlantı Gevşeklik Kontrolü, Toz Temizliği |
| Vites Swleri, | Elektrik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Siviçlerin Yer Kontrolü , Bağlantı Gevşeklik Kontrolü, Toz Temizliği |
| Doğrultma Motorları | Elektrik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Gözle Kontrol (Darbe, Hasar,Kablo Rekorları ), Basınçlı Hava İle Temizlik.Ayak Cıvata Kontrol |
| Hidrolik Motorları | Elektrik | Üretim Birimi | Haftada 1 | | | Gözle Kontrol (Darbe, Hasar,Kablo Rekorları ), Basınçlı Hava İle Temizlik,Ayak Cıvata Kontrol |
| Doğrultma Motorları | Elektrik | Bakım Birimi | 3 Ayda 1 | | | Motor Vibrasyon Kontrolü, Sıcaklık Kontrolü, Şase Bağlantı Kontrolü |
| Hidrolik Motorları | Elektrik | Bakım Birimi | 3 Ayda 1 | | | Motor Vibrasyon Kontrolü, Sıcaklık Kontrolü, Şase Bağlantı Kontrolü |
| Baskı Aşağı Yukarı Sw | Elektrik | Bakım Birimi | 3 Ayda 1 | | | Siviçlerin Yer Kontrolü , Bağlantı Gevşeklik Kontrolü,Fonksiyon Testi |
| Vites Swleri, | Elektrik | Bakım Birimi | 3 Ayda 1 | | | Siviçlerin Yer Kontrolü , Bağlantı Gevşeklik Kontrolü,Fonksiyon Testi |
| Güç Bağlantı Soketleri | Elektrik | Bakım Birimi | 3 Ayda 1 | | | Genek Kontrol -Arklanma-Gevşeklik Kontrolü |
| Acil Durudurma Butonları | Elektrik | Bakım Birimi | 3 Ayda 1 | | | Makineyi Durduran Tüm Acil Stopların Fonksiyon Testleri |

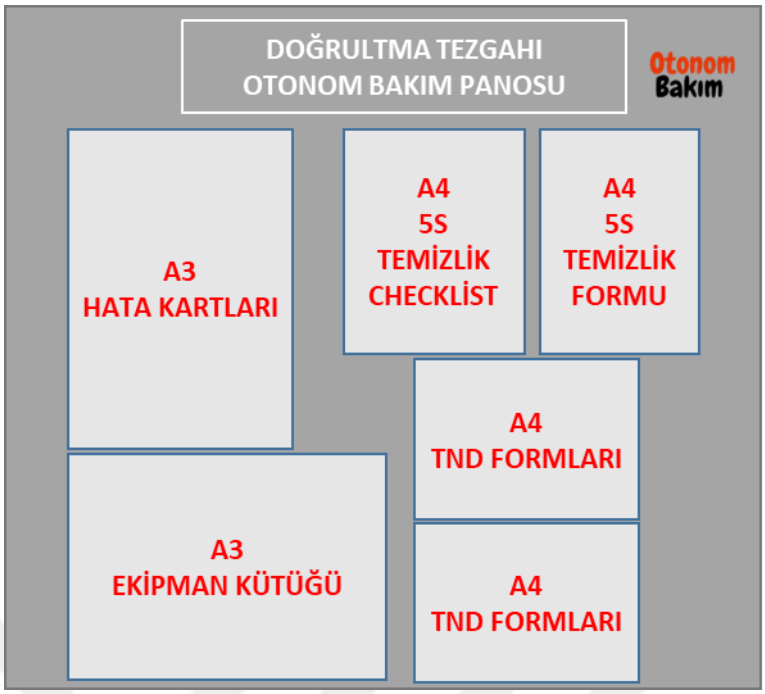
**Bakım Aktiviteleri**

| Tarih | Tanımlı Alan | Bakım Açıklaması | Bakımı gerçekleştiren | Planlanan bir sonraki bakım tarihi | Not |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

**Şekil 4.14.** Pilot ekipman için hazırlanan bakım kütüğü

### 4.3.1.11. Otonom bakım panosu standartlarının belirlenmesi

TPS'in temeli olan ve çalışmalarında en çok kullanılan araçlardan birisi olan "Görsel Yönetim", otonom bakım bilincinin tüm çalışanlara yayılması, çalışmaların ilerleyişinin kolaylıkla takip edilebilmesi için kullanılmalıdır. Bu kapsamda otonom bakım panosu standartları oluşturulmuş ve temin edilerek pilot ekipman bölgesine yerleştirilmiştir. Örnek pano Şekil 4.15'te verilmiştir.




**Şekil 4.15.** Otonom bakım panosu.

### 4.3.2. Temizlik ve Kontrol

Otonom bakım 1.adımı olan "Temizlik ve Kontrol" operatörün ekipmanı temizlemeye başlamasını, bu süreçte ekipmanın genel yapısını öğrenmesini, kirlilik kaynaklarını ve yağlanması gereken bölgeleri tespit etmesini, ayrıca temizlenen ekipman üzerinde gizli kalmış kusurları belirleyerek hata kartı asma alışkanlığı kazanmasını amaçlamaktadır. Bu kapsamda temizlik ve kontrol faaliyetlerine başlamadan önce ekipmanın mevcut durumu tespit edilmeye çalışılmıştır.

#### 4.3.2.1. Kick-Off toplantısı – mevcut durumun tespit edilmesi

Operatörün uygulamaya geçebilmesi için öncelikle mevcut durumun tespit edilmesi, CILT aktivitesi uygulanacak noktaların belirlenebilmesi için Otonom Bakım komitesi ve pilot ekipmanda otonom bakımdan sorumlu operatörün de dahil olduğu bir ekip ile ilk olarak saha analizi yapılmıştır. Ekipman üzerinde CILT aktivitelerinin uygulanacağı noktalar geçici olarak belirlenmiştir (Tablo 4.6).

**Tablo 4.6.** Otonom bakım saha gözlem raporu.

| CILT Aktiviteleri Tespiti | |
|---|---|
| Temizlik: | T1 (Doğrultma makara altı tufal temizliği), T2 (Üst baskı flanşları temizliği), T3 (Üst top hareketli kovan kızakları temizliği), T4 (Arka taraf redüktör temizliği, kaplin cıvatalarının kontrolü), T5 (Redüktör ve redüktör şase etrafının tufal temizliği), T6 ((Baskı aşağı-yukarı switch temizlik), T7 (Vites switchlerinin temizliği), T8 (Motorun temizliği), T9 (Hidrolik tankının temizliği), T10 (Hidrolik tankı motorunun temizliği), T11 (Doğrultma kontrol panosunun temizliği), T12 (Doğrultma tezgahı gövde temizliği), T13 (Doğrultma makinesi araba çalışma bölgesinin tufal temizliği) |
| Gözlem: | G1 (Azot piston kontrolü), G2 (Merkezi yağlama sistemi yağ seviyesinin kontrolü), G3 (Üst yatak pozisyonlama aparatı boşluk kontrolü), G4 (Doğrultma makara milinin boşluk kontrolü), G5 (Doğrultma makara mili ve somunu paso kontrolü), G6 (Hidrolik yağ tankı yağ seviye kontrolü), G7 (Redüktör kaplin ve kaplin lastiği kontrolü) |
| Yağlama: | Y1 (Üst ve alt kovan toplarının yağlanması), Y2 (Üst yatak kızaklarının yağlanması), Y3 (Baskı kriko mili yağlanması), Y4 (Üst baskı yataklarının yağlanması) |
| Sıkma: | S1 (Doğrultma motor cıvata kontrol ve sıkma, redüktör cıvata kontrol ve sıkma), S2 (Üst baskı flanşları kontrol ve sıkma), S3 (Doğrultma vites kolu cıvata sıkılması, vitesin değiştirilmesi), |

#### 4.3.2.2. CILT aktiviteleri ISG risk analizlerinin yapılması

Saha kick-off toplantısı sonucu oluşturulan geçici CILT aktivitelerinin nihai halini alabilmesi için faaliyetlerin risk analizleri yapılması gerekmektedir. Bu gereklilik; üretim operatörlerinin bir bakım operatörü kadar teknik yetkinliğe sahip olmaması

dolayısıyla otonom bakım faaliyetlerinin üretim operatörü için risk yaratma ihtimali, üretim odaklı olunması ve dolayısıyla basit bakım faaliyetlerinin dahi uygulanmaması vb. nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bu kapsamda saha analizi ile tespit edilen CILT aktiviteleri için İSG risk analizleri ve düzeltici-iyileştirici faaliyetlerin tespiti gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.16)

A1 Fabrika Doğrultma Makinesi Risk Değerlendirmesi

| | | | | MEVCUT RİSK | | | | | | RİSK EYLEM PLANI | DİF SONRASI GÜNCEL RİSK | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Faaliyet | Tehlike | Risk | Mevcut Durum | Şiddet | Olasılık | Risk Skoru | Sonuç | Öncelik | Eylem | Düzeltici Eylem | Şiddet | Olasılık | Risk Skoru | Sonuç | Eylem | Sorumlu |
| Doğrultma Makinesi Otonom Bakım Faaliyetleri | Hareketli-Dönel Mekanizmalar | Ciddi Yaralanma | Makineye müdahale bölgesinde ve yakın çevresinde, makineye dair güvenlik donanımlarının , (kayış-kasnak-zincir muhafazaları vb..) çıkarılması | 4 | 4 | 16 | ÖNEMLİ RİSK | 1.ÖNCELİKLİ | DEVAM EDEN FAALİYET DURDURULMALI | Makineye müdahale bölgesinde ve yakın çevresinde, makineye dair güvenlik donanımlarının (kayış-kasnak-zincir muhafazaları vb..) gözle kontrolü yapılmalı, işin başında veya sonunda kapalı halde olduğundan emin olunmalıdır. | 2 | 2 | 4 | KATLANLABİLİR RİSK | MEVCUT KONTROLLER SÜRDÜRÜLMELİ | |
| Doğrultma Makinesi Otonom Bakım Faaliyetleri | Hareketli-Dönel Mekanizmalar | Ciddi Yaralanma | Makineye müdahale bölgesinde ve yakın çevresinde, makineye dair güvenlik donanımlarının (muhafaza kapakları) açık halde iken, çakinenin çalışıyor olması | 4 | 4 | 16 | ÖNEMLİ RİSK | 1.ÖNCELİKLİ | DEVAM EDEN FAALİYET DURDURULMALI | Makineye müdahale bölgesinde ve yakın çevresinde, makineye dair güvenlik donanımlarının (muhafaza kapakları) kapalı tutulmalıdır, muhafaza kapakları açık halde iken makine çalışmayacak şekilde emniyet sensörü devreye alınmalıdır. | 2 | 1 | 2 | KATLANLABİLİR RİSK | FAALİYET GERÇEKLEŞTİRMEYE GEREK YOK | |
| Doğrultma Makinesi Otonom Bakım Faaliyetleri | Elektrik | Elektrik Akımına Kapılma | Makinede enerji var iken bakım faaliyetleri yapılması | 4 | 4 | 16 | ÖNEMLİ RİSK | 1.ÖNCELİKLİ | DEVAM EDEN FAALİYET DURDURULMALI | Bakım esnasında kilitlemeli bir sistem ile makine devre kesicisi (stop butonu vb.) entegre edilmeli ve bakım yapıldığına dair etiketleme yapılmalıdır. | 1 | 2 | 2 | KATLANLABİLİR RİSK | MEVCUT KONTROLLER SÜRDÜRÜLMELİ | |
| Doğrultma Makinesi Otonom Bakım Faaliyetleri | Alana erişimdeki zorluklar | Kayma,Takılma, Düşme | Makineye müdahale bölgesinde ve yakın çevresinde, alana erişim için, zemindeki kot farkları veya engebelerin olması | 4 | 3 | 12 | ORTA DÜZEY RİSK | 2.ÖNCELİKLİ | RİSKLERİ DÜŞÜRMEK İÇİN FAALİYET BAŞLATILMALI | Makineye müdahale bölgesinde ve yakın çevresinde, alana erişim için zemin kot farkları veya engebelerin giderilmesi ilgili alanda çalışma-yürüme-erişim faaliyetlerinin rahat ve ergonomik olması için gerekli düzenlemenin yapılması. | 3 | 1 | 3 | KATLANLABİLİR RİSK | FAALİYET GERÇEKLEŞTİRMEYE GEREK YOK | |
| Doğrultma Makinesi Otonom Bakım Faaliyetleri | Sıcak yüzey ve nesneler | Yanma / Yaralanma | Makine genelinde bulunan motor-redüktör gibi makine-motor ve/veya yüzeylerin sıcak olması | 4 | 3 | 12 | ORTA DÜZEY RİSK | 2.ÖNCELİKLİ | RİSKLERİ DÜŞÜRMEK İÇİN FAALİYET BAŞLATILMALI | Isıya dayanıklı KKD kullanılması | 3 | 1 | 3 | KATLANLABİLİR RİSK | FAALİYET GERÇEKLEŞTİRMEYE GEREK YOK | |
| Doğrultma Makinesi Otonom Bakım Faaliyetleri | Makineye erişim bölgelerinde köşe noktalar ve keskin yüzeyler | Yaralanma | Makine genelinde sıkışık-dar alanlarda makinenin parça/bölümlerine erişim için bu alanlarda çalışacak personelin, Makinenin köşe-keskin ve ergonomik olmayan alanlarında bulunabiliyor olması | 4 | 3 | 12 | ORTA DÜZEY RİSK | 2.ÖNCELİKLİ | RİSKLERİ DÜŞÜRMEK İÇİN FAALİYET BAŞLATILMALI | Makine genelinde sıkışık-dar alanlarda makinenin parça/bölümlerine erişim için bu alanlarda çalışacak personelin Makinenin köşe-keskin ve ergonomik olmayan alanlarının genişletilmesi ve keskin ve köşe kenar yüzeylerin pahlanması, şayet mümkün ise anahtar vites ve gibi kumanda kollarına erişimin kolaylaştırılması için bu kolların uzatılması veya iyileştirilmesi. | 3 | 1 | 3 | KATLANLABİLİR RİSK | FAALİYET GERÇEKLEŞTİRMEYE GEREK YOK | |
| Doğrultma Makinesi Otonom Bakım Faaliyetleri | Stabil olmayan engebeli zemin | Kayma,Takılma, Düşme | Makineye müdahale bölgesinde ve yakın çevresinde, zemindeki kot farkları veya engebelerin olması | 4 | 3 | 12 | ORTA DÜZEY RİSK | 2.ÖNCELİKLİ | RİSKLERİ DÜŞÜRMEK İÇİN FAALİYET BAŞLATILMALI | Erişim yolları düz,engebesiz,stabil ve nitelikte olmalıdır. Yürüme yollarında ayak takılmalarına sebebiyet verecek malzemeler bulundurulmamalıdır. Yağ güzergahı her daim temiz ve açık olmalıdır. | 3 | 1 | 3 | KATLANLABİLİR RİSK | FAALİYET GERÇEKLEŞTİRMEYE GEREK YOK | |
| Doğrultma Makinesi Otonom Bakım Faaliyetleri | K.K.D. Lerin kullanılmaması | Ciddi Yaralanma | Personellerin; K.K.D. lerin nitelikleri, türleri, kullanım amaçları ve zorunlu kullanım alanları ile ilgili eğitimleri bulunmaktadır. | 4 | 3 | 12 | ORTA DÜZEY RİSK | 2.ÖNCELİKLİ | RİSKLERİ DÜŞÜRMEK İÇİN FAALİYET BAŞLATILMALI | Personellerin, ilgili alan için kendilerine verilen K.K.D leri eksiksiz ve tam olarak kullanmalıdır. | 3 | 1 | 3 | KATLANLABİLİR RİSK | FAALİYET GERÇEKLEŞTİRMEYE GEREK YOK | |

**Şekil 4.16.** Doğrultma makinesi İSG risk değerlendirmesi.

### 4.3.2.3. CILT aktivite uygulama kontrol formunun hazırlanması

Geçici olarak oluşturulan CILT aktiviteleri İSG risk analizleri sonucunda nihai halini almıştır (Şekil 4.17). Bu aşamadan sonra ilgili faaliyetlerin nasıl yapılması gerektiğini anlatan TND eğitimleri bakım personelleri tarafından üretim operatörlerine verilmiştir. Bu kapsamda toplam 12 kişiye 15 farklı başlıkta TND eğitimleri verilmiştir. Örnek TND eğitim dokümanları Şekil 4.18'de ve EK D'de verilmiştir.

Eğitimlerin tamamlanmasının ardından otonom bakım 1.adımı olan “Temizlik ve Kontrol” faaliyetleri başlangıç temizliğiyle birlikte başlatılmıştır. Etkinlik sonrası ekipmanda çalışan operatörler CILT aktiviteleri uygulama kontrol formuyla kendilerine atanan görevleri gerçekleştirmeye başlamıştır. CILT aktiviteleri uygulaması haftalık olarak saha kontrolleri ile takip edilmiştir. Ayrıca operatörler tarafından yazılan hata kartları sistematik olarak takip edilmekte ve kayıt altına alınmaktadır.

## OTONOM BAKIM CILT AKTİVİTELERİ UYGULAMA KONTROL FORMU

| Aktiviteler | | SIRA | Uygulama | Makina Durumu | | Frekans | | | | Cevrim Süresi (sn) | 16 Büyük Kayıpla İlişki | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | Ay / Bölge | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Çalışırken | Dururken | V | G | H | A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| C | CLEANING TEMİZLİK | 1 | Doğrultma makara altı tufal temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | Üst baskı flanşları temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | Üst top hareketli kovan kızakları temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | Arka taraf redüktör temizliği, kaplin civatalarının kontrolü | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | Redüktör ve redüktör şase etrafının tufal temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | Baskı aşağı-yukarı switch temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 7 | Vites switchlerinin temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 8 | Motorun temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 9 | Hidrolik tankının temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 10 | Hidrolik tankı motorunun temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 11 | Doğrultma kontrol panosunun temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 12 | Doğrultma tezgahı gövde temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 13 | Doğrultma makinesi araba çalışma bölgesinin tufal temizliği | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | INSPECTION GÖZLEM | 1 | Azot piston kontrolü | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | Merkezi yağlama sistemi yağ seviyesinin kontrolü | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | Üst yatak pozisyonlama aparatı boşluk kontrolü | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | Doğrultma makara milinin boşluk kontrolü | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 5 | Doğrultma makara mili ve somunu paso kontrolü | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | Hidrolik yağ tankı yağ seviye kontrolü | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 7 | Redüktör kaplin ve kaplin lastiği kontrolü | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | LUBRICATION YAĞLAMA | 1 | Üst ve alt kovan toplarının yağlanması | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | Üst yatak kızaklarının yağlanması | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | Baskı kriko mili yağlanması | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | Üst baskı yataklarının yağlanması | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| T | TIGHTENING SIKMA | 1 | Doğrultma motor cıvata kontrol ve sıkma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 2 | Redüktör cıvata kontrol ve sıkma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 3 | Üst baskı flanşları kontrol ve sıkma | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 4 | Doğrultma vites kolu cıvata sıkılması, vitesin değiştirilmesi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOPLAM | | | sn/1adam | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | dk/1adam | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

KONTROLLER :

✓ :CILT aktivitesi gerçekleştirilmişse, kullanılır

— :CILT aktivitesi gerçekleştirilmemişse, kullanılır

**Şekil 4.17.** Doğrultma makinesi CILT aktiviteleri uygulama kontrol formu.

# TEK NOKTA DERSİ FORMU (TND)

| KONU: | 800 MERKEZ DOĞRULTMA MAKİNASI MAKARA ALTI TUFAL TEMİZLİĞİ | NO: | 126_rev00 |
|---|---|---|---|
| HAZIRLAYAN: | | TARİH: | |

NOK

- 800 Merkez Doğrultma Makinası kontrol panosu üzerindeki , acil stop basıp makineyi kapalı duruma getiriyoruz.
- Acil stop üzerindeki anahtarı çıkarıp yanımıza alarak, makinanın bilgimiz ve kontrolümüz dışında çalıştırılmasını engelliyoruz.
- Bakım yapılıyor kartını kontrol panosu üzerine asarak, bakım öncesi işlemleri tamamlıyoruz.
- İşin başında ve sonunda makinenin kapalı halde olduğundan emin olunmalıdır.
-Makineye müdahale bölgesinde ve yakın çevresinde , işin başında ve/veya sonunda zeminde/çalışma alanına geçiş güzergahında kayma-takılma-düşmeye sebebiyet verebilecek malzemeler ortadan kaldırılmalı, ilgili alanın tertipli düzenli olması sağlanmalıdır.
-Resimde işaretli olan makaraların alt kısmında biriken tufallerin temizliğini yer fırçası yardımıyla günde bir kez yapıyoruz.

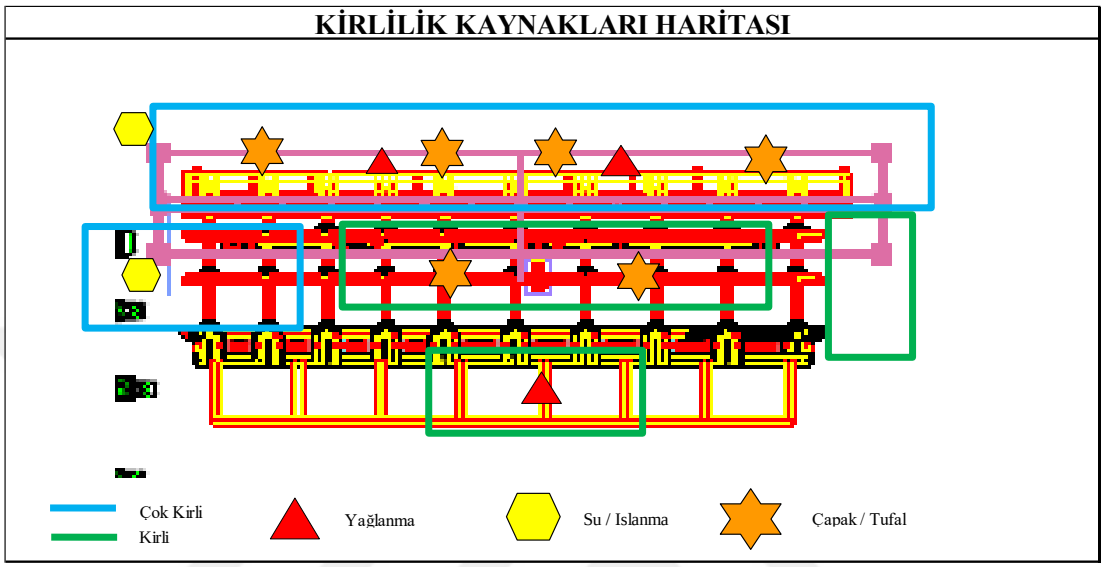
EĞİTİM AÇIKLAMASI
800 MERKEZ DOĞRULTMA MAKİNASI MAKARA ALTI TUFAL TEMİZLİĞİ

| EĞİTİMİ VEREN | EĞİTİME KATILANLAR |
|---|---|
| | |

**Şekil 4.18.** CILT aktiviteleri uygulama TND eğitimleri örneği

### 4.3.3. Karşı Tedbirler

CILT aktivitelerinin uygulanması ekipmanın operatörler tarafından daha iyi tanınmasını sağlamıştır. Operatörlerin düzenli olarak yaptıkları temizlik ve kontrol faaliyetleri ekipmanın kirlilik kaynaklarını da açığa çıkarmıştır. Ekipman için hazırlanan kirlilik kaynakları haritası Şekil 4.19'da gösterilmiştir.




**Şekil 4.19.** Doğrultma tezgahı kirlilik kaynakları haritası.

CILT aktivitelerinin bir diğer faydası da operatörlerin ekipmanlarına "Nasıl iyileştirebilirim?" gözüyle bakmasını sağlamak olmuştur. Yazılan hata kartları, yapılan CILT aktiviteleri iyileştirme fikirlerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu kapsamda, hata kartları analizinden ve CILT aktivitelerinden ortaya çıkan Kaizen örnekleri Şekil 4.20 ve Şekil 4.21'de verilmiştir.

## ÖNCE/SONRA KAIZEN FORMU

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Problem** | 800 MERKEZ DOĞRULTMA MAKİNESİNDA TOPLARDA OLUŞAN BOŞLUK VE TOPUN SIKMAMASI | | | **Kaizen No** | 2224 |
| **Ekip Lideri (Ad Soyad)** | | **Fabrika** | A1 FABRİKA | **Bölüm Müdürü Onayı** | |
| **Ekip Üyesi (Ad Soyad)** | | **Bölüm** | MEKANİK BAKIM | **Varsa FYS No** | |
| **Başlama Tarihi:** | 27.08.2022 | **Hedef Bitiş Tarihi** | 28.08.2022 | **Fiili Bitiş Tarihi** | 28.08.2022 |

**ÖNCE**
**(Fotoğraf / Çizim / Ölçüm / Analiz)**

**SONRA**
**(Fotoğraf / Çizim / Ölçüm / Analiz)**

**AKSİYON**

800 MERKEZ DOĞRULTMA MAKİNASI 1.TOPUN MİL PASOSUNUN YALAMA OLMASI TOPLARDA BOŞLUK OLUŞMASINA YOL AÇIYORDU. OLUŞAN BOŞLUK TOPUN SIKMASINI ENGELLİYOR VE DIŞ TARAFTAKİ KARE SOMUN YERİNDEN ÇIKMASINA NEDEN OLUYORDU. MİLİN ALIN KISMINDA BULUNAN PUNTA DELİĞİNE M42 SAPLAMA KAYNATILIP 250mm BOYUNDA BORUNUN İÇİNDEN GEÇİRİLEREK MİLİN BOŞLUK YAPMASININ ÖNÜNE GEÇİLDİ.

**KAZANÇ HESABI**

Bakım Kazancı: 2(adam) x 87,7(TL/adam.saat) x 2(saat) x 12(tekrar/yıl) = 4.210 TL

| | | |
|---|---|---|
| **Kaizen Geliri** | : | 4.210 TL |
| **Kaizen Gideri** | : | |
| **Kazanç Sürekliliği** | : | |

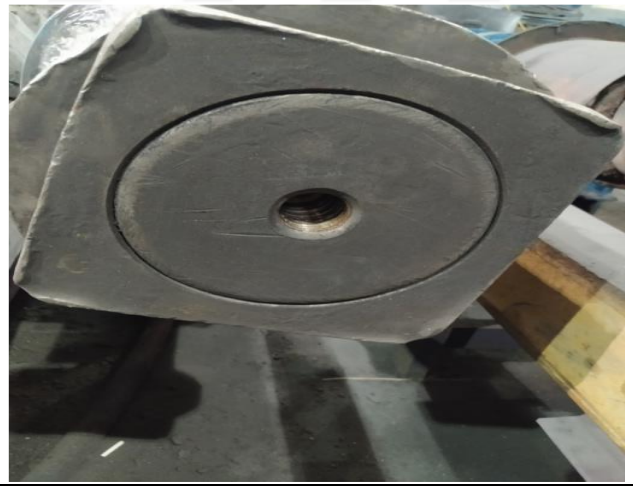
| 5S | Poka_Yoke | Kapasite Kazancı | İş Gücü Kazancı | Enerji Kazancı | Alan Kazancı | Malzeme Kazancı | Stok / Taşıma | İSG | Ergonomi | Çevre | Kalite | Hurda / Yeniden İşlem | Müşteri Memnuniyeti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☐ | ☐ | ☑ | ☑ | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

**Şekil 4.20.** Kaizen örneği-1

# ÖNCE/SONRA KAIZEN FORMU

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Problem** | 800 MERKEZ ALT MAKARA MİLİNİ SIKARKEN MİL SÜREKLİ PASO SIYIRIYORDU MERKEZ TOPU SIKILAMIYORDU.BU NEDENLE MİLİN ALNINA M36 SAPLAMA KAYNATILIP TOP BU ŞEKİLDE SIKILIYORDU.ANCAK MİL SERT OLDUĞUNDAN DOLAYI GENELDE KAYNAKTAN KIRILIYORDU | | | **Kaizen No** | 1960 |
| **Ekip Lideri (Ad Soyad)** | | **Fabrika** | A1 FABRİKA | **Bölüm Müdürü Onayı** | |
| **Ekip Üyesi (Ad Soyad)** | | **Bölüm** | MEKANİK BAKIM | **Varsa FYS No** | |
| **Başlama Tarihi:** | 23.06.2022 | **Hedef Bitiş Tarihi** | 24.06.2022 | **Fiili Bitiş Tarihi** | 24.06.2022 |

**ÖNCE**
**(Fotoğraf / Çizim / Ölçüm / Analiz)**



**SONRA**
**(Fotoğraf / Çizim / Ölçüm / Analiz)**

**AKSİYON**

MİLİN PUNTA DELİĞİNE **M42** CIVATA AYARLANACAK ŞEKİLDE DELİK DELİNİP KILAVUZ ÇEKİLDİ. TOPLAR MANUEL OLARAK SIKILIRKEN REDÜKTÖR VE MOTORA ZARAR GELMESİ ENGELLENDİ.

**KAZANÇ HESABI**

Bakım Kazancı: 3(adam) x 61,8(TL/adam.saat) x 1(saat) x 24(tekrar/yıl) =3600 TL/yıl

| | | |
|---|---|---|
| **Kaizen Geliri** | : | 4.450 TL/YIL |
| **Kaizen Gideri** | : | |
| **Kazanç Sürekliliği** | : | 4.450 TL/YIL |

| 5S | Poka_Yoke | Kapasite Kazancı | İş Gücü Kazancı | Enerji Kazancı | Alan Kazancı | Malzeme Kazancı | Stok / Taşıma | İSG | Ergonomi | Çevre | Kalite | Hurda / Yeniden İşlem | Müşteri Memnuniyeti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ | ☑ | ☐ | ☑ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

**Şekil 4.21.** Kaizen örneği-2

# 5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

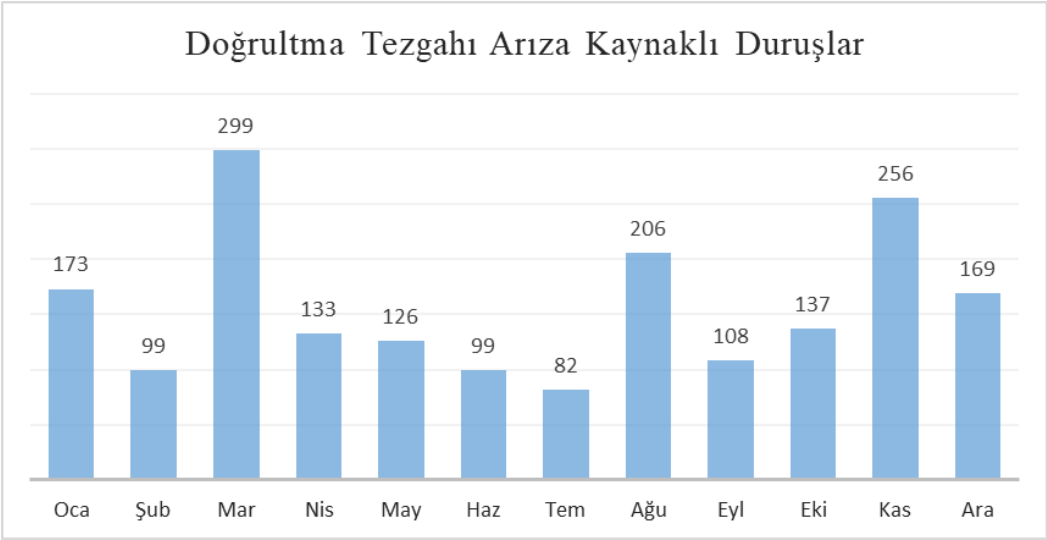
İzmir lokasyonunda çelik profil üretim sektöründe faaliyet gösteren işletmede yalın dönüşüm programı kapsamında yapılan uygulamalar yukarıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu uygulamalar kapsamında 5S, Kaizen, TND sistematikleri devreye alınmıştır. Ayrıca hem mevcut kayıpları tespit edebilmek hem de yapılan iyileştirmelerin işletmeye etkilerini görmek ve karşılaştırabilmek adına OEE sistematiği MES uygulamasına dahil edilmiştir.

Yapılan uygulamalar, devreye alınan yalın üretim teknikleri sektörde nadir uygulamalar olduğu ve işletmede ilk defa devreye alınacağı için tüm uygulamalarda (5S, otonom bakım, OEE vb.) pilot bölge seçimi yapılmış ve ilk olarak bu bölgelerde uygulamaya alınarak yaygınlaştırılması sağlanmıştır. Yalın üretim tekniklerinin devreye alınma aşamasında ilk olarak konu ile ilgili eğitimler hem beyaz yaka çalışanlara hem de mavi yaka çalışanlara verilerek hem yalın üretim bilincinin oluşması ve hem de teknikler ile ilgili bilgilendirme sağlanmıştır. Ayrıca işletmeye yeni başlayacak personellerde de yalın üretim ve sürekli iyileştirme kültürünü aşılayabilmek adına 5S ve Kaizen konuları iş başı eğitim programına dahil edilmiştir.

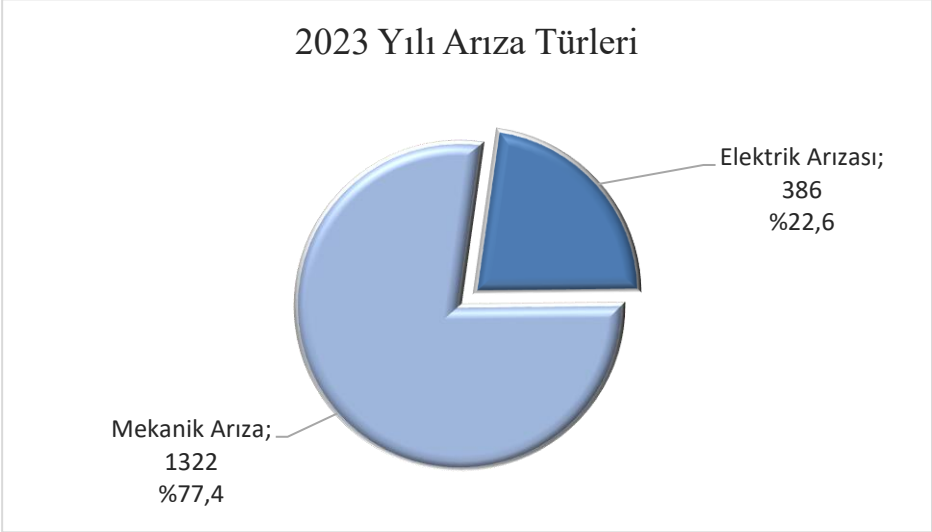
Çalışmanın ana odak noktasında olan otonom bakım faaliyetleri kapsamında pilot ekipmanlarda henüz 2.adım faaliyetleri yeni tamamlanmıştır. 3.adım ve sonraki adım faaliyetleri ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Gelinen aşamada elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Çalışma devreye alınmadan önce yapılan mevcut durum analizindeki arıza kaynaklı duruş süreleri ile gelinen aşamaya kadar elde edilen sonuçlar arasında bir kazanım elde edilmiştir.

Gelinen noktadaki aylık duruş süreleri ve arıza türüne göre duruş süreleri aşağıda verilmiştir.




**Şekil 5.1.** Otonom bakım faaliyetleri sonrası arıza duruş süreleri grafiği.

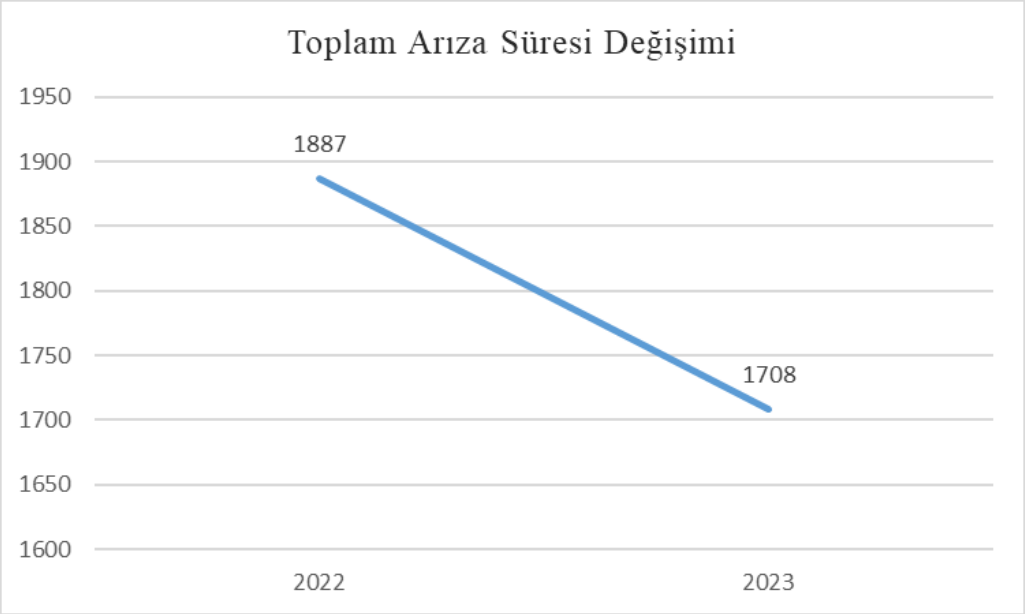



**Şekil 5.2.** Arıza türlerine göre duruş süreleri grafiği.

Şekil 5.3'te yer alan 2022-2023 yıllarının aylık duruş sürelerini incelediğimizde, 2023 yılında aylık duruş süreleri 8 ayda 2022 yılına göre yüksek ölçümlenmiştir. Buna rağmen 157 dk/ay olan 2022 yılı ortalaması, 2023 yılında 142 dk/ay olarak ölçülmüştür.

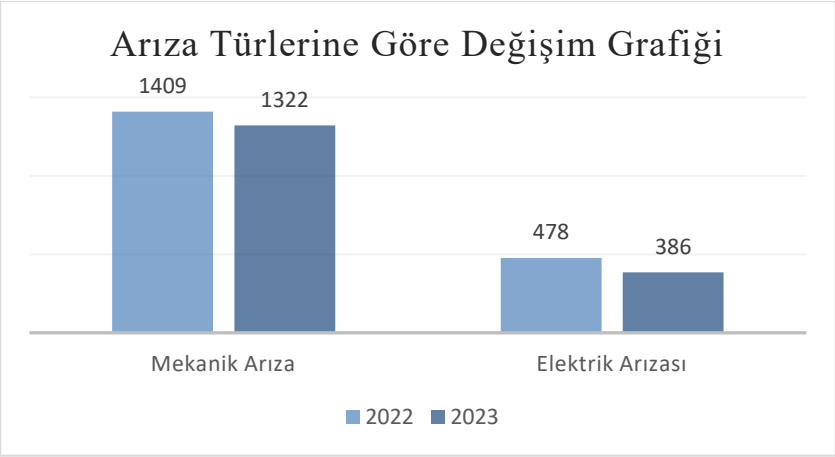
Toplam arıza kaynaklı duruşları incelediğimizde, 1.887 dk/yıl olan 2022 yılı arıza kaynaklı duruş süresi yaklaşık %9,5 iyileşme göstererek 2023 yılında 1.708 dk/yıl ölçülmüştür (Şekil 5.4).

**Şekil 5.3.** Aylık arıza sürelerinin değişim grafiği.




**Şekil 5.4.** Toplam arıza süresinin değişim grafiği.

Arıza türlerine göre değişim grafiğine (Şekil 5.5) baktığımızda, hem mekanik arıza kaynaklı duruş süresi hem de elektrik arızası kaynaklı duruş süresi 2022 yılına göre azalış göstermiştir.




**Şekil 5.5.** Arıza türlerine göre değişim grafiği.

Elde edilen verilere göre yıllık 3 saatlik bir kapasite kazancı sağlanmıştır. 12 operatörün çalıştığı tezgahta elde edilen fayda 36 adam.saat/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu veriyi parasal kazanca dönüştürmek için ele alınan işçilik saat ücreti, asgari ücret verisi (2024 saatlik asgari ücret brüt 88,9 TL) üzerinden alınarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre gelinen noktada elde edilen fayda 3.200 TL olarak hesaplanmıştır. Ayrıca elde edilen 3 saatlik kapasite artışı yaklaşık 176 ton/yıl üretim kazancı sağlayacaktır. Tüm bu kazanç verileri, otonom bakım seviyelerinin ilerlemesi ile daha iyi noktalara gelecektir.

Birçok işletmede otonom bakım ile bakım faaliyetleri karıştırılmaktadır. Özellikle üretim ekipmanlarında çalışanların sadece üretime odaklanması, bakım denilince sadece bakım personellerinin işi düşüncesinin akla gelmesi işletmelerde ekipman kayıplarına özellikle de arıza kayıplarına yol açmaktadır. Ayrıca ekipmanın da doğal yaşam döngüsünü tamamlayamadan atıl duruma gelmesine neden olmaktadır. Bu noktada otonom bakımın önemi ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada ele alınan konu, çelik profil üretimi yapan firmada yalın dönüşümün uygulanması ve konu özelinde otonom bakım sistematiğinin nasıl kurulması gerektiği konusunda literatüre katkı sağlamıştır. İyileştirme çabalarına başlarken, işletmelerin öncelikle mevcut durumu detaylı bir şekilde analiz etmeleri ve bu süreçte kayıpları belirlemeleri için OEE gibi bir veri sistematiğinin kurulması önerilir. Bu sistem, hem uygulanacak yöntemin hem de işletme tarafından seçilecek ekipman veya süreçlerin daha isabetli bir şekilde belirlenmesine yardımcı olacaktır

.

## KAYNAKLAR


Alkan, Ş. (2021). "Sürekli İyileştirme Metodolojilerinin İşletme Rekabet Avantajı Üzerindeki Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa

Aydemir, N. (1995). "Rekabet Stratejileri ve Yalın Üretimin Zaferi", ISO Dergisi, Sayı:346, 75-76.

Bhadury, B. (2000). "Management of productivity through TPM", Productivity, Vol. 41 No. 2, pp. 240-51

Ben, J. S. (2022), "Implementation of Autonomous Maintenance and its Effect on MTBF, MTTR, and Reliability of a Critical Machine in a Beer Processing Plant", International Journal of Progressive Sciences and Technologies, Vol. 31 No. 1, pp. 57-66.

Bendell, T. (2006). "A review and comparison of six sigma and the lean organisations", The TQM magazine, 18(3), 255-262.

Çelik H. (2019). "SMED Uygulamalarının İmalat Sürelerine ve Birim Maliyete Olan Etkisi ve Toplam Ekipman Etkinliği ile Değerlendirilmesi", Yorum Yönetim Yöntem Uluslararası Yönetim Ekonomi Ve Felsefe Dergisi 7, sy. : 95-110

Gajdzik, B. (2014). "Autonomous and professional maintenance in metallurgical enterprise as activities within total productive maintenance", Metalurgija, Vol. 53 No. 2, pp. 269-272.

Güven, K. (2006). "Periyodik bakım yapan bir tekstil işletmesinde bilgisayar destekli toplam verimli bakıma geçiş (TVB) ve kaliteye etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 1-87

Hiroyuki H. (1995). "5 Pillars Of The Visual Workplace; The Sourcebook for 5s Implementation", Productivity Press, Portland, s. 35.

İşaşır, İ. E. (2006). "Toplam verimli bakım ve bir firma örneği", Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon, 3-56

Kılıç, A. ve Ayvaz, B. (2016). "Türkiye otomotiv yan sanayinde yalın üretim uygulaması", İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 15, 29-60.

Liker, J. K. (2004). "The Toyota Way". Mc Graw Hill Yayınları, New York.

Maggard, B. ve Rhyne, D. M. (1992). "Total Productive Maintenance; A Timely Integration of Production and Maintenance", Production and Inventory Management Journal, Quarter 4.

Mobley R. K. (2002). "An introduction to predictive maintenance." Elsevier Science

Nakajima S. (1988). "Introduction to TPM, Productivity Pres" Inc: Portland / Oregon

Ohno T. (1988). "Toyota Production System" Productivity Pres" Inc: Portland / Oregon

Rahman S. (2018). “Implementation of Total Productive Maintenance(TPM) to Enhance Overall Equipment Efficiency in Jute Industry”, International Journal of Innovative Science and Research Technology, ISSN No:-2456-2165

Schonberger, R. J. (2019). “The disintegration of lean manufacturing and lean management”, Business Horizons, 62(3), 359-371.

Sezen, B., Karakadilar, I. S., Buyukozkan, G. (2012). “Proposition of a model for measuring adherence to lean practices: applied to Turkish automotive part suppliers”, International Journal of Production Research, 50(14), 3878–3894.

Silva J. (2019) “Impact of Autonomous Maintenance on a PIM Production Line”, International Journal for Innovation Education and Research Vol 7 No 12, pp.385-398

Şen, S. S. (2023). “Enerji Sektöründe Yalın Üretim Teknikleri ve Otonom Bakımın ERP Sistemine Uyarlanması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Tajiri, M. ve Gotoh F. (1999). “Autonomous Maintenance in Seven Steps: Implementing TPM on The Shop Floor”. Portland: Productivity.

Türkan, Ö. U. (2010), “Üretimde Yalın Dönüşümün Temel Performans Kriterleri”, BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi Cilt 12(2) 28-41 (2010).

Womack, J. P. ve Jones, D. T. (2003). “Yalın Düşünce (3.Baskı)”. İstanbul: Sistem Yayıncılık.

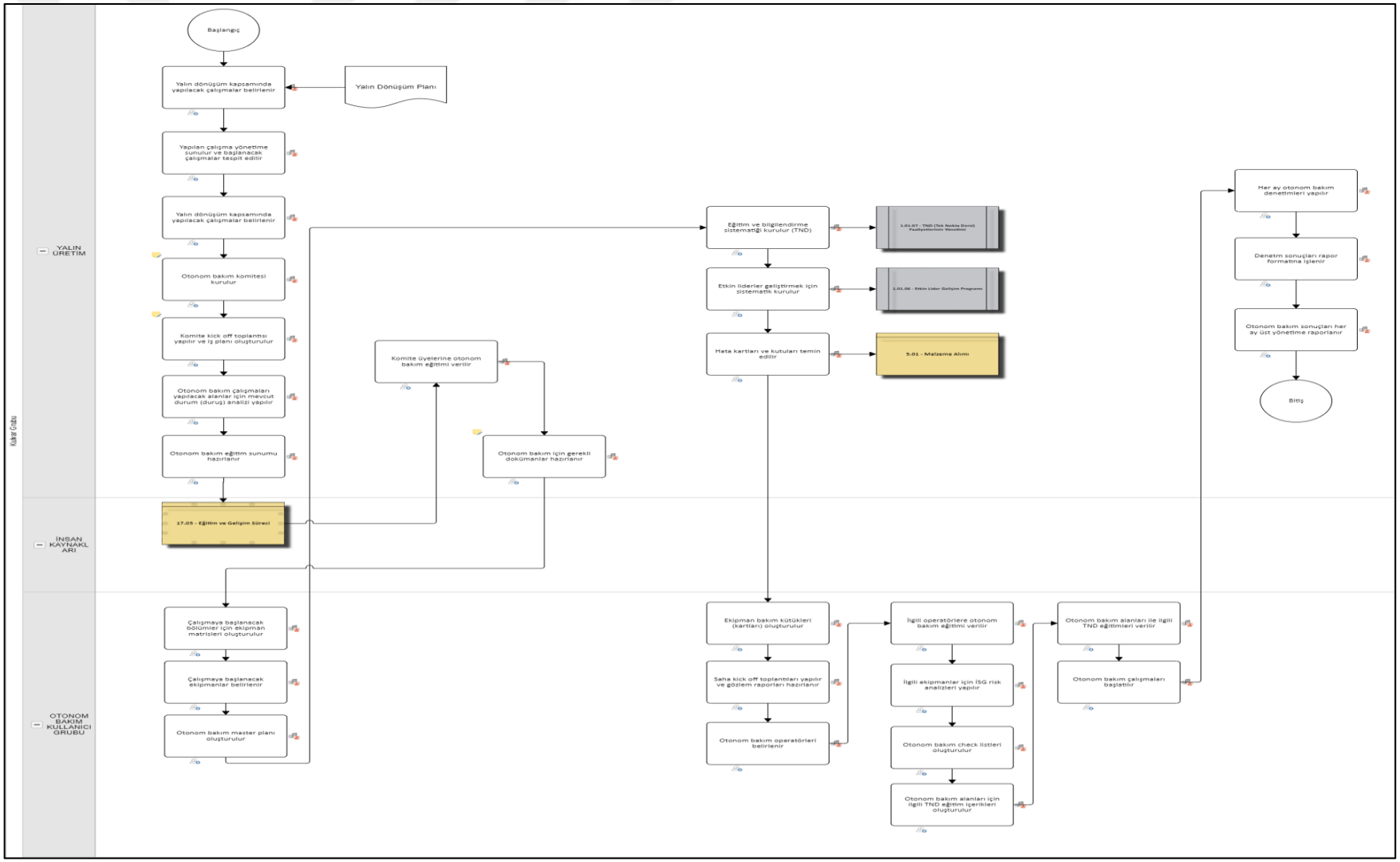
**EKLER**

**EK A.** Otonom bakım faaliyetleri yönetim süreci akış şeması

**EK B.** Otonom bakım proje planı

**EK C.** Otonom bakım ekipman önceliklendirme matrisi

**EK D.** CILT aktiviteleri uygulama TND eğitimleri




**Şekil A.1.** Otonom bakım faaliyetleri yönetim süreç akış şeması

**Tablo B.1.** Otonom bakım proje planı.

| OTONOM BAKIM PROJE PLANI | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **İş Adımı** | **Görev (Tanım)** | **Sorumlu** | **Başlangıç** | **Bitiş** | **Gün** | **İş Günü** |
| **1** | **BAŞLANGIC ADIMI** | **YALIN ÜRETİM BÖLÜMÜ** | **25 Kas 2022** | **22 Şub 2023** | **90** | **64** |
| 1.1 | Komite Üyelerinin Belirlenmesi | Genel Müdür | 25 Kas 2022 | 4 Ara 2022 | 10 | 6 |
| 1.2 | Otonom Bakım İş Planının Oluşturulması | Yalın Üretim Bölümü | 25 Kas 2022 | 31 Ara 2022 | 37 | 26 |
| 1.3 | Otonom Bakım Eğitimlerinin Verilmesi | Yalın Üretim Bölümü | 9 Ara 2022 | 18 Ara 2022 | 10 | 6 |
| 1.4 | Otonom Bakım Öncesi Duruş Analizinin Yapılması | Planlama | 25 Kas 2022 | 9 Ara 2022 | 15 | 11 |
| 1.5 | Ekipman Matrislerinin Çıkarılması | Fabrika Müdürlükleri | 25 Kas 2022 | 9 Ara 2022 | 15 | 11 |
| 1.6 | Mevcut Durumun Analizi- Kapsam Belirleme | Otonom Bakım Komitesi | 9 Ara 2022 | 28 Ara 2022 | 20 | 14 |
| 1.7 | Tek Nokta Dersi Yönetim Sisteminin Oluşturulması | Yalın Üretim Bölümü | 15 Ara 2022 | 29 Oca 2023 | 46 | 32 |
| 1.8 | Hata Kartı Yönetim Sistemin Kurulması | Otonom Bakım Komitesi | 23 Ara 2022 | 21 Oca 2023 | 30 | 21 |
| 1.9 | Çalışanlar İçin Mevcut Yetkinlik Matrislerinin Çıkarılması | İK & Fabrika Müdürleri | 9 Ara 2022 | 6 Şub 2023 | 60 | 42 |
| 1.10 | Otonom Bakım Panolarının İçeriklerinin Belirlenmesi Panoların Devreye Alınması + F-Tag Ekipmanları | Yalın Üretim Bölümü | 9 Ara 2022 | 6 Şub 2023 | 60 | 42 |
| 1.11 | Otonom Bakım Adımlarındaki Hedeflerin Belirlenmesi | Otonom Bakım Komitesi | 26 Kas 2022 | 9 Oca 2023 | 45 | 31 |
| 1.12 | 5S' in 3. Adımı Olan Temizleme Adımının Tamamlanmış Olması | Fabrika Müdürlükleri | 1 Ara 2022 | 29 Oca 2023 | 60 | 42 |
| 1.13 | Otonom Bakım Yaygınlaştırma Planının Oluşturulması | Otonom Bakım Komitesi | 1 Ara 2022 | 31 Ara 2022 | 31 | 22 |
| 1.14 | Komite Üyelerinin Bireysel Performanslarına OB Hedeflerinin Girilmesi | Strateji | 1 Ara 2022 | 31 Ara 2022 | 31 | 22 |
| 1.15 | Otonom Bakım Seviye Atlama Kriterlerinin Belirlenmesi | Yalın Üretim Bölümü | 10 Ara 2022 | 29 Ara 2022 | 20 | 14 |
| 1.16 | Otonom Bakım Komite Süreç Talimatının Tamamlanması | Yalın Üretim Bölümü | 10 Ara 2022 | 7 Şub 2023 | 60 | 42 |
| **2** | **1.ADIMI** | **BAKIM BÖLÜMLERİ** | **1 Oca 2023** | **30 Haz 2023** | **181** | **130** |
| 2.1 | Lider Alan İçin Ekipman Kütüklerinin Çıkarılması (3 Fabrikada) | Bakım Bölümleri | 1 Oca 2023 | 30 Oca 2023 | 30 | 21 |
| 2.2 | Lider Alandan Hat Performansı İzlenebilirliğinin Kontrolü, OEE vs. Doğrulanması | Planlama | 10 Oca 2023 | 24 Oca 2023 | 15 | 11 |

**Tablo B.1.**(Devamı) Otonom bakım proje planı.

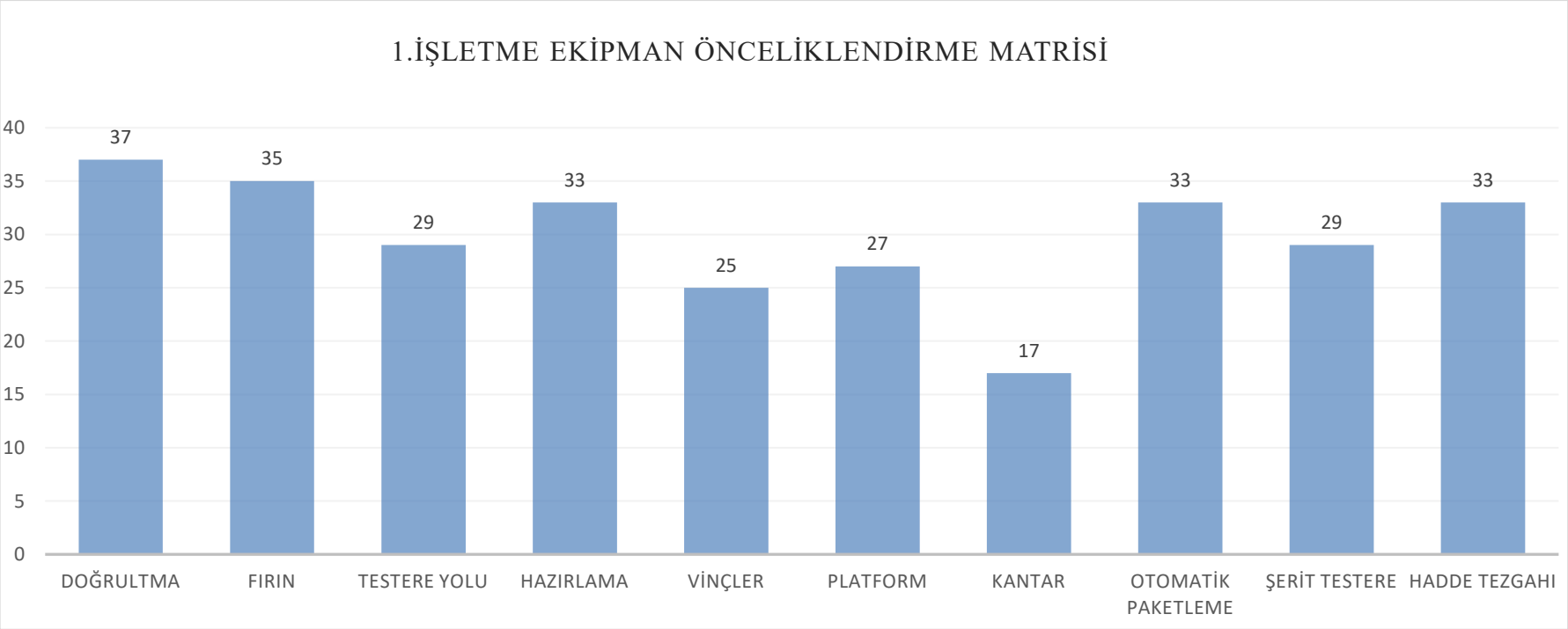
| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.3 | Lider Alan Operatörlerinin Belirlenmesi ile Toplantı Ve TPM Eğitimi | Otonom Bakım Komitesi | 15 Oca 2023 | 13 Şub 2023 | 30 | 21 |
| 2.4 | Lider Alan Operatörlerine Ait Beceri Matrisleri ve Görev Tanımlarının Gözden Geçirilmesi | Fabrika Müdürleri-Yalın Üretim Bölümü | 1 Oca 2023 | 14 Şub 2023 | 45 | 32 |
| 2.5 | Lider Alanlar İçin Kick Off Toplantısının Düzenlenmesi | Otonom Bakım Komitesi | 20 Oca 2023 | 18 Şub 2023 | 30 | 21 |
| 2.6 | Lider Alanlar İçin Kick Off Mevcut Durumun Fotoğraflanması | Otonom Bakım Komitesi | 20 Oca 2023 | 18 Şub 2023 | 30 | 21 |
| 2.7 | Lider Alanlar İçin Kick Off Cilt Aktivitelerinden Sonra Fotoğraflanması | Otonom Bakım Komitesi | 20 Oca 2023 | 18 Şub 2023 | 30 | 21 |
| 2.8 | Lider Alanlarda Otonom Bakım Faaliyetleri İçin İş Güvenliği Risk Analizi Çalışmasının Gözden Geçirilmesi | SEÇ & Fabrika Müdürleri | 20 Oca 2023 | 20 Mar 2023 | 60 | 42 |
| 2.9 | Lider Alana Ait Kimlere, Hangi Eğitimlerin Verileceğinin Belirlenmesi | Bakım Bölümleri | 14 Şub 2023 | 28 Şub 2023 | 15 | 11 |
| 2.10 | Riskler ve Bakım Departmanı Raporuna Göre Dikkate Alınarak Bakım ve Üretimin Görev Dağılımın Belirlenmesi | Fabrika Müdürleri-Yalın Üretim Bölümü | 1 Mar 2023 | 10 Mar 2023 | 10 | 8 |
| 2.11 | Lider Alan Operatörlerine Bakım Kütükleri ve Ofis Eğitiminin Verilmesi | Bakım Bölümleri | 1 Mar 2023 | 30 Mar 2023 | 30 | 22 |
| 2.12 | CILT Aktiviteleri İçin Tek Nokta Derslerinin ve Önce Sonraların Hazırlanması | Bakım Bölümleri | 1 Mar 2023 | 30 Mar 2023 | 30 | 22 |
| 2.13 | Otonom Bakım Destekleyici Görsel Afişlerin Asılması | Otonom Bakım Komitesi | 1 Oca 2023 | 1 Mar 2023 | 60 | 43 |
| 2.14 | Temizlik Araç Gereçlerinin Tespit Edilip Hazır Edilmesi | Fabrika Müdürleri | 1 Mar 2023 | 30 Mar 2023 | 30 | 22 |
| 2.15 | Kirlilik Kaynaklarının Tespiti ve Kirlilik Haritalarının Oluşturulması | Bakım Bölümleri | 18 Şub 2023 | 19 Mar 2023 | 30 | 20 |
| 2.16 | Hata Kartlarının Kullanılmaya Başlanması | Fabrika Müdürlükleri | 31 Mar 2023 | 9 Nis 2023 | 10 | 6 |
| 2.17 | Ekipmanlarda Veri Analizi İçin Stabil Verilerin Kayıt Tutulması | Otonom Bakım Komitesi | 31 Mar 2023 | 18 Haz 2023 | 80 | 56 |
| 2.18 | Lider Alanlarda Ekip Toplantıları, TPM Panosu İzleme ve Revizyon | Otonom Bakım Komitesi | 31 Mar 2023 | 18 Haz 2023 | 80 | 56 |
| 2.19 | Lider Alanlar İçin 1. Adım Denetlemesinin Yapılması | Otonom Bakım Komitesi | 1 Haz 2023 | 30 Haz 2023 | 30 | 22 |

**Tablo C.1.** Otonom bakım ekipman önceliklendirme matrisi.

| OTONOM BAKIM EKİPMAN ÖNCELİKLENDİRME MATRİSİ | | | | 1.İŞLETME EKİPMAN ENVANTERİ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ölçüm Unsuru** | **A Seviye (5)** | **B Seviye (3)** | **C Seviye (1)** | **DOĞRULTMA** | **FIRIN** | **TESTERE YOLU** | **HAZIRLAMA** | **VİNÇLER** | **PLATFORM** | **KANTAR** | **OTOMATİK PAKETLEME** | **ŞERİT TESTERE** | **HADDE TEZGAHI** |
| **PUAN** | **5** | **3** | **1** | | | | | | | | | | |
| **S** Güvenlik ve Çevresel Kirlilik | Makinede meydana gelen bir iş kazası, çevrede ciddi bir güvenlik sorununa ve büyük çevresel etkiye yol açabilir | Makinede meydana gelen bir iş kazası, çevrede az miktarda güvenlik sorununa ve çevresel etkiye yol açabilir. | Makinede meydana gelen bir iş kazası, hiçbir güvenlik sorununa ve çevresel etkiye yol açmaz | 3 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| **Q** Kalite ve Verim | Makinede meydana gelen bir arıza, ciddi miktarda fireye ve verim kaybına yol açar. | Makinede meydana gelen bir arıza, az miktarda kalite değişkenliğine ve verim kaybına yol açar | Makinede meydana gelen bir arıza, hiçbir kalite problemine ve verim kaybına yol açmaz | 5 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 | 3 | 5 | 5 |
| **W** (Çalışma Durumu) | Makine 24 saat çalışıyor | Makine 7-14 saat (1-2 vardiya) çalışıyor | Makine sadece aralıklarla ve plansız bir şekilde çalışıyor | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 |
| **D** Gecikme Faktörü (Fırsat Maliyeti) | Makine plansız durması halinde tesisin tamamı durur | Makinenin plansız durması halinde sadece bu makinayla ilişkili makinalar durur | Makinenin plansız durması halinde alternatif makinalar kullanılabilir. Problem giderildikten sonra üretime devam edilir. | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 1 | 5 | 3 | 5 |
| **P** Periyod (Arıza Sıklığı) | Sık Sık arıza meydana gelir (Her 6 saatte 1 defa veya daha fazla) | Nadiren bir duruş yaşanır. (Yaklaşık olarak senede 1 veya 2 defa) | Neredeyse hiç duruş yaşanmaz (Senede 1 defadan daha az) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| **M** (Bakım Kolaylığı) | Tamir zamanı: 4 saat veya daha fazla | Tamir zamanı: 1-4 saat arası | Tamir zamanı: 1 saatten az | 3 | 5 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| **5S** | Makine bölgesinde 5S uygulaması var. En az 3S Üzeri | Makinede 5S uygulaması var. En az 1S-3S arası | Makine bölgesinde 5S uygulaması yok | 5 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| **OEE** | Makinede OEE ya da duruş kayıtlarının takip edileceği bir etkinlik takip sistemi var | Makinede OEE ya da duruş kayıtlarının takip edileceği sistem yok, fakat hızlı bir şekilde devreye alınabilir | Makinede OEE ya da duruş kayıtlarının takip edileceği bir etkinlik sistemi yok. Kayıt alınması zaman alır. | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

**Tablo C.1.**(Devamı) Otonom bakım ekipman önceliklendirme matrisi.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **OPERATÖR** | Makinenin sabit bir operatörü var (veya çalışanı). | Makinenin sabit bir operatörü var (veya çalışanı). | Makinanın sabit bir operatörü yok (veya çalışanı). | 5 | 5 | 3 | 5 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | | | **TOPLAM** | 37 | 35 | 29 | 33 | 25 | 27 | 17 | 33 | 29 | 33 |




**Şekil C.1**. İşletme Ekipman Önceliklendirme Matrisi

# TEK NOKTA DERSİ FORMU (TND)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **KONU:** | 800 MERKEZ DOĞRULTMA MAKİNASI AZOT PİSTONLARI BASKI KONTROLÜ | **NO:** | **133_rev00** |
| **HAZIRLAYAN:** | | **TARİH:** | |

- 800 Merkez Doğrultma Makinası kontrol panosu üzerindeki , acil stop basıp makineyi kapalı duruma getiriyoruz.
- Acil stop üzerindeki anahtarı çıkarıp yanımıza alarak, makinanın bilgimiz ve kontrolümüz dışında çalıştırılmasını engelliyoruz.
- Bakım yapılıyor kartını kontrol panosu üzerine asarak, bakım öncesi işlemleri tamamlıyoruz.
- İşin başında ve sonunda makinenin kapalı halde olduğundan emin olunmalıdır.
-Makineye müdahale bölgesinde ve yakın çevresinde , işin başında ve/veya sonunda zeminde/çalışma alanına geçiş güzergahında kayma-takılma-düşmeye sebebiyet verebilecek malzemeler ortadan kaldırılmalı, ilgili alanın tertipli düzenli olması sağlanmalıdır.
- Azot pistonların baskı kontrolünü pistonların aşağı-yukarı hareketi ile gözle yapıyoruz.
- Pistonlarda bir sorun görüldüğünde ayarlanması için kırmızı kart asıyoruz.

EĞİTİM AÇIKLAMASI

800 MERKEZ DOĞRULTMA MAKİNA AZOT PİASTONLARNIN BASKI KONTROLÜ

| **EĞİTİMİ VEREN** | **EĞİTİME KATILANLAR** |
|---|---|
| | |

**Şekil D.1**. CILT aktiviteleri uygulama TND eğitimleri-1

# TEK NOKTA DERSİ FORMU (TND)

| | | | |
|---|---|---|---|
| **KONU:** | 800 MERKEZ DOĞRULTMA MAKİNA BASKI KRİKO MİLİ YAĞLAMA YAPILMASI | **NO:** | **139_rev00** |
| **HAZIRLAYAN:** | | **TARİH:** | |

NOK

- 800 Merkez Doğrultma Makinası kontrol panosu üzerindeki , acil stop basıp makineyi kapalı duruma getiriyoruz.
- Acil stop üzerindeki anahtarı çıkarıp yanımıza alarak, makinanın bilgimiz ve kontrolümüz dışında çalıştırılmasını engelliyoruz.
- Bakım yapılıyor kartını kontrol panosu üzerine asarak, bakım öncesi işlemleri tamamlıyoruz.
- İşin başında ve sonunda makinenin kapalı halde olduğundan emin olunmalıdır.
-Makineye müdahale bölgesinde ve yakın çevresinde , işin başında ve/veya sonunda zeminde/çalışma alanına geçiş güzergahında kayma-takılma-düşmeye sebebiyet verebilecek malzemeler ortadan kaldırılmalı, ilgili alanın tertipli düzenli olması sağlanmalıdır.
- Baskı kriko miline gres pompası yardımı ile yağlama işlemini yapıyoruz.

EĞİTİM AÇIKLAMASI

800 MERKEZ DOĞRULTMA MAKİNA BASKI KRİKO MİLİNE YAĞLAMA YAPILMASI

| **EĞİTİMİ VEREN** | **EĞİTİME KATILANLAR** |
|---|---|
| | |

**Şekil D.2.** CILT aktiviteleri uygulama TND eğitimleri-2

## ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Betül HALK

## ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans :** 2015, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği
- **Yüksek Lisans :** Devam ediyor, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği

## MESLEKİ DENEYİM:

- 2016-2017 yılları arasında Aydınlı Hazır Giyim'de Kalite Güvence Uzman Yardımcısı olarak çalıştı.
- 2018-2021 yılları arasında Teknotrans'ta Yönetim Sistemleri Sorumlusu olarak çalıştı.
- 2021 yılından itibaren Kocaer Çelik'te Planlama Uzmanı olarak çalışmaktadır.

## ESERLER:

Adalı, M. R., Kiraz, A., Akyüz, U., ve Halk, B. (2017). "Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: Büyük Ölçekli Bir Traktör İşletmesinde Uygulama." Sakarya University Journal of Science, 21(2), 242 – 251.