



**T.C.  
YALOVA ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI**

**ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDE TOPLAM VERİMLİ BAKIM (TPM)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AHMED NASUH**

**DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ HİKMET ERBİYİK**

**YALOVA  
HAZİRAN 2024**





T.C.  
YALOVA ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDE TOPLAM VERİMLİ BAKIM (TPM)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AHMED NASUH  
218106020

DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ HİKMET ERBİYİK

YALOVA  
HAZİRAN 2024



## ETİK BEYAN

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım “Endüstriyel İşletmelerde Toplam Verimli Bakım (TPM)” başlıklı bu tez çalışmada; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksinin tespiti halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Ahmed NASUH





## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden yardımlarını esirgemeyen, akademik anlamda bana her zaman destek olan ve doğru yolu gösteren sayın danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Hikmet ERBIYIK’a ve sayın hocam Prof. Dr. Selami ÖZCAN’a teşekkür ederim. Her zaman yanımda oldukları ve benden desteklerini hiçbir zaman esirgemedikleri için aileme teşekkür ederim.

Haziran – 2024

Ahmed NASUH







## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                              |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ETİK BEYAN .....                                                                                             | i    |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                                             | v    |
| SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ .....                                                                        | ix   |
| TABLolar LİSTESİ .....                                                                                       | xi   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                                                                                        | xiii |
| ÖZET .....                                                                                                   | xvii |
| ABSTRACT .....                                                                                               | xix  |
| 1. GİRİŞ .....                                                                                               | 1    |
| 1.1. Kametsan Metal İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş. Hakkında.....                                              | 3    |
| 1.2. İşletmenin Yeri .....                                                                                   | 4    |
| 1.3. Fabrikanın Yerleşim Düzeni.....                                                                         | 5    |
| 1.4. Kullanılan Tezgahlar, Özellikleri ve Ürün Üretimi.....                                                  | 6    |
| 1.4.1. Metal işleme ünitesi .....                                                                            | 6    |
| 1.4.2. Kaynak ünitesi .....                                                                                  | 7    |
| 1.4.3. Boyama ünitesi .....                                                                                  | 8    |
| 1.4.4. Montaj ünitesi .....                                                                                  | 9    |
| 1.4.5. Özel otomotiv kasalarını kullanan araçlar .....                                                       | 10   |
| 1.4.6. Üretimde yer alan malzemelerin ve süreçlerin incelenmesi .....                                        | 11   |
| 1.5. Üretim Sistemleri ve Tesis İçi Yerleşim Tipi.....                                                       | 14   |
| 1.5.1. Atölye tipi üretimin genel özellikleri.....                                                           | 14   |
| 1.6. Üretim Teknolojileri ve Kapasite Özellikleri .....                                                      | 15   |
| 1.7. Taşıma Araçları .....                                                                                   | 16   |
| 1.8. Entegre Yönetim Politikası.....                                                                         | 17   |
| 1.9. Kalite Yönetim Sistemi .....                                                                            | 18   |
| 2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM (TPM: TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE).....                                             | 19   |
| 2.1. Bakım türü .....                                                                                        | 21   |
| 2.2. Bir Organizasyonda TPM'nin Tanıtım Adımları.....                                                        | 22   |
| 2.3. Toplam Ekipman Etkinliği (OEE: Overall Equipment Effectiveness).....                                    | 23   |
| 2.4. 5S Kuralı.....                                                                                          | 24   |
| 3. YÖNTEM.....                                                                                               | 26   |
| 3.1. OEE Uygulanması .....                                                                                   | 26   |
| 3.2. 5S Değerlendirme Metodunun Uygulanması .....                                                            | 26   |
| 4. ENDÜSTRİYEL ÜRETİM SEKTÖRÜNDE TOPLAM VERİMLİ BAKIMIN<br>UYGULANMASI VE SAHA ANALİZ DEĞERLENDİRİLMESİ..... | 27   |



|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1. OEE Değerinin Hesaplanabilmesi .....                                                             | 27 |
| 4.1.1. İş etüdü uygulanması .....                                                                     | 28 |
| 4.1.2. Zaman etüdü ve ölçüm formları.....                                                             | 31 |
| 4.1.3. Kasa üretimi arena simülasyon çalışması .....                                                  | 37 |
| 4.1.4. Çalışma yapılmadan önceki plansız duruşların ve OEE değerlerinin hesaplanması .....            | 44 |
| 4.1.5. Firmadaki ilk gözlemler ve OEE iyileştirme önerileri.....                                      | 46 |
| 4.1.6. Çalışma yapıldıktan sonraki planlanan plansız duruşların ve OEE değerlerinin hesaplanması..... | 48 |
| 4.2. 5S Metodunun Uygulanması .....                                                                   | 50 |
| 4.2.1. Kalıplama hattı için 5S kontrol formunun uygulanması.....                                      | 51 |
| 4.2.2. Stok kontrolü hattı için 5S kontrol formunun uygulanması .....                                 | 54 |
| 4.2.3. Depo alanı için 5S kontrol formunun uygulanması .....                                          | 57 |
| 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....                                                                         | 60 |
| KAYNAKLAR.....                                                                                        | 62 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                                        | 64 |



## **SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ**

### **SİMGELER**

|   |                     |
|---|---------------------|
| L | : Tempo değeri      |
| F | : Kronometre değeri |

### **KISALTMALAR**

|      |                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------|
| ÇYS  | : Çevre Yönetim Sistemi                                      |
| EYS  | : Entegre Yönetim Sistemi                                    |
| İSG  | : İş Sağlığı ve Güvenliği                                    |
| JEME | : Japonya Ekipman Mühendisleri Enstitüsü                     |
| KYS  | : Kalite Yönetim Sistemi                                     |
| OEE  | : Overall Equipment Effectiveness (Toplam Ekipman Etkinliği) |
| PPM  | : Parts Per Million (Milyonda Bir Birim)                     |
| TPM  | : Total Productive Maintenance (Toplam Verimli Bakım)        |
| YGG  | : Yönetimin Gözden Geçirmesi                                 |



## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 2.1. TKY ve TPM arasındaki farklar .....                                    | 20 |
| Tablo 4.1. Kametsan işletmesinde beş günlük çalışma saatleri .....                | 28 |
| Tablo 4.2. Plansız duruşların kodları .....                                       | 44 |
| Tablo 4.3. Uygulama yapılmadan önce plansız duruşların verileri.....              | 44 |
| Tablo 4.4. Uygulama yapılmadan önce OEE hesaplamaları.....                        | 45 |
| Tablo 4.5. OEE denklemleri ve karşıladığı Excel fonksiyonları.....                | 46 |
| Tablo 4.6. Uygulama yapıldıktan sonra varsayılan plansız duruşların verileri..... | 48 |
| Tablo 4.7. Uygulama yapıldıktan sonra varsayılan OEE hesaplamaları.....           | 48 |







## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1.1. Kametsan şirketinin referansları .....                                      | 4  |
| Şekil 1.2. Kametsan şirketinin konumu .....                                            | 5  |
| Şekil 1.3. Kametsan fabrikanın şeması .....                                            | 6  |
| Şekil 1.4. Metal işleme vaziyet planı .....                                            | 6  |
| Şekil 1.5. Kaynak ünitesi vaziyet planı .....                                          | 8  |
| Şekil 1.6. Boyahane ünitesi vaziyet planı.....                                         | 8  |
| Şekil 1.7. Montaj ünitesi vaziyet planı.....                                           | 9  |
| Şekil 1.8. Standart kasalar .....                                                      | 9  |
| Şekil 1.9. Özel otomotiv kasaları .....                                                | 10 |
| Şekil 1.10. Saç taşıma paletleri .....                                                 | 12 |
| Şekil 1.11. Özel römorklar .....                                                       | 12 |
| Şekil 1.12. Kasa yedek parçaları .....                                                 | 13 |
| Şekil 1.13. Özel tasarımlar .....                                                      | 13 |
| Şekil 1.14. Kesme robotları.....                                                       | 15 |
| Şekil 1.15. Forklift ve transpalet araçları .....                                      | 16 |
| Şekil 1.16. Kalite belgeleri.....                                                      | 18 |
| Şekil 4.1. Kupelin üretimi .....                                                       | 29 |
| Şekil 4.2. Kametsan işletmesinde kupelin zaman etüdü .....                             | 31 |
| Şekil 4.3. Kametsan işletmesinde zaman etüdü ölçüm formu.....                          | 33 |
| Şekil 4.4. Gözlem sayısı hesaplamaları.....                                            | 35 |
| Şekil 4.5. Metod etüdü ile iş-makina ilişkisi .....                                    | 36 |
| Şekil 4.6. Kasa için iş akış şeması.....                                               | 37 |
| Şekil 4.7. Simülasyon çalışırken 3 ayrı bölgeden alınan ekran görüntüleri.....         | 39 |
| Şekil 4.8. Simülasyon sonucunda oluşan sistemin verileri .....                         | 40 |
| Şekil 4.9. Simülasyon sonucunda oluşan ortalama kuyruk zamanları .....                 | 41 |
| Şekil 4.10. Simülasyon sonucunda operatörlerin kullanımlarının ortalama süreleri ..... | 42 |
| Şekil 4.11. Simülasyon sonucunda operatörlerdeki kullanım miktarları .....             | 43 |
| Şekil 4.12. Simülasyon sonucunda oluşan ürünlerin sayıları.....                        | 43 |
| Şekil 4.13. 5S standart kontrol formu .....                                            | 50 |
| Şekil 4.14. Kalıplama hattı için 5S kontrol formu .....                                | 52 |
| Şekil 4.15. Kalıplama hattı iyileştirme sonrası 5S kontrol formu.....                  | 53 |
| Şekil 4.16. Stok kontrolü hattı için 5S kontrol formu .....                            | 55 |
| Şekil 4.17. Stok kontrolü hattı iyileştirme sonrasası 5S kontrol formu.....            | 56 |
| Şekil 4.18. Depo alanı için 5S kontrol formu.....                                      | 58 |



|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.19. Depo alanı iyileştirme sonrası 5S kontrol formu ..... | 59 |
|-------------------------------------------------------------------|----|





## ENDÜSTRİYEL İŞLETMELERDE TOPLAM VERİMLİ BAKIM (TPM)

### ÖZET

Bu çalışma, otomotiv sanayiinde toplam verimli bakımın (TPM) önemini, uygulama sürecini ve işletmelere sağladığı faydaları incelemektedir. TPM, ekipmanların etkinliğini artırmak, arızaları önlemek ve üretim süreçlerini optimize etmek için kullanılan bir bakım yönetim stratejisidir. Çalışmanın ilk bölümünde, TPM'nin tanımı ve temel prensipleri açıklanmaktadır. TPM için bütün çalışanların katılımının gerektiği vurgulanmakta ve bu konuda planlı ve önleyici bakım, küçük grup etkinlikleri, eğitim ve yetkinlik geliştirme gibi ana unsurları açıklanmaktadır. İkinci bölümde, TPM'nin işletmelere sağladığı faydaları incelenmektedir. Ekipman kullanılabilirliğinin ve verimliliğinin artması, beklenmedik arızaların önlenmesi, iş güvenliğinin iyileştirilmesi ve işletme maliyetlerinin azaltılması gibi avantajlar çalışmada ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. Süreçlerin optimize edilmesini arayan endüstriyel sektörler, farklı ürünlerin imalatında var olan çeşitli problemleri çözmek için Lean (Yalın) Üretim uygulamasına başvurmuştur. Sistemlerin ve ürünlerin tasarımı, istenen performansı elde eden sebeplerin anlaşılmasını gerektirir; etkili bir sistem ihtiyacı, performansı artırmak için Lean Üretim stratejilerinin başlıca sebebidir. Bu çalışmanın kapsamı içinde, otomotiv endüstrisinde bir ürünün imalat sürecini optimize etmeye odaklanan Lean Üretim uygulamasının Total Verimli Bakım (TPM) kullanılarak nasıl gerçekleştirileceği de açıklanmaktadır. Toplam Ekipman Etkinliği (OEE), TPM'nin performansını değerlendirirken bir ölçü olarak kullanılır. Bu çalışma, TPM uygulamasından önce ve sonra OEE sonuçları arasındaki farkı belirlemeyi de amaçlamaktadır. TPM'nin uygulanmasından önce ve sonra karşılaştırma yapılması, endüstriyel otomotiv işletmesinde TPM'nin getirebileceği pozitif trendi görmek için de gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, TPM'nin başarılı bir şekilde uygulanması için dikkate alınması gereken faktörler ve olası zorluklar da tartışılmaktadır. Bu çalışma, otomotiv endüstrisinde işletmelerin TPM'yi benimsemeleri ve uygulamaları konusunda rehberlik sağlamak amacıyla, TPM'nin performansı artırmak, arızaları önlemek ve işletmelerin rekabetçi avantajlarını güçlendirmek için hazırlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** TPM, Üretim, Otomotiv, OEE, Yalın Üretim



# **TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) IN INDUSTRIAL ENTERPRISES**

## **ABSTRACT**

This study examines the importance of Total Productive Maintenance (TPM) in the automotive industry, its implementation process, and the benefits it provides to businesses. TPM is a maintenance management strategy used to increase equipment effectiveness, prevent breakdowns, and optimize production processes. The first section of the study explains the definition and basic principles of TPM. It emphasizes the necessity of the participation of all employees for TPM and explains key elements such as planned and preventive maintenance, small group activities, training, and skill development. The second section examines the benefits of TPM for businesses. Advantages such as increased equipment availability and efficiency, prevention of unexpected breakdowns, improvement of occupational safety, and reduction of operating costs are discussed in detail. Industrial sectors seeking to optimize processes have turned to Lean Manufacturing practices to solve various problems present in the manufacturing of different products. The design of systems and products requires an understanding of the causes that achieve desirable performance; the need for an efficient system is the main reason for implementing Lean Manufacturing strategies to improve performance. Within the scope of this study, the implementation of Lean Manufacturing focusing on optimizing the manufacturing process of a product in the automotive industry using Total Productive Maintenance (TPM) is also explained. Overall Equipment Effectiveness (OEE) is used as a measure when evaluating the performance of TPM. This study also aims to determine the difference between OEE results before and after TPM implementation. Comparison between before and after TPM implementation is also carried out to observe the positive trend that TPM can bring in an industrial automotive operation. Additionally, factors to consider and potential challenges for successful TPM implementation are discussed. This study is prepared to guide businesses in the automotive industry to adopt and implement TPM to enhance performance, prevent breakdowns, and strengthen their competitive advantages.

**Keywords:** TPM, Production, Automotive, OEE, Lean Manufacturing





## 1. GİRİŞ

Küreselleşmenin mevcut bağlamında inovasyon, çeşitli endüstriler için başarının kritik belirleyicisi konumuna yükseltilmiştir. İlginç bir örnek, küresel rekabet gücünü gösteren otomotiv endüstrisidir. Otomobil üreticileri ve tedarikçileri, rekabet gücü ve sonuçlarıyla dikkat çeken bir bölge oluşturuyor. Bu sektörün iş yaratma, teknoloji geliştirme (veya ileri üretim süreçlerini uygulama) yeteneği, onu dünya çapındaki diğer endüstriyel sektörler için bir referans noktası haline getirmiştir. Başarı başarıyı doğurur: Bu dinamik sektör, giderek daha karmaşık hale gelen bir iş ortamında büyüme sağlamaya devam ediyor; ancak bu, otomotiv sektörünün gelecekte sorunsuz bir seyir izleyeceği anlamına gelmiyor. Bu sektörün önündeki yolda hâlâ ele alması gereken pek çok zorluk var: Yalnızca geçmiş başarıları pekiştirmek için değil, aynı zamanda evrimi gelecekteki rahat konumlandırma stratejilerine yönlendirmek için de cesur adımlar atılması gerekiyor - bırakın bu yolda kolaylıkla ilerlemeyi! Mevcut durumun dikkatli bir şekilde incelenmesi ve geliştirilebilecek potansiyel yönlerin ortaya çıkarılmasına yönelik bir ihtiyaç ortaya çıkmaktadır. Daha fazla rekabetçiliğe yönelik bir hamleyle otomotiv sektörü, israfı ortadan kaldırmaya, hem süreçlere hem de bilgi akışına ince ayar yapmaya ve aynı zamanda toplam harcamaları azaltmaya mecburdur; bu, rekabet avantajı elde etmenizi sağlayacaktır. Mevcut durum büyük bir dikkatle analiz edilmelidir: giderek daha gerekli hale geliyor [1].

Toplam Verimli Bakım (TPM), ekipman performansının en üst düzeye çıkarılması yoluyla verimliliğin artırılmasına yol açan operasyonel optimizasyonu amaçlayan, Japonya kökenli bir bakım metodolojisi. Bu sürecin uygulanması zaman ve uzmanlık gerektirir çünkü değişen endüstriyel ünite boyutları nedeniyle herkese uyan tek bir çözüm değildir. Her ne kadar yatırım ve çaba gerektirse de, TPM uygulamalarının benimsenmesi - uzun vadede - üretkenlik hedeflerine ulaşmaya yardımcı olan çalışan memnuniyetinin artması gibi arzu edilen sonuçlara yol açabilir [2]. TPM'nin doğru uygulanması, kapasitenin önemli ölçüde makinelere bağlı olduğu ve üretim operatörü düzeylerinde ele alınan otonom bakımın başlatılması dahil olmak üzere farklı ilkelere bağlı olduğu organizasyonları hedef alır; bu, personelin eğitilmesini ve ekip çalışmasını teşvik eden bir kültürün aşılmasını içerir. TPM'yi kullanarak, üretimi aksatan altı kayıp kaynağını tespit edebilir ve israfı ortadan kaldırırsınız; bu, dolaylı olarak üretim ve bakım departmanları arasında güçlü çabalar gerektirir: yukarıdan aşağıya. Kayıplar pek çok biçimde olabilir: süreç kusurları, yavaşlayan çalışma hızları, makine ayarında veya kurulumunda zaman kaybı (veya aksama süresi), küçük aksama süreleri ve ekipman arızaları.

Bu nedenle, Toplam Verimli Bakım'ın (TPM) uygulanması, araçlar ve ekipmanlar üzerinde daha iyi kontrol elde etmek de dahil olmak üzere çeşitli faydalara yol açar; bu da, iyileştirilmiş yanıt mekanizmaları aracılığıyla soruna daha hızlı müdahale ederek ekipmanın arıza süresini azaltmaya yardımcı olur; örnek olay çalışmamızda da gösterildiği gibi, üretim ve bakım arasında daha güçlü bir koordinasyon kurulması. Çalışma, endüstriyel birim personelinin endüstriyel bakım faaliyetlerinin her seviyesinde, özellikle de her üretim hattı hedefi için güvenilirliği ve etkinliği sağlayan tüm planlı bakım operasyonlarında proaktif olarak aktif olarak katıldığı diğer sürekli iyileştirme araçlarının entegrasyonu ile TPM yaklaşımını benimsemiştir [3].

Planlı bakımın iki temel sorumluluğu vardır: ekipmanın verimliliğini ve güvenilirliğini sağlamak ve aynı zamanda her üretim hattı için belirlenen şirket hedeflerine ulaşmak için üretim fonksiyonlarıyla el ele çalışmak [4]. Bu çalışma, makine arızalarından kaynaklanan kayıpları azaltarak üretim hattındaki operasyonel verimliliği artırmayı amaçlıyor; bu, bu asil hedefe ulaşmanın kesin yoludur. Bakım sıradan bir olay değildir. İyi düşünülmüş bir strateji gerektirir. Planlı bakım, bir dizi araçla hayata geçirilecek: Plan, hattın başlangıç durumuna ilişkin bir analiz yapmayı, hat verimsizliğinin temel nedenlerini ortaya çıkarmayı, bir eylem planı hazırlamayı amaçlıyor; bu sonuçlar daha sonra titizlikle değerlendirilecek ve kontrol edilecektir. Tüm bunlar uygun bakım işlemlerini standartlaştırırken gerçekleşir.

İncelenen sanayi birimi, alandaki en rekabetçi sektörlerden biri olarak kabul edilen otomotiv sanayi sektörü kapsamına girmektedir. Endüstriyel birime sahip olan bu grubun sadece hayatta kalması değil, aynı zamanda rekabetin ortasında gelişmesi için, sürekli iyileştirmenin, toplantı odasındaki tartışmalarda ortaya atılan moda bir kelimedenden öteye geçmesi gerekir.

Aksine, günlük rutinle eşanlamlı hale gelmeli; organizasyon içindeki tüm departmanlar tarafından söylenen ve kurumun her bir parçası tarafından benimsenen bir mantra olmalıdır.

### **1.1. Kametsan Metal İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş. Hakkında**

1988 yılında H. İbrahim KUZUCU ve ortaklarının girişimiyle KUZUCU DEMİR DOĞRAMA adı altında endüstriyel faaliyetlerine başlamıştır. Bursa Çalı Sanayi Bölgesinde 10.100 m2 kapalı alana sahip sanayi tesisinde faaliyetlerine devam etmektedir. 1991, KAMETSAN METAL SAN. VE TİC. A.Ş. adını alarak bu güne kadar faaliyetlerini sürdüren bir kurum haline gelmeye başlamıştır.

Şirket, 1988 yılında OYAK Renault ile iş ilişkisi kurarak OYAK Renault'ya nakliye ambalajı üretmeye başladı. Üretim kapasitesi artmaya devam ettikçe büyük miktarlarda ambalaj üretimine başlayan firma, ilerleyen süreçte diğer otomotiv firmalarıyla da iş ilişkileri kurdu. OYAK Renault'nun yanı sıra Otosan, Renault Mais, BPO, B-Plas gibi firmalara da metal ambalaj üretimi yapıyor.

Daha sonra çelik yapı ve giyotin kapı üretimine başlayan şirket, Oyak Renault bünyesinde birçok proje üstlendi. 1998 yılında ürettiği metal ambalajların ihracatına başlayan firma, aynı zamanda metal ambalaj projeleri üzerinde de çalıştı.

2004 yılından bu yana üretim yelpazesinde çelik konstrüksiyon, taşıma kasaları, treyler ve makine yedek parçaları üretimi yer almaktadır. 2013 yılında sermayeyi 3.000.000 TL'ye çıkardık. Bu statüye ulaşan şirket şu anda Renault-Nissan Grubunun küresel tedarikçisi konumundadır. Bazı firma referansları aşağıdaki gibidir:

- Renault Nissan Grup
- Ford Otosan
- Tofaş
- PCA Peugeot Citroen Grup
- Şişecam Cam Sanayi A.Ş.
- Karsan v.s.



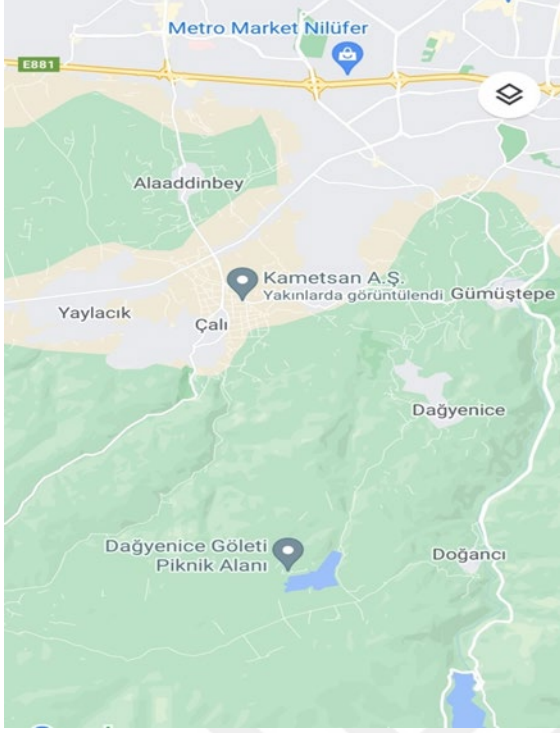
Şekil 1.1. Kametsan şirketinin referansları

## 1.2. İşletmenin Yeri

Bursa İli, Nilüfer İlçesi, Çalı Köyünde, tapunun 3QL.Ib/3QL.IVe pafta, 114 ada, 12-13 parsel numaralarında kayıtlı, 6487 m<sup>2</sup> yüzölçümlü alan üzerinde, 4489 m<sup>2</sup> yüzölçümlü kapalı alanda yer almaktadır. İşletme yukarıda belirtilen adreste bina sahibi olarak faaliyet göstermektedir.

Firma çeşitli ülkelere de ihracat yapmaktadır. Ülkemizin karayolu avantajını kullanarak karayolu lojistiğini de etkin bir şekilde kullanmaktadır. Başlıca ülkeler; Fransa, Rusya, İtalya, İspanya, Romanya, Fas , Slovenya, Portekiz ‘ dır. Çalışanlar Bursa’nın çeşitli ilçelerinde ikamet etmekte olup, ulaşımı kolaylaştırmak için bölgelere servisler sağlanmaktadır.

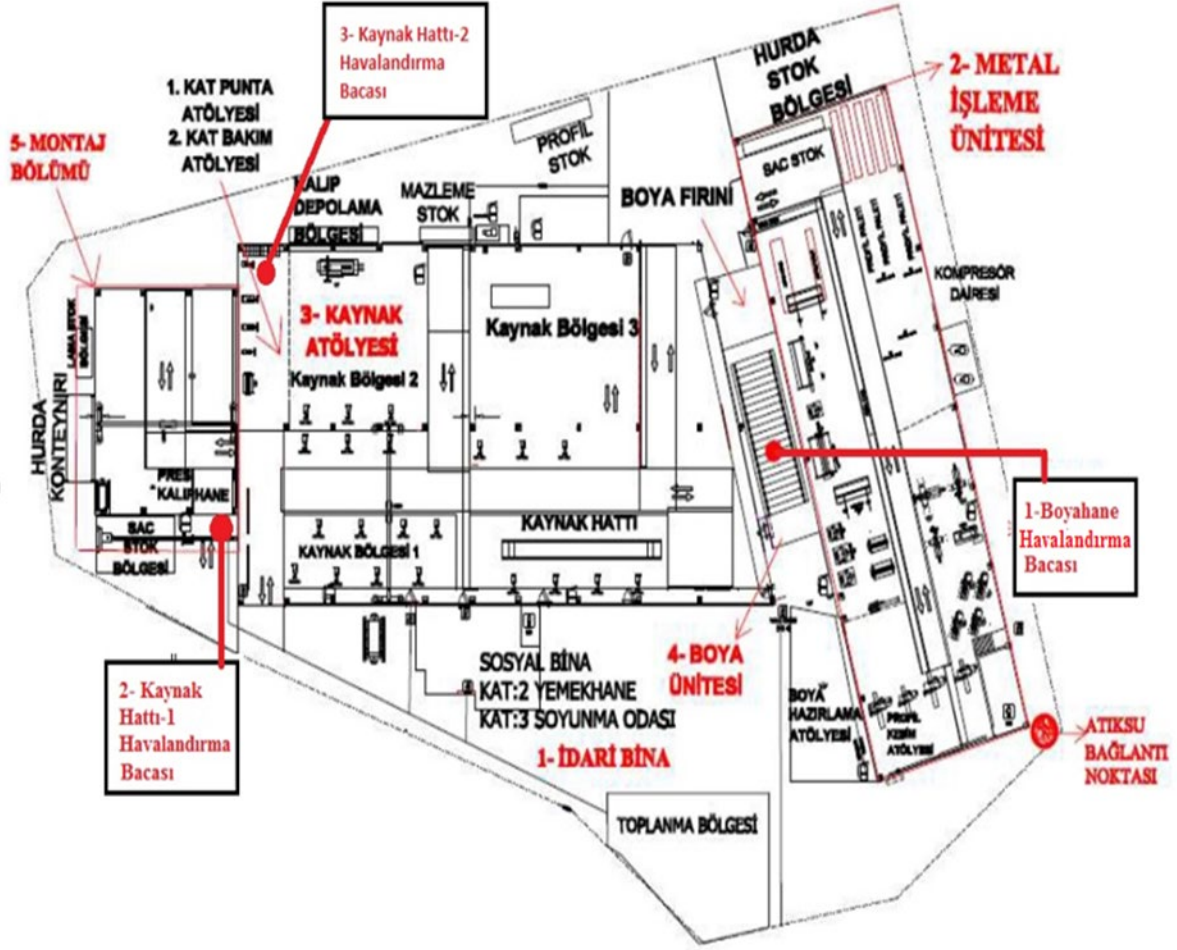
Çevre kirliliğini en aza indirmek için kimyasal atıkları anlaşmalı oldukları firmamalar tarafından çevreye zarar vermeden yok etmektedirler. Firma Organize sanayi bölgesinde olmadığından atık su kullanmamaktadır.



Şekil 1.2. Kametsan şirketinin konumu

### 1.3. Fabrikanın Yerleşim Düzeni

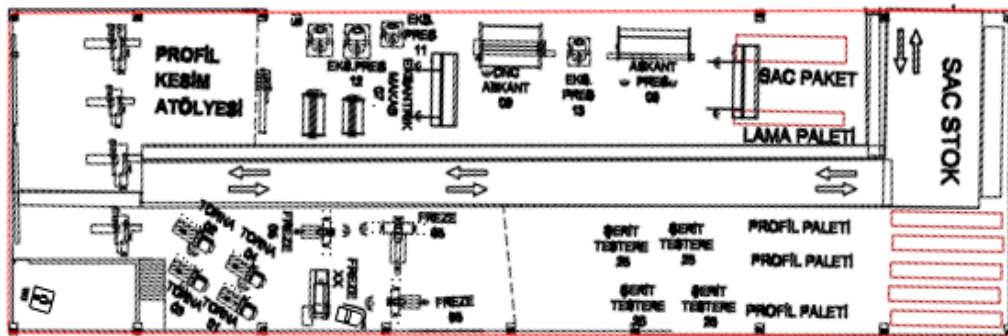
Kametsan; İdari Bina, Metal İşleme Ünitesi, Kaynak Ünitesi, Boyahane ve Montaj ünitelerinden oluşan bir tesise sahiptir. Tesise gelen profiller, demirler, lama ve saclar; metal işleme, kaynak, boya ve montaj işlemlerinden geçirilerek taşıma kasaları, giyotin kapı, çelik konstrüksiyon, hidrolik depo, römork imalatı yapılmaktadır.



Şekil 1.3. Kametsan fabrikanın şeması

## 1.4. Kullanılan Tezgahlar, Özellikleri ve Ürün Üretimi

### 1.4.1. Metal işleme ünitesi



Şekil 1.4. Metal işleme vaziyet planı

Tesise gelen sac levha, demir profil, elik ve lama gibi malzemeler bu ünitede; kesme, delme, bükme gibi işlemler için freze, torna ve pres aşamalarından geçirilir.

Eksantrik pres, elektrik motorunun aldığı dönme hareketini mekanik enerjiye dönüştüren ve bu enerjiyi kullanan bir makinedir.

Hidrolik Pres, hidrolik gle mamle istenen şekli verebilmek ya da istenen işlemi (kesme, bükme, sıvama vb) gerçekleştirmek için uygulanan presleme işlemini yapan ve hidrolik gle çalışan bir mekanizmadır. Hidrolik presi diğer pres çeşitlerinden ayıran en büyük özelliği, kontrol edilebilir olmasıdır.

Hidrolik Abkant Pres, belli bir alt ve st kalıp aracılığıyla alt kalıba ait alt bloğun üzerine hidrolik pistonlar ile kızaklar üzerinde hareket eden ve ana gövdeye bağlı olan st kalıba ait st bloğun belli bir tonaj ile belli bir uzunluk ve kalınlığa sahip olan sac levhayı çeşitli formlarda bükme işlevi gerçekleştiren bir makinadır. Ergonomik yapısı sayesinde rutin ve fazla özellik istemeyen bükme işleri için de yeniden dizayn edilir özelliktir.

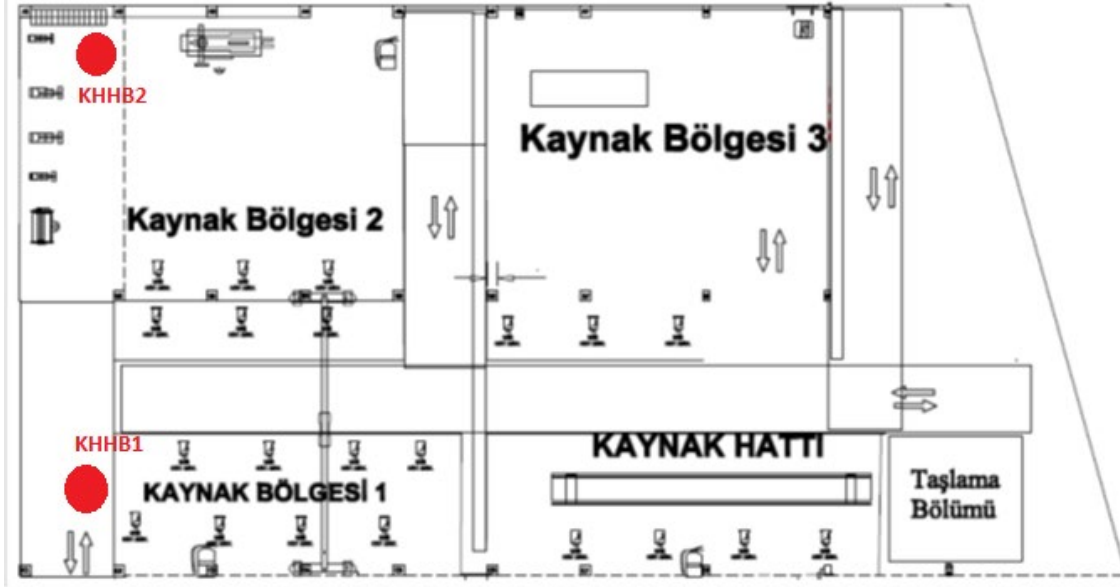
Üniversal Torna, banko denilen gövde, içinde iş mili bulunan ve iş parçasının dönmesini sağlayan vitez kutusu, st kızak, alt kızak, iş parçasının desteklenmesini sağlayan karşı punta, vitez kutusu, talaş mili, ana vida, kumanda çubuğu gibi elemanlardan meydana gelir. İş milin ucuna punta veya ayna bağlanır.

Freze, kesicisi endüstriyel işleme için kullanılan bir takım tezgahıdır. Freze takımının çalışma prensibi, şekillendirme (delme, yüzey işleme vb.) amacıyla iş parçasından talaşları çıkarmak için kesici takımı kendi ekseni etrafında döndüren bir makine olmasıdır. Delme, yüzey işleme) kendi ekseni etrafında dönen bir kesici takım tarafından iş parçasından talaşların çıkarılması vb.) reten bir makinedir.

#### **1.4.2. Kaynak nitesi**

Gaz ark kaynağı, kaynak için gerekli ısının, egzoz elektrodu ile iş parçası arasında oluşan ark tarafından üretildiği bir ark kaynak yöntemidir. Katı elektrot teli sürekli olarak kaynak alanına beslenir (sürülür), eridikçe ve tüketildikçe kaynak metali oluşturur. Kaynak tabancasından çıkan gaz veya gaz karışımı elektrotu, kaynak havuzunu, arkı ve iş parçasının kaynağa yakın alanını atmosferin zararlı etkilerinden korur. Tesiste 30 hava kaynağı kullanılmaktadır.



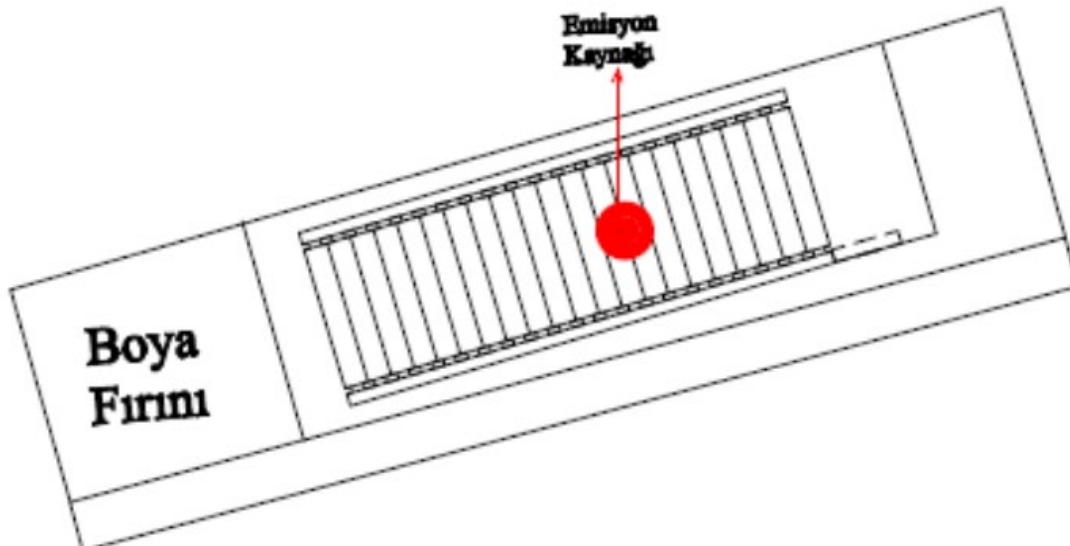


Şekil 1.5. Kaynak ünitesi vaziyet planı

Punta kaynağı, punta kaynağı anlamına gelir. Esas olarak iki metalin tek noktadan kaynaklanması işlemine punta kaynağı denir. Nokta kaynakçılar, herhangi bir elektroda ihtiyaç duymadan iki metali birleştirmek için yüksek akımlı ısıtma kullanır. Nokta kaynağı genellikle saçları birleştirmek için kullanılır. Kaynak kalitesi malzeme kalınlığından, elektrotun uyguladığı basınçtan, elektrot akımından ve frekansından etkilenir.

Taşlama bölümü, kaynak ünitesinden montajı yapılan parçalar çapak ve döküntülerden arındırılmak üzere bu bölüme gönderilir. İşlem fabrikada spiral öğütücü kullanılarak gerçekleştirilir.

#### 1.4.3. Boyama ünitesi

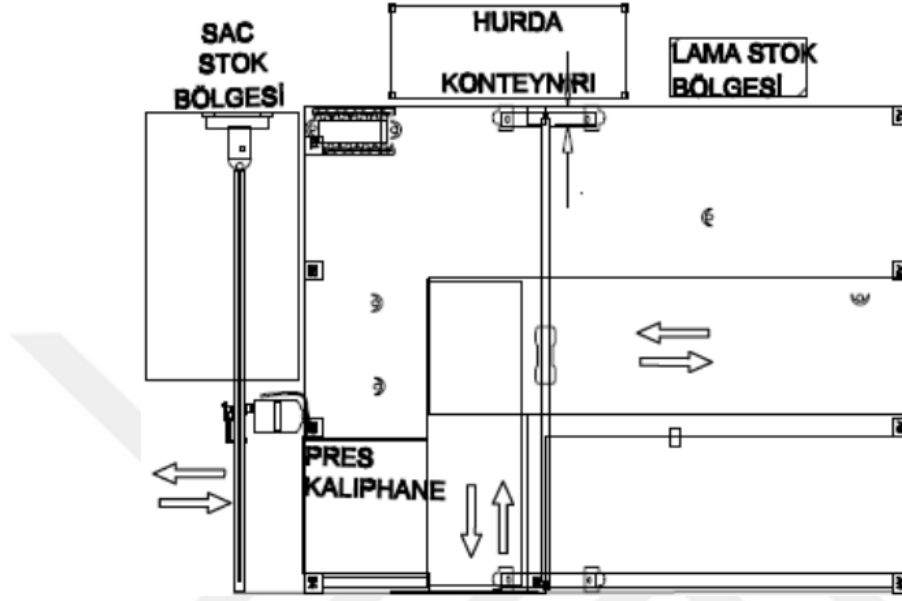


Şekil 1.6. Boyahane ünitesi vaziyet planı



Taşıma Bölümünde çapakları alınarak son profili oluşturulan parçalar, boyama işlemi için dışarıya fason hizmete gönderilir. Fason işleminden gelen malzemelere rötuş, markaj, renklendirme ve işaretleme işlemlerini yapmak için bu ünite kullanılır.

#### 1.4.4. Montaj ünitesi



Şekil 1.7. Montaj ünitesi vaziyet planı

Tamamlanan parçalar, montaj bölümüne alınır ve burada aksesuar ve bağlantı elemanlarıyla birleştirme operasyonu gerçekleştirilir. Ve daha sonra final kontrolü yapılır.



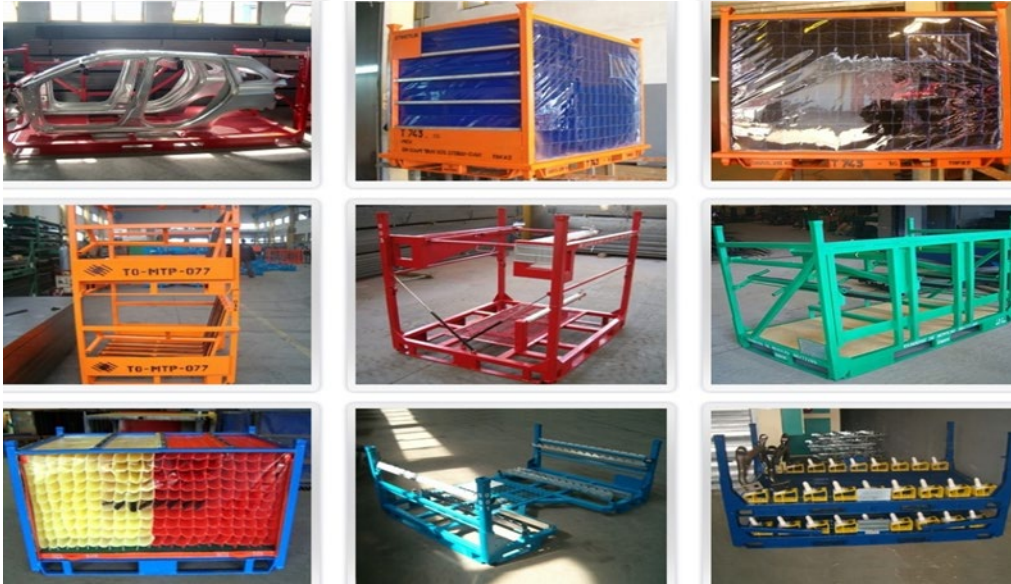
Şekil 1.8. Standart kasalar

#### 1.4.5. Özel otomotiv kasalarını kullanan araçlar

Hafif araç gövdesi, özel üstyapı konfigürasyonlarıyla karakterize edilir. Binek otomobiller için geleneksel dört kapılı bir konfigürasyon olan sedan, genellikle daha küçük araçlarda bulunan ve yukarıya doğru açılan arka kapılara sahip olan hatchback ile tezat oluşturuyor. Coupe gövde stili tipik olarak iki kapıya ve sportif bir estetiğe sahipken, Convertible gövde stili üstü açık bir araca dönüştürülebilme özelliğiyle öne çıkıyor.

Kamyonet, tipik olarak açık yük alanına sahip hafif ticari bir araç olarak sınıflandırılır. Kamyonlar ise ağır yüklerin taşınması için özel olarak tasarlanmış büyük araçlar olarak nitelendirilmektedir. TIR olarak bilinen özel bir araç türü, ağır yüklerin uzun mesafelerde taşınması için özel olarak tasarlanmıştır. Bu araç, malları verimli bir şekilde taşımak için birlikte çalışan bir traktör ve bir römorktan oluşur.

Ambulanslar tıbbi hizmet sağlamak üzere tasarlanmış özel araçlardır; kurtarma araçları ise genellikle arama ve kurtarma operasyonları için kullanılan 4x4 araçlardır. Askeri araçlar, zırhlı ve askeri operasyonlara yönelik özel araçlardır; karavanlar ise konaklama amaçlı gezici meskenler olarak hizmet vermektedir.



Şekil 1.9. Özel otomotiv kasaları

#### 1.4.6. Üretimde yer alan malzemelerin ve süreçlerin incelenmesi

Çelik, olağanüstü dayanıklılığı ve mukavemeti nedeniyle çeşitli endüstrilerde oldukça yaygın bir malzemedir. Buna karşılık alüminyum, nispeten daha hafif olması ve korozyona karşı etkileyici direnciyle ünlüdür. Karbon fiber, uygun bir mukavemet/ağırlık oranıyla karakterize edilir; ancak yüksek maliyeti nedeniyle kullanımı engellenmektedir. Öte yandan kompozitler, çeşitli malzemelerin birleştirilmesiyle mukavemet ve ağırlık arasında arzu edilen bir dengeye ulaşır.

Üretim teknolojisi alanı, imalat ve endüstriyel operasyonlarda kullanılan çok çeşitli teknikleri ve süreçleri kapsar. Sac metalin kalıplar arasında şekillendirilmesi işlemine presleme adı verilirken kaynak, metal bileşenlerin birleştirilmesi amacıyla kullanılan bir tekniktir. Alüminyum profillerin üretiminde yaygın olarak kullanılan bir teknik olan ekstrüzyon ile plastik ve kompozit malzemelerin şekillendirilmesinde kullanılan vakumla şekillendirme, üretim sürecinde kullanılan farklı yöntemlerdir.

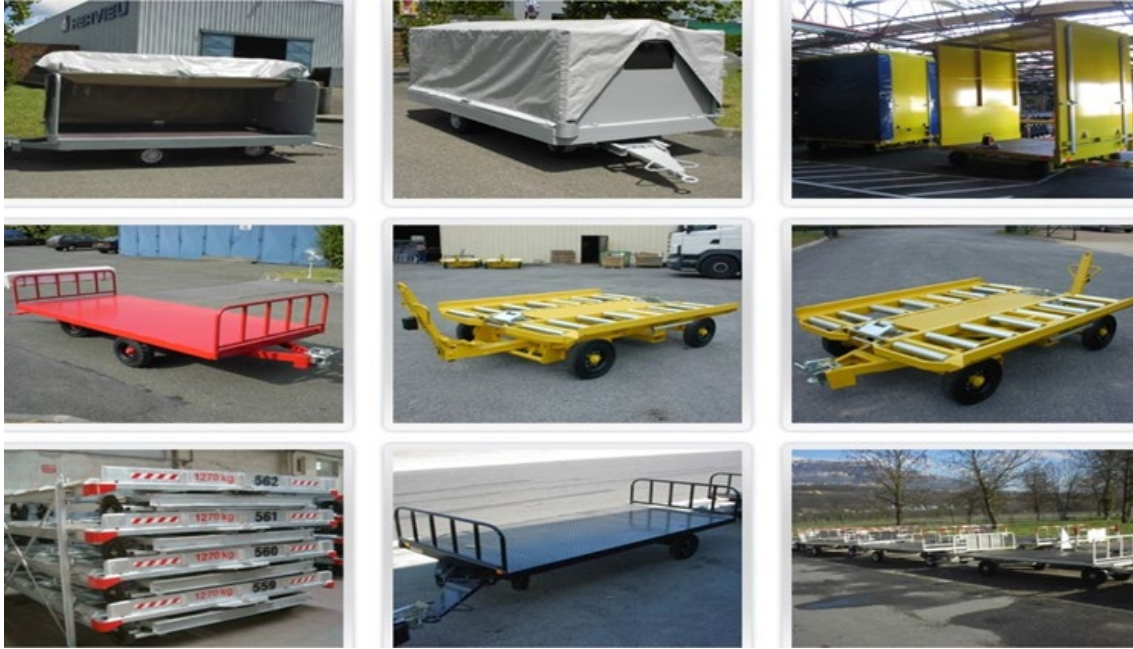
Özel araç gövde tasarımında aerodinamiğin önemi abartılamaz çünkü hem yakıt verimliliğini hem de genel performansı doğrudan etkiler. Kapsamlı çarpışma testlerinin yapılmasını ve belirlenmiş güvenlik standartlarına uygunluğun sağlanmasını içeren güvenliğin dikkate alınması da aynı derecede önemlidir. Araçlarda ağırlık yönetiminin hem yakıt tüketimi hem de genel performans üzerinde önemli bir etkisi vardır. Ayrıca bir aracın estetik çekiciliği, marka imajını şekillendirmede ve tüketici tercihlerini etkilemede çok önemli bir rol oynamaktadır.

Bir otomobilin konforunu ve işlevsel faydasını değerlendirirken iç mekan ve pratiklik önemli hususlardır. Araç içindeki özel saklama bölmelerinin çeşitli uygulama alanlarının değerlendirilmesi önemlidir.

Ticari taşımacılık, malların ve kişisel eşyaların taşınması amacıyla kullanılırken, kamu hizmetleri polis, ambulans ve itfaiye gibi temel kurumları kapsamaktadır. Spor ve rekreasyon alanında off-road yarışları gibi heyecan verici aktivitelere katılabilir, kamp ve karavancılığın huzurunun keyfini çıkarabilirsiniz. Öte yandan özel hareketler, askeri misyonlardan kurtarma operasyonlarına kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır.



Şekil 1.10. Saç taşıma paletleri

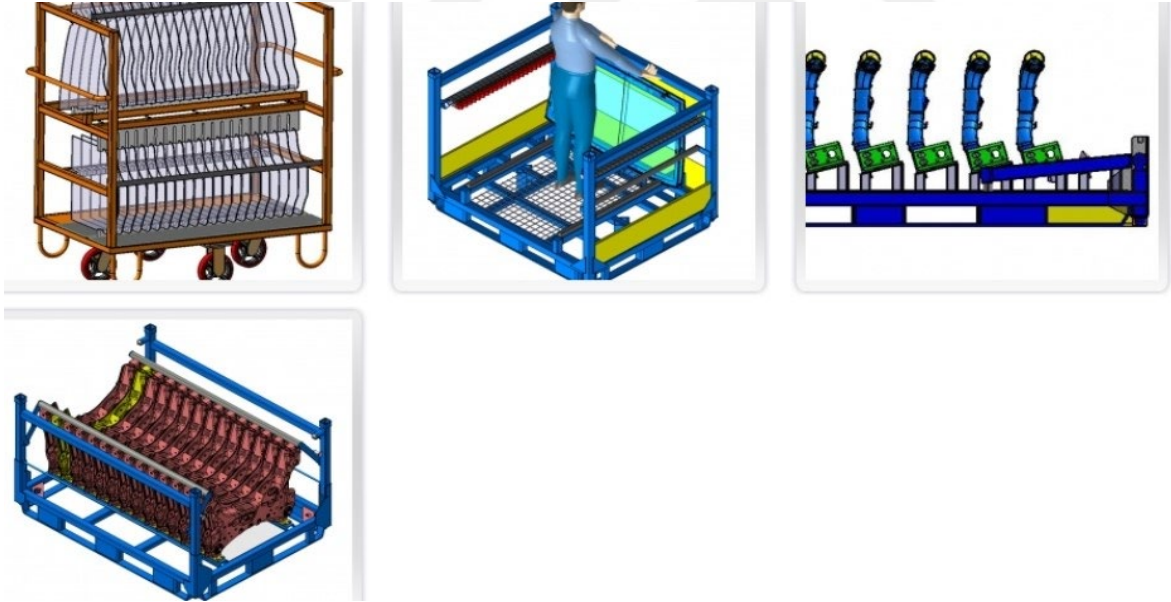


Şekil 1.11. Özel römorklar





Şekil 1.12. Kasa yedek parçaları



Şekil 1.13. Özel tasarımlar

## 1.5. Üretim Sistemleri ve Tesis İçi Yerleşim Tipi

İşletme, Atölye Tipi Üretim Sistemini benimsemiştir. Bu üretim sistemi , farklı tipteki müşteri taleplerinin küçük ve orta hacimli üretimlerini yapma kabiliyetine sahiptir. Bu üretim sisteminde , atölyelerdeki farklı tipteki makineler genel amaçlı ve farklı işlemler yapabilecek kapasitededirler. Bu özellik, farklı ürünlerin üretilmesine imkan sağlayarak ürün esnekliğinin yüksek olmasını sağlar. Genel amaçlı makineleri kullanarak işgücünün eğitimi ve kalifiye olması gerekir. Atölye tipi üretimde talep genelde düzensizdir.

İşletmedeki tesis içi yerleşim tipi Fonksiyonel / Sürece Göre Yerleşim tipidir. Bu yerleşim tipinde aynı özelliğe sahip makineler bir atölye altında toplanırlar ve genelde sahip oldukları makinelere göre isimlendirilirler. Örneğin Kaynak atölyesi, freze atölyesi, torna atölyesi, Kesim atölyesi, Prototip atölyesi vb. İşletmede de bu tarz yerleşim tipi mevcuttur her atölyenin bir adı ve yeri vardır.

### 1.5.1. Atölye tipi üretimin genel özellikleri

Küçük ve orta ölçekli üretim tesislerinde yaygın olarak kullanılan bir üretim modeli olan atölye üretimi, öncelikle düşük hacimli ve yüksek çeşitlilikte ürünlerin imalatında kullanılmaktadır. Atölye Tipi Üretim, aynı zamanda Atölye Üretimi olarak da bilinir, her ürünün üretim sürecinin farklı olduğu, çeşitli ürünlerin küçük partiler halinde üretilmesiyle karakterize edilen bir üretim sistemini ifade eder. Bu sistemde makineler ve iş istasyonları benzer işlemlere göre düzenlenir ve ürünlerin üretimi bu iş istasyonları arasında transfer edilmesini içerir. Atölye tipi üretimin genel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanır:

- Standart olmayan ürünlerin üretimine izin verir.
- Genel amaçlı makineler ve donanım kullanımı gereklidir.
- Çok yönlü makine kullanımından dolayı vasıflı işgücü gereksinimi vardır.
- Talep genelde düzensizdir.
- Ürün esnekliği yüksek, hacim esnekliği düşüktür.
- Küçük ve orta çaplı atölyeler genel çalışma yeridir.
- Fonksiyonel yerleşim uygulanır.

## 1.6. Üretim Teknolojileri ve Kapasite Özellikleri

Harrison'a göre üretim teknolojileri kavramı, yalnızca üretim alanındaki değişikliklerle ilgili olmayan yeni metodolojileri ve ilgili bilgileri değil, aynı zamanda yönetim sistemleri ve üretim uygulamaları içindeki ürünlerin tasarım ve mühendislik yönlerini de kapsar. İşletmede hem dizüstü hem de masaüstü bilgisayarlardan oluşan toplam bilgisayar sayısı yaklaşık 25-30 adet civarındadır. Karmaşık detaylandırma gerektirmeyen daha küçük boyutlardaki sac bileşenlerin işlenmesi için plazma kesme makinesi kullanılır.

İş amaçlarına özel olarak tasarlanmış robotik ürünler geliştirildi. Bu robotlar, önceden belirlenmiş kalıp özelliklerine göre sac parçaları verimli bir şekilde kesme ve kaynaklama kapasitesine sahiptir. Bu robotların oluşturulması gelişmiş yazılımların kullanılmasını içeriyordu. Sonuç olarak, işçiler artık sürekli olarak emek yoğun kesme ve kaynaklama işlemleriyle uğraşmak yerine zamanlarını ve çabalarını başka görevlere ayırabiliyorlar. Operasyondaki toplam robot sayısı yaklaşık 10-12 civarındadır. İlginçtir ki bu robotların bir kısmı, aktif olarak kullanılmadıklarında bile atıl durumda ve çalışmaya hazır durumda kalıyor.



Şekil 1.14. Kesme robotları

## 1.7. Taşıma Araçları

Kuruluşun taşıma araçları filosu, forkliftler, transpaletler ve vinçler gibi çok çeşitli malzeme taşıma ekipmanlarını kapsamaktadır.

Forkliftler çok yönlü makineler olarak yükleri hem yatay hem de dikey olarak taşıma özelliğine sahiptir. Bu makineler, çatallı kollarını kullanarak çeşitli yükleri almak ve taşımak için özel olarak tasarlanmış olup, kısa mesafelerde verimli istifleme ve harekete olanak tanır. Forkliftler, araba parçaları da dahil olmak üzere malzemelerin yüklenmesi, boşaltılması ve taşınması gibi önemli işlevleri yerine getirdikleri depolama, depolama ve diğer endüstriyel ortamlarda yaygın olarak kullanılır.

Şirket bünyesinde yük taşıma amacıyla transpalet kullanma seçeneği mevcuttur. Bu kamyonlar, paletli bileşenlerin taşınmasını kolaylaştırmak için özel olarak tasarlanmıştır. Transpalet kamyonlarının, insan taşımaya yönelik olmaması nedeniyle forkliftlerden farklı olduğunu unutmamak önemlidir. Bunun yerine yüklerin nispeten kısa mesafelerde kaldırılması ve taşınması için kullanılırlar.

Vinç ise kaldırma ve taşıma makinesi, taşıyıcı eleman üzerinde asılı olan yükün kaldırılması ve birden fazla yönde hareket etmesinin sağlanması amacıyla hizmet etmektedir.



Şekil 1.15. Forklift ve transpalet araçları



## 1.8. Entegre Yönetim Politikası

Metal imalat sektöründe faaliyet gösteren Kametsan, Toplam Kalite Yaklaşımı doğrultusunda Kalite, Çevre, İş Sağlığı ve Güvenliği (Entegre Yönetim Sistemi) ilkelerini benimsemektedir. Kametsan, tüm çalışanlarının aktif katılımıyla, şirketin vizyonu ve toplumun beklenti ve gereksinimleriyle uyumlu olarak tüm süreçlerde bu ilkelere bağlı kalınmasını sağlar. Şirket, uyum sağlamayı ve gerekli şartları yerine getirmeyi kendi sorumluluğu olarak görmektedir.

Bu çerçevede şirket, etkin risk yönetimi ile tüm süreçlerin sürekli iyileştirilmesi, iş sağlığı ve güvenliğinde sıfır kaza ilkesine bağlı kalınması, şirket performansının ve üretim verimliliğinin artırılması, çalışanların aktif katılımının teşvik edilmesi ve açık iletişim kurulması ilkeleri benimsenmiştir:

- Çevreye duyarlı uygulamaları benimsemek.
- Enerji verimliliğini ve çevre dengesinin ve doğal kaynakların korunmasını savunmak.
- Tüm operasyonlarda bilgi güvenliği ve iş sürekliliğini ön planda tutmak.
- Hem ulusal hem de uluslararası düzenleyici standartlara bağlı kalmak.
- Tüm paydaşlarla şeffaf ilişkileri teşvik etmek, müşterileri sürekli memnun etmek için çabalamak.
- Tedarikçilerin sürdürülebilir bir şekilde büyümesini ve gelişmesini desteklemek.

Şirketimizin üst yönetimi, Kalite Yönetim Sistemi (KYS), Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS) ve İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) politikaları, yasal mevzuatlara ve müşteri beklentilerine uygun olarak titizlikle belgelenmektedir. Bu politikalar eğitimler aracılığıyla çalışanlara etkin bir şekilde aktarılmakta ve görünür alanlarda belirgin bir şekilde sergilenmektedir. Anlaşılabilirliği sağlamak için iç denetimler ve eğitim oturumları sırasında kişisel sorgulamalar yapılır.

Politikalar, YGG toplantılarında düzenli olarak gözden geçirilmekte ve şirket fırsatlarına, pazar eğilimlerine ve ülke koşullarındaki değişikliklere uyum sağlayacak şekilde gerektiği şekilde ayarlanmaktadır.

İSG, Çevre ve Kalite Politikası, sürekli uyumun sağlanması amacıyla Yönetimin Gözden Geçirmesi toplantılarında ayrıntılı olarak tartışılır ve gerekli revizyon gereksinimleri daha sonra belirlenir.

## 1.9. Kalite Yönetim Sistemi

Kametsan Firması Entegre Yönetim Sistemi ISO 9001, TS 18001 VE ISO 14001 standartlarını temel almaktadır. Bu belgede özetlenen entegre yönetim sistemi, uygulama sorumluluğunu şirket içindeki tüm personele yüklemektedir. Entegre Yönetim Sistemi (EYS), Yönetim Temsilcisi tarafından formüle edilir ve Genel Müdür tarafından onaylanarak, tüm departmanlarda yürürlüğe girecek ve verimliliğin sürdürülmesini ve sürekli olarak iyileştirilmesini sağlar. Bu şirkette kalite yönetim sistemi ISO 9001, TS 18001 ve ISO 14001 standartlarına ve şirket süreçlerine uygun olarak belgelenmiştir.

Bu şirkette Entegre Yönetim Sistemine yönelik süreçler hazırlanmıştır. Bu firma tarafından ISO 14001 gereksinimlerini karşılayan bir EMS sistemi kurulmuştur ve devam edecektir. Bu firma tarafından TS 18001 standardına uygun İSG sistemi kurulmuş ve halen devam etmektedir.

Entegre Yönetim Sistemi uygulama ve prosedürlerinin etkinliğinin iç denetimler aracılığıyla değerlendirilmesi, İç Denetim Prosedüründe ayrıntılı olarak belirtildiği gibi İç Sistem Denetimleri planlama ve değerlendirme faaliyetlerinin izlenmesi için bir yol sağlar.

Kaplama işlemini gerçekleştirmek için dış kaynaklara başvurmaktan başka seçenekler bulunmamaktadır. Dışarıdan sağlanan ve ürünün uygunluk koşullarına etki edecek süreçlerin kontrolünden ve tanımlanmasından şirketin kendisi sorumludur.



Şekil 1.16. Kalite belgeleri

## 2. TOPLAM VERİMLİ BAKIM (TPM: TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE)

TPM yenilikçi bir Japon konseptidir. TPM'nin kökenleri, 1951'de Japonya'da koruyucu bakımın uygulamaya konmasına kadar izlenebilir. Ancak koruyucu bakım kavramı Amerika Birleşik Devletleri'nden ödünç alınmıştır. Nippondenso, 1960 yılında tesis çapında koruyucu bakımı uygulamaya koyan ilk şirket oldu. Önleyici bakım, operatörlerin üretim için makine kullandığı ve bir bakım ekibinin bu makinelerin bakımını yaptığı bir kavramdır. Ancak Nippondenso otomatikleştikçe, daha fazla bakım personeline ihtiyaç duyulması nedeniyle bakım da bir sorun haline geldi. Bu nedenle yönetim, TPM'nin özelliklerinden biri olan otonom bakım olarak operatörlerin ekipmanın rutin bakımını tamamlamasına izin vermeye karar verdi. Bakım ekibi yalnızca temel bakım işlerini üstlenir.

Bu nedenle halihazırda önleyici bakım uygulayan Nippon Denso, üretim operatörleri tarafından gerçekleştirilen otonom bakımı da ekledi. Bakım ekipleri güvenilirliği artırmak için ekipman değişikliklerini ele aldı. Değişiklikler yeni cihaza dahil edilmiştir. Bu, bakımın önlenmesine yol açar. Böylece önleyici bakım, bakım önleme ve bakım uyumluluğu iyileştirmeleriyle birlikte verimli bakım kavramı doğdu. Üretim bakımının amacı, üretim ekipmanının optimum yaşam döngüsü maliyetlerini elde etmek için tesis ve ekipman verimliliğini en üst düzeye çıkarmaktır.

Nippon Denso aynı zamanda kalite çemberleri oluşturarak çalışanların katılımını da sağlıyor. Bu nedenle verimli bakımın uygulanmasına tüm çalışanlar katılmaktadır. Bu gelişmelerden yola çıkarak TPM'yi geliştiren ve uygulayan Nippondenso, Japonya Ekipman Mühendisleri Enstitüsü (JEME) tarafından Üstün Tesis Ödülü'ne layık görüldü. Sonuç olarak Toyota Grubu'nun bir iştiraki olan Nippon Denso, TPM sertifikasını alan ilk şirket oldu.

Toplam Verimli Bakım (TPM), makinelerin tıbbi bilimi olarak düşünülebilir. Toplam Verimli Bakım (TPM), tesisleri ve ekipmanı korumak için tasarlanmış yeni tanımlanmış bir konsepti kapsayan bir bakım programıdır. TPM programının amacı, çalışanların moralini ve iş memnuniyetini artırırken üretimi de önemli ölçüde artırmaktır. TPM, işin önemli ve hayati bir parçası olarak bakıma odaklanır. Artık kârsız bir faaliyet olarak görülüyor. Bakım için planlı aksama süresi, üretim gününün bir parçası olarak ve bazı durumlarda üretim sürecinin ayrılmaz bir parçası olarak planlanır. Amaç acil ve plansız bakımları minimumda tutmaktır.

Aşağıdaki hedeflere ulaşmak için TPM tanıtıldı. Önemli olanlar aşağıda listelenmiştir:

- Hızla değişen ekonomik ortamda israfının önlenmesi.
- Ürün kalitesinden ödün vermeden ürünler üretilmesi.
- Maliyetlerin azaltılması.
- Mümkün olan en kısa sürede küçük ürün partilerin üretilmesi.
- Müşteriye gönderilen ürünün kusursuz olması gerekmektedir.

Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ve Toplam Verimli Bakım (TPM) arasındaki benzerlikler ve farklılıklar:

TPM programları popüler Toplam Kalite Yönetimi (TKY) programlarına çok benzer. Çalışan yetkilendirme, ölçüm, belgeleme vb. Örneğin TKY'de kullanılan birçok araç, TPM'yi uygulamak ve optimize etmek için kullanılır. İki program arasındaki benzerlikler aşağıdaki gibidir.

1. Her iki planda da üst yönetimin tamamen plana bağlı olması gerekmektedir.
2. Çalışanlara düzeltici önlem alma yetkisi verilmelidir.
3. TPM'nin uygulanması bir yıl veya daha uzun sürebileceğinden ve devam eden bir süreç olduğundan uzun vadeli düşünülmelidir. Çalışanların iş sorumluluklarına ilişkin zihniyetleri de değişmelidir.

TKY ve TPM arasındaki farklar aşağıda özetlenmiştir:

Tablo 2.1. TKY ve TPM arasındaki farklar

| Kategori                     | TKY                                     | TPM                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|
| Nesne                        | Kalite (Çıktı ve etkileri)              | Ekipman (Giriş ve gereklilik)               |
| Hedefe ulaşmanın prensipleri | Yönetimi sistemleştirin. Yazılım odaklı | Çalışanların katılımı ve donanım odaklılığı |
| Hedef                        | Kalite için PPM                         | Kayıp ve atıkların bertaraf edilmesi        |

## 2.1. Bakım türü

### 1. Arıza bakımı:

Bu, ekipman arızalandığında insanların bekleyip onarması anlamına gelir. Bu tür bir şey, ekipman arızası işletmeyi veya üretimi önemli ölçüde etkilemediğinde veya onarım maliyeti dışında önemli bir kayıp oluşturmadığında kullanılabilir.

### 2. Önleyici bakım (1951):

Bu, ekipmanın sağlıklı durumunu korumak ve bozulmayı önleyerek arızayı önlemek için tasarlanmış günlük bakımı (temizlik, muayene, yağlama ve sıkılaştırma) ifade eder. Ayrıca, bozulmanın önleniği, periyodik muayene veya ekipman durumu teşhisi, bozulmanın ölçüldüğü periyodik bakım ve tahmin edici bakım olmak üzere ikiye ayrılmıştır. İnsan hayatının koruyucu tıp ile uzatılması gibi, ekipmanın hizmet ömrü de koruyucu bakım yaparak uzatılabilir.

#### a. Planlı bakım

Düzenli bakım, ani ekipman arızalarını ve proses sorunlarını önlemek için ekipmanın düzenli muayenesini, bakımını, temizliğini ve parçaların değiştirilmesini içerir.

#### b. Kestirimci bakım

Bu yöntem, muayene veya teşhise dayalı olarak önemli parçaların servis ömrünü tahmin etmeyi ve bu parçaları servis ömrü sınırları dahilinde kullanmayı amaçlamaktadır. Planlı bakımın aksine, kestirimci bakım durum bazlı bakımdır. Bozulmayla ilgili verileri ölçerek ve analiz ederek trend değerlerini yönetir ve çevrimiçi sistemler aracılığıyla koşulları izlemek için tasarlanmış izleme sistemlerini kullanır.

### 3. Düzeltici bakım (1957):

Önleyici bakımın güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlamak için ekipman ve bileşenleri iyileştirin. Tasarım kusurları olan ekipmanlar, güvenilirliği artırmak veya bakımı kolaylaştırmak için yeniden tasarlanmalıdır.

### 4. Bakım önleme (1960):

Yeni bir cihazın tasarımını ifade eder. Mevcut makinelerin zayıf yönleri (arıza önleme, bakım kolaylığı, kusur önleme, güvenlik ve saha bilgisi yoluyla üretim kolaylığı) açısından tamamen incelenecek ve yeni ekipmanı devreye almadan önce bu unsurlar göz önünde bulundurulacak.

## **2.2. Bir Organizasyonda TPM'nin Tanıtım Adımları**

### **Adım A - Hazırlık Aşaması**

Adım 1 - Yönetimin TPM'nin organizasyona tanıtımı hakkında duyurusu:

Bu adım için üst yönetimin doğru anlayışı, bağlılığı ve aktif katılımı gereklidir. Üst yönetim farkındalık programları düzenlemeli ve ardından duyuru yapılmalıdır. Bunu kurum içi dergide yayımlayın ve duyuru panosuna asın. Gerekirse ilgili bireylere bir mektup gönderin.

Adım 2 - TPM için başlangıç eğitimi ve propaganda:

Eğitim, ihtiyaçlara göre yapılmalıdır. Bazıları yoğun eğitim gerektirirken, bazıları sadece farkındalık gerektirir. Önemli kişileri TPM'nin başarıyla uygulandığı yerlere götürün.

Adım 3 - TPM ve departman komitelerinin kurulması:

TPM, iyileştirme, otonom bakım, kalite bakımı vb. içeren bir sistemdir. Komiteler kurulduğunda, tüm bu ihtiyaçları karşılayacak şekilde olmalıdır.

Adım 4 - TPM çalışma sistemi ve hedeflerin belirlenmesi:

Şimdi her alan benchmark edilir ve başarı için bir hedef belirlenir.

Adım 5 - Kurumsallaşma için bir ana plan oluşturma:

Bir sonraki adım, TPM'nin kurumsal bir kültür haline gelmesiyle sonuçlanacak uygulama aşamasıdır. PM ödülünü kazanmak, tatmin edici bir seviyeye ulaşıldığının kanıtıdır.

### **Adım B - Tanıtım Aşaması**

Bu bir törendir ve herkesi davet etmeliyiz. Tedarikçiler, onlardan kaliteli tedarik istediğimizi bilmelidir. İlgili şirketler ve bağlı şirketler, müşterilerimiz, kardeş kuruluşlar vb. Bizden öğrenebilecek bazıları ve bize yardımcı olabilecek bazıları olabilir ve müşterilerimiz kaliteli çıktılar için iletişimimizi alacaklardır.

### **Adım C - Uygulama**

Bu aşamada, TPM faaliyetlerinin gelişiminde sekiz temel aktivite gerçekleştirilmektedir. Bu faaliyetlerden dördü üretim verimliliği sisteminin kurulması, biri yeni ürün ve ekipmanların başlangıç kontrol sistemi, biri idari verimliliğin artırılması ve biri de güvenlik, sanitasyon ve çalışma ortamının kontrolü içindir.

### **Adım D - Kurumsallaşma Aşaması**

Tüm bu faaliyetlerle olgunluk aşamasına ulaşılmış olur. Şimdi PM ödülü için başvurma zamanı. Ayrıca bu hareketi ne kadar ileriye taşıyabileceğinizi düşünün [5].

### **2.3. Toplam Ekipman Etkinliği (OEE: Overall Equipment Effectiveness)**

Genel Ekipman Etkinliği (OEE) kavramı ilk kez 1988 yılında Nakajima tarafından Toplam Verimli Bakım (TPM) çerçevesinde bir performans göstergesi olarak ortaya atılmıştır. OEE birbirine bağlı üç unsurdan oluşur: kullanılabilirlik etkinliği, performans etkinliği ve kalite etkinliği. Bir makine veya ekipmanın OEE göstergesini hesaplamak için kullanılabilirlik, performans ve kalite ölçümleri birbiriyle çarpılır. OEE'yi olumsuz yönde etkileyebilecek altı ana kayıp vardır: ekipman arızası, kurulum ve ayarlamalar, arıza süresi, düşük hız, proses kusurları ve düşük verimlilik. OEE'nin amacı bu kayıpları en aza indirmek ve ortadan kaldırmaktır [6].

OEE, bireysel ekipmanların verimliliğini analiz etmenin yanı sıra artık entegre ekipman sistemlerinin performansını değerlendirmek için de yaygın olarak kullanılıyor. OEE, yönetimin gizli kapasiteyi belirlemesine ve kilidini açmasına, üretim kayıplarını azaltmasına ve ek sermaye yatırımı ihtiyacını belirlemesine olanak tanır. Başlangıçtaki OEE değerlerini gelecekteki değerlerle karşılaştırarak elde edilen iyileşme düzeyi ölçülebilir. Ayrıca şirketler, OEE değerlerini kıyaslayarak ilerlemeyi izleyebilir ve üretim performansını artırabilir [7].

Bu nedenle OEE, ekipman eksikliklerini gidermek ve genel operasyonel verimliliği artırmak için önemli bir araç görevi görür. Pahalı makine ve ekipmanlardaki gereksiz duruş sürelerinin ve kayıpların belirlenmesine yardımcı olur, böylece işletme içinde iyileştirilmesi gereken alanları vurgular. Makine ve ekipman bakımının etkinliği, performans ve maliyetler üzerinde doğrudan etkiye sahiptir [8].

Sıfır arıza ve sıfır hata olan yalın üretimin temel hedeflerine ulaşmak için ekipmanların verimli çalışması ve arızalardan kaynaklanan kayıpların ortadan kaldırılması büyük önem taşımaktadır. Bunu başarmak için etkili bir bakım yönetim sistemi şarttır. Makinenin aksama süresini azaltmaya ve yüksek kaliteli ürünlerin üretimini sağlamaya yardımcı olabilecek temel ölçüm sistemlerinden biri Genel Ekipman Verimliliğidir (OEE). OEE, fiili üretim ile planlanan üretim arasındaki oran olarak tanımlanır. Planlı kesintiler, ekipman arızaları, üretime giriş süreleri ve zaman kayıplarına ve ürün kalitesinden ödün verilmesine yol açabilecek kalite sorunları gibi çeşitli faktörleri kapsar [9].

## 2.4. 5S Kuralı

5S kavramı; fabrika içi düzen, tertip ve temizlik faaliyetlerini içeren adının baş harfleri S ile başlayan Japonca 5 farklı kelimedenden almaktadır. Anlamları şu şekildedir;

- 1) Seiri (Ayıklama)
- 2) Seiton (Düzenleme)
- 3) Seiso (Temizleme)
- 4) Seiketsu (Süreklilik)
- 5) Shitsuke (Özen)

Fabrikalarda üretim yapan bölümlerin bizimde projemizde yer verdiğimiz (depo alanı, stok kontrol hattı, kalıplama hattı vb.) üretim alanlarında temiz, özenli, düzenli ve süreklilik gösterebilmeyi amaçlayan 5S tekniği, bütün dünya genelinde fabrikalarda en çok karşımıza çıkan ve uygulanan yalın üretim tekniklerindendir. 5S kuralında temizleme ve düzenlemeyle ilgili kastedilen düzey; iş kazalarında, mudalarda (israflarda), makine arıza oranlarında, setup sürelerinde (kalıp değiştirme süresi), hurdada, gecikmelerde minimum düzeye yani sıfır (0) noktasına erişebilmektir. 5S kavramını tek tek açarak açıklamak istersek;

- 1) Seiri (Ayıklama)

5S kuralının ilk kademesini oluşturmaktadır. İlk kademe olmasının sebebi ise ilk önce üretim yapılacak alandaki bütün gereksiz eşyaların ve nesnelerin ortadan kaldırılmasıdır. Kendi çalışma alanımıza uygun ortam yaratmak birinci önceliğimiz olması gerekir. Gereksiz eşya ve nesneleri ortadan kaldırma amacı doğrultusunda eşya ve nesneleri daha doğru ve düzgün yerlere yerleştirmek, sınıflandırmak, gerçekten kir pisliğin nedenini bulmak, önemsiz alanlardan kurtulmak gibi faaliyetleri kapsamaktadır.

- 2) Seiton (Düzenleme)

Düzenleme aşamasındaki asıl amaç, üretim yapılan alanlarda ki ekipmanları ve nesneleri istenilen anda rahatça bulabilmek için belirli düzenlemeleri yaparak oluşturulmasıdır. Bu düzeni oluşturarak; çok fonksiyonlu yerleşim planı oluşturmak, alanları Tanımlama-Sınıflandırma-İşaretleme uygulamalarını gerçekleştirerek ekipmanları arama ve bulma faaliyetlerini en alt düzeye indirmek, FIFO (First In-First Out) kuralını uygulamak, üretim alanında faaliyet gösteren makine ve ekipmanlara gerekli düzenlemeler yapılarak uyarı panoları yerleştirmek gibi faaliyetler kullanılır.



### 3) Seiso (Temizleme)

Temizleme faaliyetlerindeki amaç, üretim yapılacak alan ve çevresinin çöplerden, kirlerden ve yabancı maddelerden temizlenip steril ortam oluşturulmasıdır. Bu ortamı oluştururken de çalışanların bireysel olarak sorumluluklarının belirlenmesi, temizlik faaliyetleri ile ilgili kampanyalar oluşturması ve sık sık temizlik kontrolleri gerçekleştirilmesi gibi teknikler kullanılır.

### 4) Seiketsu (Süreklilik)

Süreklilik aşamasındaki hedef, üretim alanında belli standarda ulaşmış düzenin sürekliliğini sağlamaktır. Süreklilik derken kastedilen durum, mevcut durumun ideal duruma çevirmek isterken yapılan standart çözümlemelerin ve yükümlülüklerin anlamlarının tekrar yapılması, tehlike yaratabilecek alanların belirlenmesi, fonksiyonel işaretleme ve renk göstergelerinin kullanılması, kontrol noktalarının limitlerinin belirtilmesi, şeffaflığın oluşturulması gibi organizasyon içerisinde sürekliliği koruma amaçlı yöntemler kullanılır.

### 5) Shitsuke (Özen)

Özen faaliyetinin amacı, daha önce belirtilen aşamalarda gerçekleştirilen faaliyet ve fonksiyonları belirli bir alışkanlık ve düzen haline getirip ortak bir disiplin ve özen etrafında toplayabilmektir. Üretim içerisinde yapılan uygulamalarda disiplini sağlamak amacıyla her zaman doğru faaliyetlerin kuralına uygun olarak yerine getirilmesi, çalışma alanlarını toplama çalışmaları, halka açık yerlerin yönetilmesi, acil durumlarda uygulanabilecek tatbikatların gerçekleştirilmesi gibi teknikler kullanılır.

5S kuralı hiçbir zaman sonu olmayacak faaliyetler toplamıdır. Üretim alanının daha verimli hale getirmek için gerekli olan düzen ve temizlik çalışmalarını yukarıda belirtildiği gibi sırasıyla yapıldığı ve sürekli uygulandığı takdirde mümkün olacaktır. En önemli nokta, çalışanların temizlik, düzen, süreklilik, özen konusunda bilinçli hale gelmeleridir [10].



### 3. YÖNTEM

#### 3.1. OEE Uygulanması

Mevcut araştırma, araç parçaları üretiminde uzmanlaşmış bir otomotiv endüstrisi şirketi bünyesinde yürütülmüştür. Fabrika mühendisleri eşliğinde, Genel Ekipman Verimliliği (OEE) analizi yapabilmek için özellikle 10 Ocak ile 10 Haziran 2024 dönemi arasında işletmeye ait verileri titizlikle takip edilip kaydedilmiştir. Analizin odağı üretime yöneliktir. Şirketin üretim hattı haftada beş gün, günde dokuz saat olarak çalışmaktadır. Yapılan araştırmanın Etik Kurul onayı gerektiren çalışmaların kapsamına girmediğini belirtmek önemlidir. Alınan ölçümler ve sonrasında toplanan veriler titizlikle belirlenmiştir.

Genel Ekipman Etkinliği (OEE) Kapsamlı analizi gerçekleştirmek için gerekli veriler, işletmenin faaliyet gösterdiği spesifik endüstrinin değerlendirilmesi yoluyla elde edildi. Kullanılabilirlik Etkinliği, Performans Etkinliği ve Kalite Etkinliğine ilişkin detaylı bilgilere uygulama bölümünde verilen tablolardan ulaşılabilir.

OEE hesaplaması, Nakajima (1988) tarafından belirlenen ideal değerlerle Toplam Ekipman Etkinliği = Kullanılabilirlik Etkinliği  $\times$  Performans Etkinliği  $\times$  Kalite Etkinliği formülünün kullanılmasını içerir.

Yukarıda bahsedilen Kullanılabilirlik Etkinliği, Performans Etkinliği, Kalite Etkinliği ve OEE Değeri kriterlerine dayanarak, işletmenin mevcut durum analizi ve geliştirilebilecek alanlar yorumlanmıştır.

#### 3.2. 5S Değerlendirme Metodunun Uygulanması

5S metodolojisinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için düzenli ve sistematik bir şekilde veri toplama süreci gerçekleştirilmiştir. 5S uygulamalarının her aşamasında görsel yönetim araçları kullanılarak veriler toplanmıştır. Çalışma alanlarında 5S kontrol listeleri kullanılmıştır. Çalışma alanlarındaki işlemlerin ne kadar sürdüğünü belirlemek için zaman etütleri yapılmıştır. Çalışanların iş süreçlerindeki hareketleri gözlemlenerek, gereksiz hareketlerin ortadan kaldırılması ve iş akışının iyileştirilmesi için hareket etütleri yapılmıştır.



## 4. ENDÜSTRİYEL ÜRETİM SEKTÖRÜNDE TOPLAM VERİMLİ BAKIMIN UYGULANMASI VE SAHA ANALİZ DEĞERLENDİRİLMESİ

### 4.1. OEE Değerinin Hesaplanabilmesi

Bir makine ve ekipmanın teorik planda belirtilen çalışma süresi, çalışma süresi kavramının kapsamına girmektedir. Duruş süreleri ise hem planlı duruşlardan (dinlenme süreleri ve bakım dönemleri gibi) hem de planlanmamış duruş sürelerinden (montaj süresi ve duruş süreleri gibi) oluşur. Bir makine veya ekipmanın verimlilik oranını hesaplamak için, çalışma süresinden kesinti süresi çıkarılıp çalışma süresine bölünür [7].

Performans verimliliği, bir makinenin gerçek üretim miktarı veya hızı ile teorik üretim miktarı veya hızı arasındaki ilişkiyle belirlenir. Bu hesaplama, performans etkinliğini elde etmek için makinenin üretim kapasitesinin teorik orana bölünmesini içerir.

Kalite etkinliğinin ölçüsü, hatalı üretim miktarının toplam üretimden çıkarılması ve daha sonra bu değer fiili üretim miktarına oranlanmasıyla hesaplanır. Verimlilik oranı, makine ve ekipmanların müşteri standartlarını karşılayan kaliteli ürünler üretebilme yeteneğine göre belirlenir.

OEE değerinin hesaplanması üç faktörün çarpımını içerir: kullanılabilirlik etkinliği, performans etkinliği ve kalite etkinliği. Ortaya çıkan bu değer yüzde olarak ifade edilir ve küresel olarak çeşitli endüstriler tarafından kabul edilen ortalama değerlerle karşılaştırılabilir. Literatürde OEE ölçümü için ideal kabul edilen belirli değerler önerilmektedir.

- %90 veya daha yüksek bir Kullanılabilirlik Etkinliğine ulaşmak
- %95 veya daha yüksek bir Performans Verimliliğine ulaşmak
- %99 veya daha yüksek bir Kalite Etkinliğine ulaşmak
- %85 veya daha yüksek bir OEE değerini korumak

OEE metriği, makine ve ekipmanın verimliliğini, üretimin belirlenen zaman diliminde gerçekleştirilmesini, müşteri beklentilerinin karşılanmasını ve kaliteli çıktıların sunulmasını dikkate alır. Planlanan üretimden herhangi bir sapma, makine ve ekipmanla ilgili öngörülemez sorunlara işaret eder. Bu sorunların belirlenmesi ve analiz edilmesi, işletmelerin eksiklik ve kayıp alanlarını belirlemesine olanak tanıyarak iyileştirme çabalarına öncelik vermelerine olanak tanır [11].

$$Kullanabilirlik Etkinliği = \frac{\text{Çalışma Zamanı} - \text{Toplam Duruş Zamanı}}{\text{Çalışma Zamanı}} \times 100 \quad (4.1)$$

$$Performans Etkinliği = \frac{\text{Gerçekleşen Üretim Miktarı}}{\text{Teorik Üretim Miktarı}} \times 100 \quad (4.2)$$

$$Kalite Etkinliği = \frac{\text{Gerçekleşen Üretim Miktarı} - \text{Hatalı Miktar}}{\text{Gerçekleşen Üretim Miktarı}} \times 100 \quad (4.3)$$

$$OEE = \text{Kullanabilirlik Etkinliği} \times \text{Performans Etkinliği} \times \text{Kalite Etkinliği} \quad (4.4)$$

Kametsan şirketinde OEE hesaplamaları üzerine bir uygulama yaptık. Bu hesaplamalarda Kametsan işletmesindeki üretim hattından alınan 5 günlük veriler kullanılmıştır.

Tablo 4.1. Kametsan işletmesinde beş günlük çalışma saatleri

| Çalışma Günü        | Pazartesi      | Salı           | Çarşamba       | Perşembe       | Cuma           |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Çalışma Saatleri    | 08:00 - 17: 00 | 08:00 - 17: 00 | 08:00 - 17: 00 | 08:00 - 17: 00 | 08:00 - 17: 00 |
| Çalışma Zamanı (Dk) | 540            | 540            | 540            | 540            | 540            |

#### 4.1.1. İş etüdü uygulanması

Bir metal parçası pres makinesiyle şekil verilerek Kupel parçası elde edilmiştir. Bir kupel parçasının oluşumunda malzeme iş elemanlarının faaliyetleri ve zamanları tutulmuştur.

##### 1) İş elemanlarının faaliyetleri:

- Preslenecek metal parça paletten alınır.
- Parça prese yerleştirilir.
- Parçayı şekillendirmek için butona basılır.
- Parça şekillenir.
- Parça prensten alınır.
- Bitmiş yarı mamuller paletine konulur.



Şekil 4.1. Kupelin üretimi

## 2) Kupelin Üretim Kullanım Alanları:

- Binek Araçlar:

Sedan, hatchback, coupe ve SUV gibi farklı tipteki binek araçlar coupe'li olarak üretilmektedir. Bu araçlar konfor, güvenlik ve estetik unsurlar dikkate alınarak tasarlanmıştır.

- Ticari Araçlar:

Coupe'ler kamyonet, minibüs, kamyon gibi ticari araçlar için üretilmektedir. Bu araçların tasarımı, yük taşıma kapasitesinin yanı sıra dayanıklılık hususlarına da dayanmaktadır.

- Özel Amaçlı Araçlar:

Özel coupe'ler ambulans, itfaiye aracı ve polis aracı ihtiyaçlarını karşılar. Bu araçlar belirli işlevsel gereksinimlere göre özel olarak üretilmiştir.

- Ağır Vasıtalar:

Ağır vasıtalar için özel üretilen coupe'ler ile kamyon ve otobüs ihtiyaçları karşılanmaktadır. Bu tasarımlarda uzun yol taşımacılığı, yolcu taşımacılığı gibi kriterler dikkate alınmaktadır.

## 3) Üretim Engelleri:

- Malzeme Seçimi ve Kullanımı:

Kuponlar tipik olarak elik, aluminyum ve kompozit malzemelerden oluşur; bu malzemeleri yönetmek zor olabilir. Malzemelerin seçimi, mukavemet, ağırlık, korozyon direnci ve maliyet gibi çeşitli faktörlerin dikkate alınmasını gerektirir. Malzeme tedarik zincirindeki herhangi bir gecikme veya kalite sorunu, üretim üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir.

- Tasarım mühendisi:

Aerodinamik yapı, coup'lerin genel performansının yanı sıra yakıt verimliliğinin belirlenmesinde de önemli bir rol oynuyor. Karmaşıklık tipik olduğundan CAD/CAM yazılımını ve simülasyonları içeren gelişmiş tasarım süreçleri. Tasarım sırasındaki herhangi bir dikkatsizlik veya hata, üretimde büyük kesintilere yol açabilir.

- Üretim Teknolojileri:

Üretim çeşitli süreçleri içerir: presleme, kaynak, montaj ve boyama. Bu tekniklerin entegrasyonu ve otomasyonu yüksek düzeyde doğruluk ve üretkenlik gerektirir. Ancak makine arızaları veya kalibrasyon sorunları gibi teknik zorluklar, üretim sırasında kalite kontrol eşitsizlikleri nedeniyle hat boyunca üretim akışını engelleyebilir. Üretimin her aşamasında kalite kontrolün uygulanması zorunludur. Etkin olmayan bir kalite kontrol sistemi, kusurlu ürünlerin piyasaya sürülmesiyle sonuçlanabilir; bu durum daha sonra müşterilerin geri çağrılmasına veya memnun kalmamasına neden olabilir. En son teknolojiye sahip araçları ve uzman insan kaynağını barındıran kalite güvence mekanizmaları, çıtayı yüksek tutmak için çok önemlidir.

- Mevzuata ve evre Standartlarına Uyum:

Üretim sistemleri çevreyle ilgili mevzuat düzenlemelerinden doğrudan etkilenmektedir. Atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesi gibi evre dostu uygulamaların üretim süreçlerine dahil edilmesi gerekmektedir. Düzenleme sorunları üretim maliyetlerini artırabilir.

- İnsan Gücü Geliştirme:

Nitelikli bir işgücünün varlığı, yalnızca üretimi sağlamak için değil, aynı zamanda işteki verimlilik yoluyla kaliteyi korumak için de gereklidir. İnsan gücü veya vasıfsız işçi eksikliği, üretimi aksatarak operasyonel akışı engelleyebilir. İş güvenliği, çalışanların memnuniyetinin yanı sıra üretim kalitesinin artırılmasında da önemli bir faktördür.



| KUPELİN ZAMAN ETÜDÜ |                                              |                                |                                                 |                       |                            |                                            |                  |
|---------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Ölçüm Sayısı        | Preslenecek metal parça paletten alınır (SN) | Parça prese yerleştirilir (SN) | Parçayı şekillendirmek için butona basılır (SN) | Parça şekillenir (SN) | Parça prensten alınır (SN) | Bitmiş yarımamülleri paletine konulur (SN) | TOPLAM SÜRE (SN) |
| 1                   | 9                                            | 10                             | 4                                               | 10                    | 10                         | 5                                          | 48               |
| 2                   | 7                                            | 8                              | 3                                               | 11                    | 6                          | 4                                          | 39               |
| 3                   | 7                                            | 7                              | 2                                               | 10                    | 5                          | 4                                          | 35               |
| 4                   | 6                                            | 7                              | 2                                               | 10                    | 5                          | 4                                          | 34               |
| 5                   | 6                                            | 7                              | 2                                               | 10                    | 5                          | 3                                          | 33               |
| 6                   | 5                                            | 7                              | 2                                               | 9                     | 6                          | 4                                          | 33               |
| 7                   | 6                                            | 8                              | 2                                               | 10                    | 5                          | 4                                          | 35               |
| 8                   | 6                                            | 7                              | 2                                               | 10                    | 5                          | 4                                          | 34               |
| 9                   | 5                                            | 7                              | 2                                               | 10                    | 5                          | 4                                          | 33               |
| 10                  | 6                                            | 7                              | 2                                               | 9                     | 5                          | 3                                          | 32               |
| 11                  | 6                                            | 7                              | 2                                               | 10                    | 5                          | 4                                          | 34               |
| 12                  | 6                                            | 6                              | 2                                               | 10                    | 6                          | 4                                          | 34               |
| 13                  | 7                                            | 7                              | 2                                               | 10                    | 5                          | 5                                          | 36               |
| 14                  | 6                                            | 7                              | 2                                               | 8                     | 6                          | 4                                          | 33               |
| 15                  | 6                                            | 7                              | 2                                               | 10                    | 5                          | 4                                          | 34               |
| 16                  | 6                                            | 6                              | 2                                               | 9                     | 5                          | 4                                          | 32               |
| 17                  | 5                                            | 7                              | 2                                               | 10                    | 6                          | 3                                          | 33               |
| 18                  | 6                                            | 7                              | 2                                               | 11                    | 5                          | 4                                          | 35               |
| 19                  | 6                                            | 7                              | 2                                               | 10                    | 5                          | 4                                          | 34               |
| 20                  | 4                                            | 5                              | 2                                               | 10                    | 4                          | 3                                          | 28               |
| TOPLAM              | 121                                          | 141                            | 43                                              | 197                   | 109                        | 78                                         | 689              |

Şekil 4.2. Kametsan işletmesinde kupelin zaman etüdü

#### 4.1.2. Zaman etüdü ve ölçüm formları

Zaman etüdü, belirli bir işin veya prosedürün uzunluğunu belirleyen planlı bir araştırmadır. Bu analiz, otomotiv endüstrisinde üretim süreçlerinin verimliliğini artırmak, giderleri azaltmak ve kaynak kullanımını en üst düzeye çıkarmak için gereklidir. Zaman etüdü ölçüm yöntemi, bu analizi gerçekleştirmek için kullanılan bir metodolojidir ve aşağıdaki nedenlerden dolayı önemlidir:

##### 1. Verimliliğin Artırılması:

Zaman etüdü ölçüm yöntemleri, her üretim prosedürünün ayrıntılı olarak incelenmesini kolaylaştırır. Bu analizler, iş adımlarının uzunluğunu ve bu adımlar arasındaki geçiş sürelerini belirleyerek sorunları ve verimsizlikleri tespit eder. Bu, üretim süreçlerinin kolaylaştırılmasını ve hem insan hem de mekanik kaynakların verimli kullanımını kolaylaştırır.

## 2. Standart Zamanların Oluşturulması:

Belirli bir iş için gereken tipik süre miktarını belirlemek için zaman etüdü ölçüm yöntemleri kullanılır. Bu ortak zamanlar iş yükünü dengelemek, üretimi planlamak ve çalışan performansını değerlendirmek için temel oluşturur. Üretim maliyetlerinin hesaplanmasında ve fiyat stratejilerinin geliştirilmesinde de standart zamanlar önemlidir.

## 3. İşgücü Yönetimi:

Zaman etüdü yöntemleri işgücü kaynaklarının etkin yönetimini kolaylaştırır. Çalışanların performansını ölçmek ve karşılaştırmak için kullanılabilir. Ayrıca şirketin eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi ve çalışan verimliliğinin artırılması için iyileştirilmesi gereken alanların belirlenmesi amacıyla da kullanılmaktadır.

## 4. Süreçlerin iyileştirilmesi ve yeniden yapılanma:

Zaman etüdü ölçüm yöntemleri, süreçlerin iyileştirilmesi ve yeniden yapılanma çalışmalarının yürütülmesi için bir temel oluşturur. Amacı mevcut süreçleri değerlendirmek ve iyileştirilmesi gereken alanları belirlemektir. Bu tür formlar süreçleri değiştirmek ve onları daha etkili hale getirmek için gerekli bilgileri sağlar.

## 5. Maliyetin Kontrol Edilmesi ve Azaltılması:

Üretim süreçlerinin masraflarını düzenlemek ve azaltmak için zaman etüdü ölçüm yöntemleri kullanılır. İş süreçlerinin her adımının giderini belirlememizi sağlayan bilgiler sağlar, bu bilgiler bu süreçlerle ilgili maliyetleri azaltmak için gereklidir. Bu, retim maliyetlerini azaltarak rekabet avantajı sağlar.

## 6. rn Kalitesinin Artırılması:

Zaman etüdü aynı zamanda kontrol süreçlerinin kalitesinin artırılmasında da rol oynar. Her retim adımının süresinin ve kalitesinin kapsamlı olarak izlenmesi, kaliteyle ilgili sorunların tanımlanmasını kolaylaştırır ve düzeltici önlemlerin alınmasını sağlar. Sonuç olarak ürünün kalitesi artırılarak müşteri memnuniyeti sağlanır.



- Kronometre Değeri (Stopwatch Time):

Kronometre değeri, belirli bir iş adımının veya sürecinin tamamlanma süresini ölçen bir zamanlama aracıdır. Bu değer, zaman etüdü sırasında kronometre kullanılarak doğrudan ölçülür ve iş süresinin kesin ve objektif bir şekilde kaydedilmesini sağlar. Önemi:

Kronometre değerleri, iş süreçlerinin her bir adımının ne kadar sürdüğünü belirlemek için kullanılır. Bu değerler, süreç analizi, verimlilik değerlendirmesi ve üretim sürelerinin optimize edilmesi için temel veri sağlar. Kronometre değerleri, aynı zamanda iş süreçlerinde meydana gelen beklemleri ve verimsizlikleri tespit etmek için kullanılır.

Tempo ve kronometre değerleri, zaman etüdü ölçüm formunda birlikte kullanılarak iş süreçlerinin daha detaylı ve doğru bir şekilde analiz edilmesine olanak tanır. İşte bu değerlerin nasıl kullanıldığına dair bir örnek:

- a. Veri Toplama: Zaman etüdü sırasında, her iş adımı için kronometre kullanılarak süreler kaydedilir. İşçinin performansı gözlemlenerek tempo değeri belirlenir.
- b. Veri Analizi: Kronometre değerleri, iş adımlarının ne kadar sürdüğünü gösterir. Tempo değerleri, bu sürelerin işçinin performansına göre nasıl değiştiğini anlamaya yardımcı olur.
- c. Standart Zamanların Belirlenmesi: Kronometre ve tempo değerleri kullanılarak her iş adımı için standart zamanlar hesaplanır. Bu standart zamanlar, üretim planlaması, işçi performans değerlendirmesi ve maliyet hesaplamaları için kullanılır.
- d. Süreç İyileştirme: Elde edilen veriler, iş süreçlerinin iyileştirilmesi için analiz edilir. Verimsizliklerin ve darboğazların tespiti yapılarak süreç iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilir.

| Gözlem Sayısı | Normal Süre Değeri (sn) | Normal Süre Değeri (dk) | $\sum x_i^2$ |
|---------------|-------------------------|-------------------------|--------------|
| 1             | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 2             | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 3             | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 4             | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 5             | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 6             | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 7             | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 8             | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 9             | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 10            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 11            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 12            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 13            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 14            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 15            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 16            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 17            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 18            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 19            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| 20            | 100                     | 1,67                    | 2,78         |
| Toplam        | 2000                    | 33,40                   | 55,6         |

Şekil 4.4. Gözlem sayısı hesaplamaları

Normal Süre Değeri (sn) = Tempo Değeri x ( %)

$$N' = \left[ \frac{20 * \sqrt{N * \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}{\sum x_i} \right]^2$$

$$N' = \left[ \frac{20 * \sqrt{20 * 55,6 - (33,20)^2}}{33,20} \right]^2 = 2.09029$$

%10 hata payı ile yapılması gerek gözlem sayısı 2.09029 olarak bulunmuştur.

$N' < N$  olduğundan alınan gözlem sayısı yeterli gelmektedir.

Eğer gözlem sayısı yetersiz gelseydi  $N' - N$  sayı da daha gözlem yapılması gerekliydi.

| ZAMAN | İŞÇİ                    | MAKİNA                  |
|-------|-------------------------|-------------------------|
| 1     | Parça Taşıma            | Boş                     |
| 5     |                         |                         |
| 7     |                         |                         |
| 8     | Parçayı Prese Bağlama   | Parçayı Prese Bağlama   |
| 10    |                         |                         |
| 14    |                         |                         |
| 15    | Butona Basma            | Boş                     |
| 16    |                         |                         |
| 17    | Boş                     | Parçanın İşlenmesi      |
| 20    |                         |                         |
| 23    |                         |                         |
| 26    |                         |                         |
| 27    | Parçanın Presten Sökümü | Parçanın Presten Sökümü |
| 29    |                         |                         |
| 31    |                         |                         |
| 33    | Parçayı Palete Koyma    | Boş                     |
| 35    |                         |                         |

Şekil 4.5. Metod etüdü ile iş-makina ilişkisi

Metod etüdü ile iş-makina gözlemleri:

- İşçi 10 sn boyunca makinenin ürünü işlemesi için boşta kalıyor. Makine ise 13 sn boyunca boşta bekliyor.
- Toplamda ürünün paletten alınıp yarımamül paletine konulmasına kadar geçen standart süre ise 35 sn olarak bulunmuştu.
- Bir makine daha konularak denendi fakat işlem süresi çok kısa olduğundan işçi yetersiz geldiği için makine 2 sürekli boşta beklemek zorunda kaldı. Bu yüzden 1 işçi sadece bir makineyle çalışmalı. En uygun çözüm bu şekilde gözüküyor.
- Genelde uzun süreli işlerde bir işçi 2 veya daha fazla makine ile çalışması mümkündür.
- Gözlemlediğimiz pres işleminde ise tam tersini gördük. İşlem süresi kısa olduğu için işçinin bekleme süresi çok az olduğundan yeni bir makinenin gelmesine gerek olmadığı görülmüş. İşçi en doğru şekilde bir makine ile alabildiği verimin en iyisini alıyor.

#### 4.1.3. Kasa üretimi arena simülasyon çalışması

KAMETSAN metal ambalaj fabrikası üretim yerinde müşterinin talebine göre çeşitli kasa tipleri üretilmektedir. Ürünün ana parçası ve alt ürünler depolama ile başlayıp her bir satırda bir faaliyet gerçekleştirerek depolama ile sonlanır. Daha sonrasında sevk işlemi yapılarak firmadan ayrılır. Toplamda yapılan iş akışta 7 işlem, 8 taşıma 2 kontrol, 1 gecikme ve 2 depolamadan oluşur.

| NO | ● | ■ | → | D | ▼ |                                                  |
|----|---|---|---|---|---|--------------------------------------------------|
| 1  |   |   |   |   | * | Profil stoğu                                     |
| 2  |   |   | * |   |   | Profil Kesme makinasına taşıma                   |
| 3  |   |   |   | * |   | Palette toplama                                  |
| 4  | * |   |   |   |   | Profil boyutlarına göre kesim                    |
| 5  |   |   | * |   |   | Çap kesim tezgahına taşıma                       |
| 6  | * |   |   |   |   | Çap kesim uygulaması                             |
| 7  |   |   | * |   |   | Hidrolik basım tezgahına taşıma                  |
| 8  | * |   |   |   |   | Hidrolik basım uygulanması                       |
| 9  |   | * |   |   |   | Kontrol                                          |
| 10 |   |   | * |   |   | Tornalama tezgahına taşıma                       |
| 11 | * |   |   |   |   | Tornalama tezgahında işlem                       |
| 12 |   |   | * |   |   | Boyama kabinine taşıma                           |
| 13 | * |   |   |   |   | Boyama işlemi                                    |
| 14 |   |   | * |   |   | Kurutma bölgesine taşıma                         |
| 15 | * |   |   |   |   | Kurutma                                          |
| 16 |   |   | * |   |   | Montaj istasyonuna taşıma taşıma                 |
| 17 | * |   |   |   |   | Oluşan Kasa Parçalarını ana parçaya monte işlemi |
| 18 |   | * |   |   |   | Kontrol                                          |
| 19 |   |   | * |   |   | Ambara taşıma                                    |
| 20 |   |   |   |   | * | Stoklama                                         |

|   |          |
|---|----------|
| ● | İŞLEM    |
| ■ | KONTROL  |
| → | TAŞIMA   |
| D | GECİKME  |
| ▼ | DEPOLAMA |

Şekil 4.6. Kasa için iş akış şeması

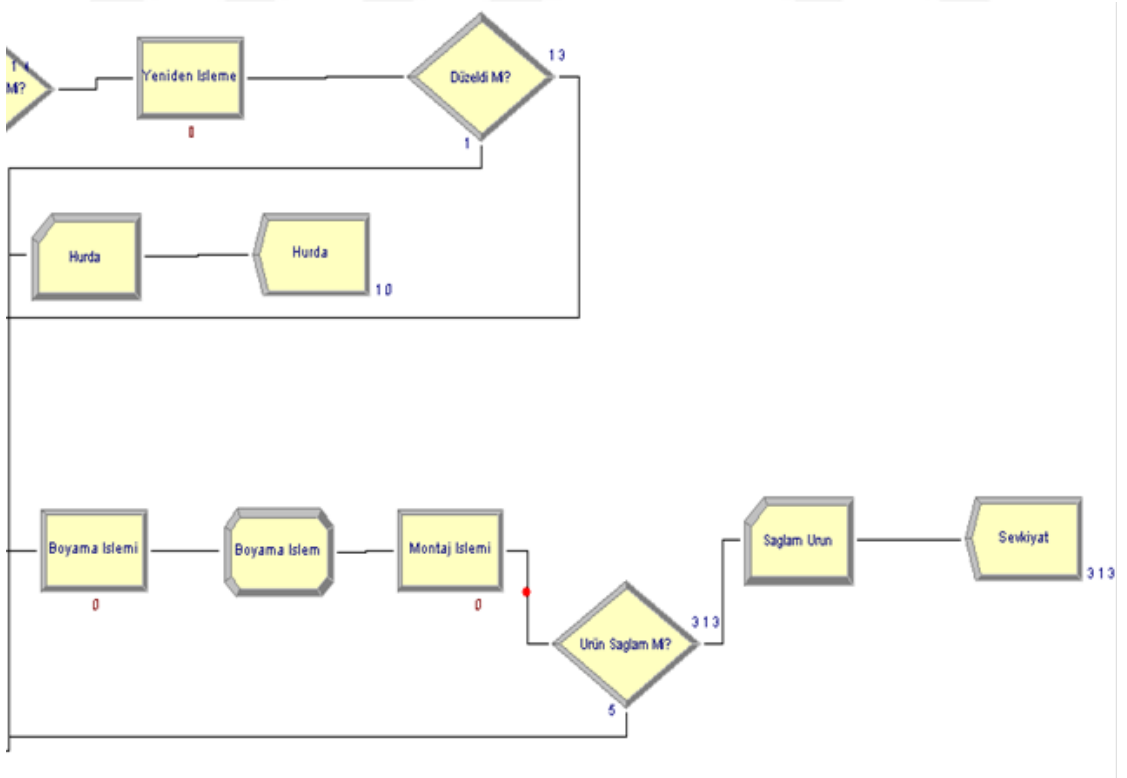
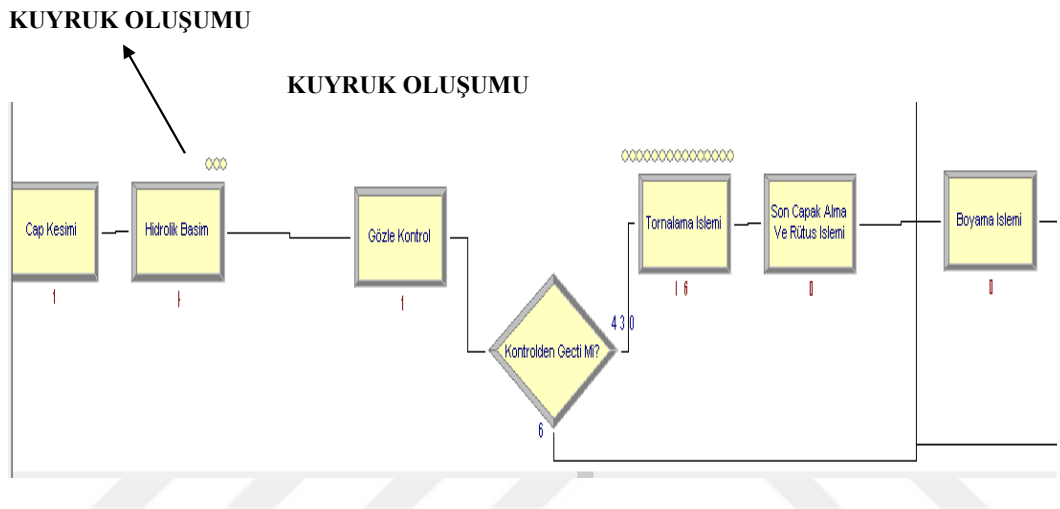
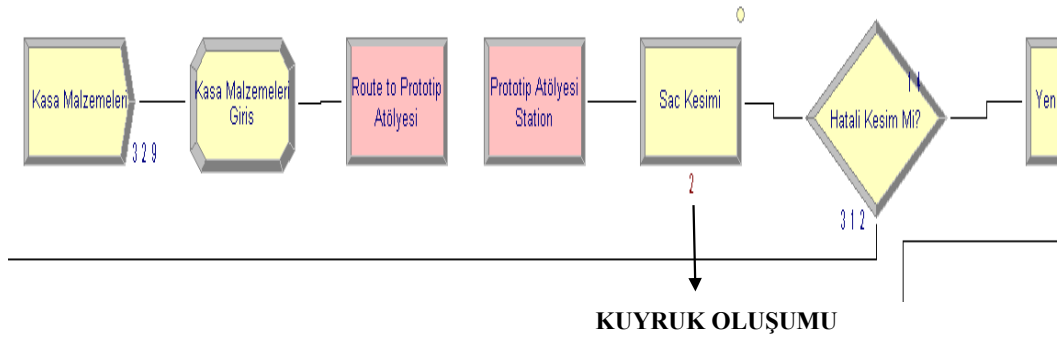
Üretilen kasalar belli tezgahlardan geçerek bazı işlemlere tabi tutulur. Kasa yapımındaki süreçleri inceleyerek gözlemler sonucunda bir arena benzetim çalışması oluşturduk. Benzetim Çalışması kasa malzemelerinin (profiller , saçlar , somunlar vb.) sisteme girişi ile başlıyor. Dağılımı EXPO (5) dk olarak biliniyor. Daha sonra prototip atölyesine taşınarak bir sac kesim işlemi gerçekleştiriliyor. Dağılımı EXPO (2) Dk olarak biliniyor, kaynak olarak ta 1 operatör işlemi gerçekleştiriyor. Eğer sac kesiminden hatalı çıkarsa yeniden işleme gidiyor. Yeniden işlemten sonra tekrar bir karar veriliyor ürün düzeldi mi eğer düzeldiyse ürün çap kesimiyle işlemlere devam ediyor. Düzelmeydiyse hurdadan çıkış yapıyor. Sac kesiminden hatasız çıktıysa

o zaman direkt ürün çap kesimi gidiyor. Daha sonrasın hidrolik basım işlemi ile işlem devam ediyor. Gözle kontrol edildikten sonra tekrar karar veriliyor, eğer kontrolden geçemezse hurdaya geçerse Tornalama işlemine geçiyor. Dağılımı EXPO (4) dk ‘dır. Daha sonra son apak alma ve rtus işlemine geçiyor daha sonra boyama işlemi yapıldıktan sonra son olarak montaj yapılarak ürünün sağlam olup olmadığı kontrol ediliyor sağlam ise ürün sevk ediliyor. Değilse hurda olarak sistemi terk ediyor. Simülasyonu Arena simülasyon programını kullanarak 1 hafta boyunca çalıştırıyoruz.

Arena simülasyon programı, gerçek dünyadaki bir sistem veya düzende yapılacak değişiklikleri tahmin etmek için kullanılan bir programdır. Sistemlerde değişiklik ve iyileştirmeler yapmak genellikle karmaşıktır. Zaman kaybı, verimlilik kaybı, para kaybı vb. gibi harcamalarını tetikler. Sistemin bileşenleri, işleme yöntemleri ve ıktıları arasındaki uyumu algılamak, bazen de anormal durumları algılayıp çözüm önermek en çok tercih edilen yöntemdir.

Farklı senaryoların denenmesi ve modellerin etkinliğinin ölçülmesiyle birçok harcamanın önüne geçilebilir. Birden fazla farklı süreci temsil eden modüller yardımıyla birden fazla disiplindeki sorunlara çözüm üretebilme kapasitesi sağlar.





Şekil 4.7. Simülasyon çalışırken 3 ayrı bölgeden alınan ekran görüntüleri

| Entity        |         |              |               |               |
|---------------|---------|--------------|---------------|---------------|
| <b>Time</b>   |         |              |               |               |
| VA Time       | Average | Half Width   | Minimum Value | Maximum Value |
| Malzemeler    | 14.0192 | 0,043963584  | 4.0000        | 16.0667       |
| NVA Time      | Average | Half Width   | Minimum Value | Maximum Value |
| Malzemeler    | 0.00    | 0,0000000000 | 0.00          | 0.00          |
| Wait Time     | Average | Half Width   | Minimum Value | Maximum Value |
| Malzemeler    | 86.9988 | (Correlated) | 0.00          | 245.41        |
| Transfer Time | Average | Half Width   | Minimum Value | Maximum Value |
| Malzemeler    | 3.0000  | 0,0000000000 | 3.0000        | 3.0000        |
| Other Time    | Average | Half Width   | Minimum Value | Maximum Value |
| Malzemeler    | 0.00    | 0,0000000000 | 0.00          | 0.00          |
| Total Time    | Average | Half Width   | Minimum Value | Maximum Value |
| Malzemeler    | 104.02  | (Correlated) | 7.0000        | 262.48        |
| <b>Other</b>  |         |              |               |               |
| Number In     | Value   |              |               |               |
| Malzemeler    | 1090.00 |              |               |               |
| Number Out    | Value   |              |               |               |
| Malzemeler    | 1033.00 |              |               |               |
| WIP           | Average | Half Width   | Minimum Value | Maximum Value |
| Malzemeler    | 27.3214 | (Correlated) | 0.00          | 66.0000       |

Şekil 4.8. Simülasyon sonucunda oluşan sistemin verileri

Bir haftalık simülasyon sonucunda sisteme giren malzeme sayısı 1090 adet olurken sistemden çıkan ürün sayısı ise 1033 adet olarak görülmektedir. Yapılan 1 haftalık simülasyonda 57 tane ürün içeride kalmıştır işlemleri tamamlayamamıştır.

Bu raporda kasanın sistemde geçirdiği ortalama süre 104.02 dk olup, bekleme süresi ise 86.9988 dk çıkmıştır. Raporda belirtildiği gibi max ve min değerleride verilmiştir.

## Queue

### Time

| Waiting Time                         | Average    | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
|--------------------------------------|------------|----------------|---------------|---------------|
| Boyama Islemi.Queue                  | 0.00       | 0,000000000    | 0.00          | 0.00          |
| Cap Kesimi.Queue                     | 0.06411997 | 0,036396604    | 0.00          | 2.0000        |
| Gözle Kontrol.Queue                  | 0.00       | 0,000000000    | 0.00          | 0.00          |
| Hidrolik Basim.Queue                 | 3.9150     | 1,38061        | 0.00          | 27.1613       |
| Montaj Islemi.Queue                  | 0.00       | 0,000000000    | 0.00          | 0.00          |
| Sac Kesimi.Queue                     | 1.0289     | 0,227934329    | 0.00          | 10.7733       |
| Son Capak Alma Ve Rütüs Islemi.Queue | 0.00       | 0,000000000    | 0.00          | 0.00          |
| Tornalama Islemi.Queue               | 83.3228    | (Correlated)   | 0.00          | 234.55        |
| Yeniden Isleme.Queue                 | 0.00       | (Insufficient) | 0.00          | 0.00          |

Şekil 4.9. Simülasyon sonucunda oluşan ortalama kuyruk zamanları

Şekil 4.9. da, boyama işlemi kuyruğunun, cap kesimi kuyruğunun, gözle kontrol kuyruğunun, hidrolik basım kuyruğunun, montaj işlemi kuyruğunun, sac kesimi kuyruğunun, son capak alma ve rütüs işlemi kuyruğunun, tornalama işlemi kuyruğunun ve yeniden işleme kuyruğunun ortalama zamanları gösterilmektedir.

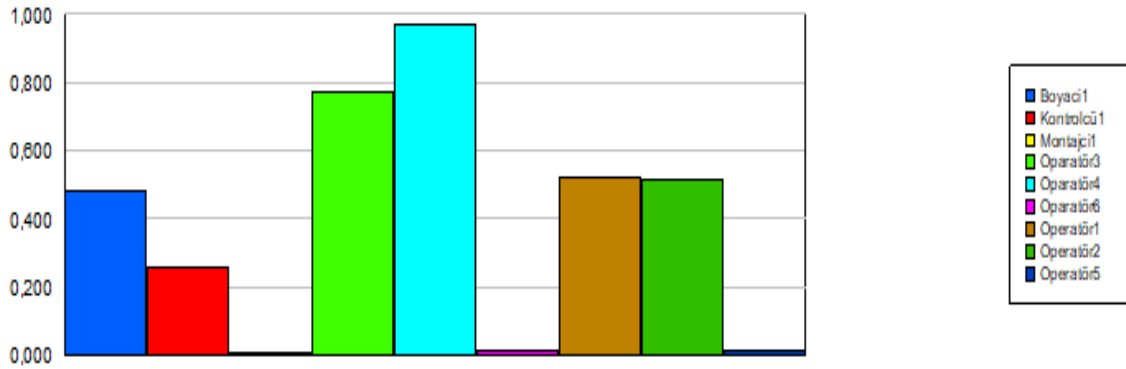
Kullanılan tezgahlarda gözüken kuyruklar ortalama kuyruk zamanları verilmiştir. Rapora göre sistemde en çok kuyruk oluşumu tornalama işleminde görülmektedir. Bu kuyruğu azaltarak dengelemek mümkün olabilir. Daha fazla operatör koyabiliriz böylece küçüğe olsa bir iyileştirme çalışması yapmış oluruz.

Kullanılan tezgahlardan hidrolik basım, sac kesimi ve azda olsa çap kesimi işlemlerinde de kuyruk oluşumuna rastlanmıştır.

## Resource

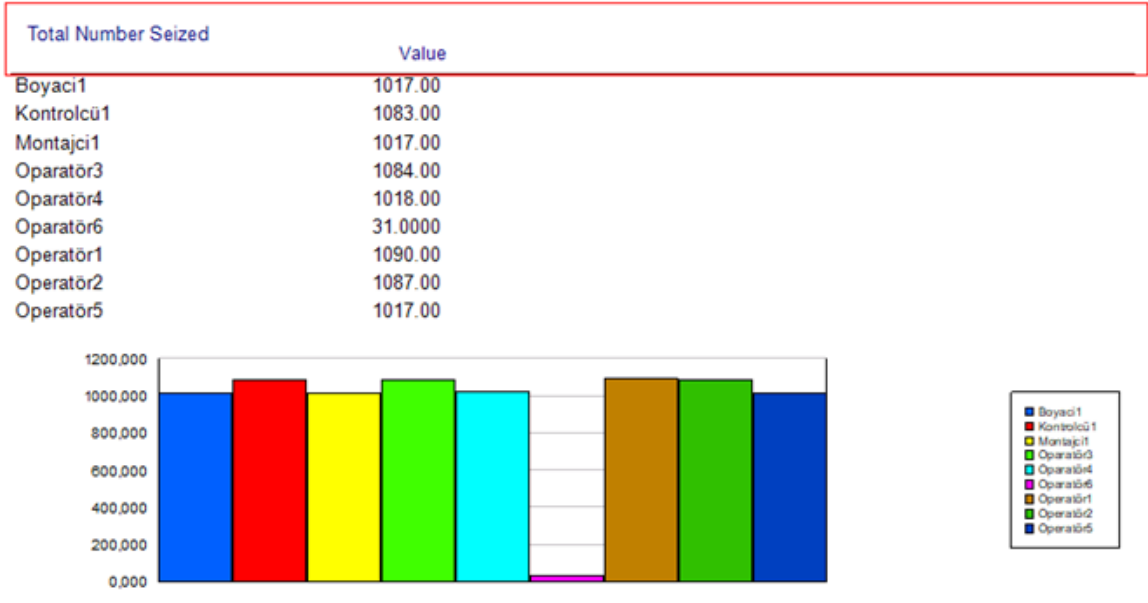
### Usage

| Instantaneous Utilization | Average    | Half Width     | Minimum Value | Maximum Value |
|---------------------------|------------|----------------|---------------|---------------|
| Boyacı1                   | 0.4843     | (Correlated)   | 0.00          | 1.0000        |
| Kontrolcü1                | 0.2576     | 0,014714238    | 0.00          | 1.0000        |
| Montajcı1                 | 0.00403571 | (Correlated)   | 0.00          | 1.0000        |
| Operatör3                 | 0.7736     | 0,044463041    | 0.00          | 1.0000        |
| Operatör4                 | 0.9692     | (Insufficient) | 0.00          | 1.0000        |
| Operatör6                 | 0.01476190 | (Insufficient) | 0.00          | 1.0000        |
| Operatör1                 | 0.5186     | 0,033288442    | 0.00          | 1.0000        |
| Operatör2                 | 0.5172     | 0,033503344    | 0.00          | 1.0000        |
| Operatör5                 | 0.01210714 | (Correlated)   | 0.00          | 1.0000        |

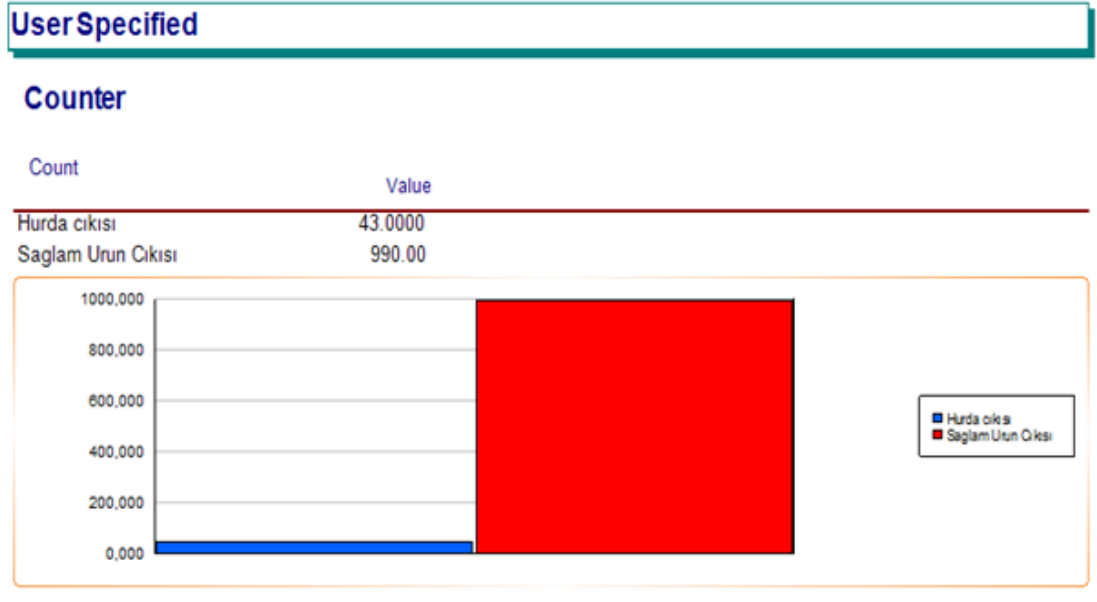


Şekil 4.10. Simülasyon sonucunda operatörlerin kullanımlarının ortalama süreleri

Bu raporda ise kaynakların yani operatörlerin kullanımlarının ortalama sürelerini göstermektedir. Daha öncede kuyruk oluşumunda fazla olan yani operatör 4 kaynağımızın kullanım süresinin fazla olduğunu gördük. Bu da kaynağın yıpranmasına ve ömrünün kısa ve verimsiz olmasına neden olur. Bir iyileştirme çalışmasıyla uzun yıllar kullanılması ve yıpranmamasını desteklemek mümkündür. Ayrıca operatör 4 ün arkasından gelerek en çok kullanılan kaynaklar Operatör 3, Operatör 1, Operatör 2 kaynaklarıdır.



Şekil 4.11. Simülasyon sonucunda operatörlerdeki kullanım miktarları



Şekil 4.12. Simülasyon sonucunda oluşan ürünlerin sayıları

Sistemden çıkan kasalar (1033 tane kasadan) 43 tanesi testlerden geçememiş ve hurda olarak dışarı çıkmış kalan 990 tanesi ise tüm testlerden geçerek sağlam ürün ( kasa ) olarak sevk edilmeye hazırdır.

#### 4.1.4. Çalışma yapılmadan önceki plansız duruşların ve OEE değerlerinin hesaplanması

Uygulama çalışmasında günlük plansız duruşlar hesaplanmıştır. Kaydedilen bu duruşlar ve haftalık çalışma süreleri kullanılarak kullanılabilirlik etkinlikleri hesaplanmıştır. Yaptığımız uygulamada üretim hattındaki plansız duruşlar incelenmiş ve kaydedilmiştir.

Tablo 4.2. Plansız duruşların kodları

| Duruş Numaraları | Duruş Açıklaması                    |
|------------------|-------------------------------------|
| 1                | Kalıp Kontrolü                      |
| 2                | Kaynak Arızası                      |
| 3                | CNC Makinesi Arızası                |
| 4                | Kesici Takım Arızası                |
| 5                | Zincirde Çapak Oluşumu              |
| 6                | Paketleme Kontrolü                  |
| 7                | Maden Bekleme                       |
| 8                | Tedarik Hatası                      |
| 9                | Bantların durması                   |
| 10               | Ergonomi Kuralları                  |
| 11               | Palet Sistemi Arızası               |
| 12               | Plaka Temizleme Arızası             |
| 13               | İmal Edilen Ürünlerde Çapak Oluşumu |
| 14               | Yazılım Hatası                      |
| 15               | Elektrik Kesintisi                  |
| 16               | İSG Kuralları Uyumu                 |

Aşağıdaki tablo 4.3.'te uygulama yapılmadan önce plansız duruş numaraları ve süreleri verilmiştir.

Tablo 4.3. Uygulama yapılmadan önce plansız duruşların verileri

|             | Pazartesi      |              | Salı           |              | Çarşamba       |              | Perşembe       |              | Cuma           |              |
|-------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
|             | Duruş Numarası | Duruş Süresi | Duruş Numarası | Duruş Süresi | Duruş Numarası | Duruş Süresi | Duruş Numarası | Duruş Süresi | Duruş Numarası | Duruş Süresi |
|             | 1              | 9            | 2              | 5            | 15             | 7            | 10             | 4            | 2              | 6            |
|             | 4              | 5            | 7              | 3            | 13             | 7            | 4              | 4            | 7              | 7            |
|             | 2              | 6            | 12             | 4            | 16             | 8            | 9              | 2            | 5              | 5            |
|             | 13             | 5            | 9              | 3            | 14             | 10           | 7              | 6            | 4              | 3            |
|             | 15             | 2            | 5              | 4            | 10             | 5            | 13             | 5            |                |              |
|             | 10             | 5            | 11             | 2            | 8              | 3            | 16             | 5            |                |              |
|             |                |              | 6              | 2            |                |              | 5              | 6            |                |              |
|             |                |              | 3              | 4            |                |              |                |              |                |              |
|             |                |              |                |              |                |              |                |              |                |              |
| Toplam (Dk) |                | 32           |                | 27           |                | 40           |                | 32           |                | 21           |

Tablo 4.4. Uygulama yapılmadan önce OEE hesaplamaları

| Tarih<br>Öğrenci<br>Danışman | 6                   | Haziran  | 2024             |                   |                    |                       |              |                     |
|------------------------------|---------------------|----------|------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|--------------|---------------------|
|                              | Ahmed               | NASUH    |                  |                   |                    |                       |              |                     |
|                              | Dr.Öğr.Üyesi Hikmet | ERBIYIK  |                  |                   |                    |                       |              |                     |
|                              | Çalışma Günü        | Kapasite | Vardiya Uzunluğu | Planlı Duruş (Dk) | Plansız Duruş (Dk) | Üretilen Toplam Parça | Toplam Hurda | Çalışma Zamanı (Dk) |
| 1                            | Pazartesi           | 2090     | 540              | 90                | 32                 | 1033                  | 34           | 450                 |
| 2                            | Salı                | 2115     | 540              | 90                | 27                 | 1034                  | 30           | 450                 |
| 3                            | Çarşamba            | 2050     | 540              | 90                | 40                 | 1040                  | 36           | 450                 |
| 4                            | Perşembe            | 2090     | 540              | 90                | 32                 | 1034                  | 25           | 450                 |
| 5                            | Cuma                | 2145     | 540              | 90                | 21                 | 1034                  | 35           | 450                 |
|                              |                     | 2098     | 540              | 90                | 30.4               | 1035                  | 32           | 450                 |

| Çalışma Zamanı (Dk) | Net Operasyon Zamanı | İdeal Çevrim Süresi | Kullanılabilirlik Etkinliği | Performans Etkinliği | Kalite Etkinliği | OEE   |
|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|-------|
| 450                 | 418                  | 0,2                 | 92,9%                       | 49,4%                | 96,7%            | 44,4% |
| 450                 | 423                  | 0,2                 | 94,0%                       | 48,9%                | 97,1%            | 44,6% |
| 450                 | 410                  | 0,2                 | 91,1%                       | 50,7%                | 96,5%            | 44,6% |
| 450                 | 418                  | 0,2                 | 92,9%                       | 49,5%                | 97,6%            | 44,8% |
| 450                 | 429                  | 0,2                 | 95,3%                       | 48,2%                | 96,6%            | 44,4% |
| 450                 | 419,6                | 0,20                | 93,2%                       | 49,3%                | 96,9%            | 44,6% |

OEE hesaplamaları ile ilgili denklemleri EXCEL programında matematiksel fonksiyonlar haline dönüştürdük. Ardından gereken OEE hesaplama tablosunu oluşturduk. Bu şekilde OEE hesaplamaları için verimli bir mekanizma sağladık. Mühendis zihniyeti açısından bu matematiksel tablo, hem zamandan hem de emekten tasarruf etti. Ayrıca bu hesaplayıcı tabloyu diğer fabrikalarda uygun değerler doldurarak uygulamasını yapabiliriz. Aşağıdaki tablo 4.5'teki OEE hesaplayıcı tablosunda kullanılan matematiksel denklemler ve Excel programındaki bu denklemlerin karşılığı Excel fonksiyonu olarak verilmiştir. Bu tabloda (Tablo 4.5.) Pazartesi günündeki elde edilen verileri örnek olarak alınmıştır.

Çevrim zamanı (Parça başına dakika) hesaplamak için şekil 4.7.'deki simülasyon sonucunda oluşan sistemin verilerini kullandık.

Toplam üretilen ürün sayısı = 1033 parça

Toplam süre = 190 dakika

Parça başına dakika =  $190/1033 = 0.18 \approx 0.2$  dakika

Tablo 4.5. OEE denklemleri ve karşıladığı Excel fonksiyonları

| Denklem                                                                                                                        | Excel Fonksiyonu                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Çalışma Zamanı (Dk) = <i>Vardiya Uzunluğu</i> – <i>Planlı Duruş (Dk)</i>                                                       | = E8 – F8                                               |
| Net Operasyon Zamanı (Dk)<br>= <i>Çalışma Zamanı</i> – <i>Plansız Duruş (Dk)</i>                                               | = J8 – G8                                               |
| Kapasite = $\frac{1}{\text{Çevrim Zamanı}} \times \text{Net Operasyon Zamanı (Dk)}$                                            | = $\left(\frac{1}{L8}\right) * K8$                      |
| Kullanabilirlik Etkinliği (KUE) = $\frac{\text{Net Operasyon Zamanı (Dk)}}{\text{Çalışma Zamanı (Dk)}} \times 100$             | = IF $\left(H8 = 0,, \left(\frac{K8}{J8}\right)\right)$ |
| Performans Etkinliği (PE) = $\frac{\text{Üretilen Toplam Parça}}{\text{Kapasite}} \times 100$                                  | = IF $\left(L8 = 0,, \frac{H8}{D8}\right)$              |
| Kalite Etkiliği (KE)<br>= $\frac{\text{Üretilen Toplam Parça} - \text{Toplam Hurda}}{\text{Üretilen Toplam Parça}} \times 100$ | = IF $\left(G8 = 0,, \frac{H8 - I8}{H8}\right)$         |
| OEE = KUE × PE × KE                                                                                                            | = PRODUCT(M8, N8, O8)                                   |

#### 4.1.5. Firmadaki ilk gözlemler ve OEE iyileştirme önerileri

Firmadaki ilk gözlemlerimize dayanarak ölçtüğümüz OEE değerleri şu şekildedir:

OEE ortalaması = % 44.6

Yetkili kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda, verimlilik etkinliği ve birim zamanda üretilen parça sayısının standartların altında olduğu tespit edilmiştir. Bu eksiklikleri gidermek amacıyla, verimliliği artıracak ve üretim süresini optimize edecek iyileştirme önerileri geliştirilmiştir. Ayrıca, hatalı ürün sayısının yüksek olması nedeniyle kalite seviyesinin düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durumu düzeltmek için hatalı ürün oranını azaltarak kalite ve OEE değerlerini artırmayı planladık. Fabrikadaki yetkili kişilerle yapılan görüşmeler sonucunda kaliteyi ve OEE'yi artırmak için şu pratik önerilere ulaşıldı:



- Kesici Takımların Kalitesinin Artırılması: Daha kaliteli kesici takımlar kullanarak kesim işlemlerinin hassasiyetini ve verimliliğini artırabiliriz. Bu, hem işleme sürelerini kısaltacak hem de hatalı ürün oranını düşürecektir.
- Soğutma Sıvısı Değişim Periyotlarının Sıklaştırılması: Soğutma sıvısının daha sık değiştirilmesi, makinelerin daha verimli çalışmasını sağlayacak ve aşınma ile yıpranmayı azaltarak ürün kalitesini artıracaktır.
- Tezgahlarda Hızlı Sök-Tak Aparatlarının Kullanılması: Tezgahlarda hızlı sök-tak işlemleri için özel aparat, kalıp ve teçhizat kullanılması, duruş sürelerini minimize edecek ve üretim hızını artıracaktır.
- Parça ve Makine Sabitleyicilerinin Güçlendirilmesi: Parça ve makine sabitleyicilerini güçlendirerek titreşimleri en aza indirmek, hem işleme hassasiyetini artıracak hem de fire oranını minimum seviyeye düşürecektir.
- Operatör Eğitimi ve Sertifikasyonu: Operatörlerin düzenli olarak eğitilmesi ve sertifikalandırılması, makinelerin doğru ve verimli kullanılmasını sağlar. Bu da üretim sürecinde kalite ve verimliliği artırır.
- Otomasyon ve Robotik Sistemler: Üretim süreçlerinde otomasyon ve robotik sistemlerin kullanımı, insan hatalarını minimize eder ve üretim hızını artırır.
- Sürekli İzleme ve Geri Bildirim: Gerçek zamanlı veri izleme ve geri bildirim sistemleri kurarak, süreçlerdeki anormallikleri hızlıca tespit edip müdahale edebiliriz. Bu, üretim kalitesini ve verimliliğini artırır.

İlk çalışma kapsamında, bu öneriler üzerinde yoğunlaşarak verimlilik ve kaliteyi artırma hedefi doğrultusunda adımlar atılmıştır. Bu iyileştirmeler, OEE değerlerini yükseltmek ve firmanın rekabet gücünü artırmak için kritik öneme sahiptir.

#### 4.1.6. Çalışma yapıldıktan sonraki planlanan plansız duruşların ve OEE değerlerinin hesaplanması

Aşağıdaki tablo 4.6.'da uygulama yapıldıktan sonra planlanan plansız duruş numaraları ve süreleri verilmiştir.

Tablo 4.6. Uygulama yapıldıktan sonra varsayılan plansız duruşların verileri

|             | Pazartesi      |              | Salı           |              | Çarşamba       |              | Perşembe       |              | Cuma           |              |
|-------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
|             | Duruş Numarası | Duruş Süresi | Duruş Numarası | Duruş Süresi | Duruş Numarası | Duruş Süresi | Duruş Numarası | Duruş Süresi | Duruş Numarası | Duruş Süresi |
|             | 1              | 7            | 2              | 5            | 15             | 7            | 10             | 4            | 2              | 6            |
|             | 4              | 5            | 7              | 3            | 13             | 7            | 4              | 4            | 7              | 7            |
|             | 2              | 3            | 12             | 4            | 16             | 8            | 9              | 2            | 5              | 2            |
|             | 13             | 5            | 9              | 3            | 14             | 4            | 7              | 6            | 4              | 3            |
|             | 15             | 2            | 5              | 4            | 10             | 5            | 13             | 2            |                |              |
|             | 10             | 5            | 11             | 5            | 8              | 3            | 16             | 2            |                |              |
|             |                |              | 6              | 2            |                |              | 5              | 6            |                |              |
|             |                |              | 3              | 4            |                |              |                |              |                |              |
|             |                |              |                |              |                |              |                |              |                |              |
| Toplam (Dk) |                | 27           |                | 30           |                | 34           |                | 26           |                | 18           |

Tablo 4.7. Uygulama yapıldıktan sonra varsayılan OEE hesaplamaları

| Tarih<br>Öğrenci<br>Danışman | 6 Haziran 2024              |          |                  |                   |                    |                       |              |                     |
|------------------------------|-----------------------------|----------|------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|--------------|---------------------|
|                              | Ahmed NASUH                 |          |                  |                   |                    |                       |              |                     |
|                              | Dr.Öğr.Üyesi Hikmet ERBIYIK |          |                  |                   |                    |                       |              |                     |
|                              | Çalışma Günü                | Kapasite | Vardiya Uzunluğu | Planlı Duruş (Dk) | Plansız Duruş (Dk) | Üretilen Toplam Parça | Toplam Hurda | Çalışma Zamanı (Dk) |
| 1                            | Pazartesi                   | 1175     | 540              | 90                | 27                 | 1100                  | 11           | 450                 |
| 2                            | Salı                        | 1200     | 540              | 90                | 30                 | 1000                  | 22           | 450                 |
| 3                            | Çarşamba                    | 1040     | 540              | 90                | 34                 | 1020                  | 30           | 450                 |
| 4                            | Perşembe                    | 1060     | 540              | 90                | 26                 | 1022                  | 10           | 450                 |
| 5                            | Cuma                        | 1080     | 540              | 90                | 18                 | 1015                  | 11           | 450                 |
|                              |                             | 1111     | 540              | 90                | 27                 | 1031.4                | 16.8         | 450                 |

| Çalışma Zamanı (Dk) | Net Operasyon Zamanı | İdeal Çevrim Süresi | Kullanılabilirlik Etkinliği | Performans Etkinliği | Kalite Etkinliği | OEE   |
|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|------------------|-------|
| 450                 | 423                  | 0.36                | 94.0%                       | 93.6%                | 99.0%            | 87.1% |
| 450                 | 420                  | 0.35                | 93.3%                       | 83.3%                | 97.8%            | 76.1% |
| 450                 | 416                  | 0.4                 | 92.4%                       | 98.1%                | 97.1%            | 88.0% |
| 450                 | 424                  | 0.4                 | 94.2%                       | 96.4%                | 99.0%            | 90.0% |
| 450                 | 432                  | 0.4                 | 96.0%                       | 94.0%                | 98.9%            | 89.2% |
| 450                 | 423                  | 0.38                | 94.0%                       | 92.8%                | 98.4%            | 85.8% |

Çalışmamız sırasında aşağıdaki gibi bir dizi varsayım oluşturduk:

Gelişmiş tolerans aralığına sahip gelişmiş makinelerin uygulanmasıyla üretim süreci hassasiyette önemli bir iyileşmeye tanık olacaktır. Ek olarak, son teknoloji ürünü taşıyıcı robotların satın alınması, makineden makineye kusursuz taşımayı kolaylaştıracak.

Üretim hattına taşıyıcı robotların uygulanması, hem taşıma süresini hem de hataları azaltarak verimliliği artıracaktır. Bu geliştirmelerin uygulanması sırasında yapılan hesaplamalara göre:

Arızalı ürün sayısında % 47,5 oranında kayda değer bir azalış görülecek. Ayrıca ilk durumda OEE değerinde % 92,4 gibi dikkat çekici bir artış yaşanacak.

Küresel araştırmalara göre, üretim yapan işletmelerin ortalama OEE değeri genellikle yaklaşık % 60'tır. % 100'lük maksimum OEE değerine yalnızca sıfır kesinti veya atık olduğunda ve üretim en yüksek hızda olduğunda ulaşılabilir. Ancak bu üst sınırın tamamen teorik olduğunu ve gerçekte fabrikaların genellikle % 20 ile % 70 OEE aralığında olduğunu belirtmek önemlidir. Mükemmel sayılan ve mükemmel kabul edilen OEE değerleri aşağıdaki gibidir:

%85'lik Toplam Ekipman Verimliliği (OEE) değerine ulaşmak her işletme için zorlu bir başarıdır. Bu değer %90 kullanılabilirlik etkinliği, % 95 verimlilik etkinliği ve % 99 kalite etkinliği çarpılarak elde edilir. Ancak TPM ödülüne layık görülen tüm fabrikaların sürekli olarak % 85'in üzerinde Toplam Ekipman Verimliliği elde ettiğini belirtmekte fayda var.

#### 4.2. 5S Metodunun Uygulanması

| 5S                                                                          | NO | DEĞERLENDİRME KONUSU                                                                         | PUANLAMA       |   |   |   |             | KİSMİ TOPLAM |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---|---|---|-------------|--------------|
|                                                                             |    |                                                                                              | 0              | 1 | 2 | 3 | 4           |              |
| SERİ AYIKLAMA                                                               | 1  | Hat alanı içinde gereksiz parça veya malzeme var mı?                                         |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 2  | Hat alanı içinde kullanılmayan tezgah veya aparat var mı?                                    |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 3  | Hat alanı içinde aparat veya takımlar dağınık durumda mı?                                    |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 4  | Gereksiz nesneler herkesçe anlaşılacak şekilde işaretlenmiş mi?                              |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 5  | Gereksiz nesneler anında ortadan kaldırılıyor mu?                                            |                |   |   |   |             | 3            |
| SEİTON DÜZENLEME                                                            | 6  | Malzeme aparat ve alanların işaretlenmesinde etiket,renk ve sinyaller kullanılıyor mu?       |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 7  | Her malzeme için stok alanlarında belirli yerler işaretlenmiş mi?                            |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 8  | Sık kullanılan nesne ve malzemeler el altında mı?                                            |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 9  | Çizgi ve işaretlerle çalışma, stoklama alanları ve koridorlar sınırlanmış mı?                |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 10 | Aparat ve gereçler bulunmalarını ve kullanılmalarını kolaylaştıracak şekilde düzenlenmiş mi? |                |   |   |   |             | 3            |
| SEİSO TEMİZLEME                                                             | 11 | Zemin temiz ve düzenli mi?                                                                   |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 12 | Takımlar, tezgahlar ve yağlama sistemleri temiz ve düzenli mi?                               |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 13 | Çalışanlar vardiya sonu iş yeri temizliği yapıyor mu?                                        |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 14 | Temizliği koordine eden kişiler belirli mi?                                                  |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 15 | Temizlik ve düzen herkes için bir alışkanlık haline gelmiş mi?                               |                |   |   |   |             | 3            |
| SEİKETSU SÜREKLİLİK                                                         | 16 | Çalışma alanları işe göre havalandırılmış ve aydınlatılmış mı?                               |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 17 | Çalışanların iş elbiseleri temiz ve düzenli mi?                                              |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 18 | Temizlik ve düzenin bozulmasını önleyecek araç ve sistemler belirlenmiş mi?                  |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 19 | "5S" ile ulaşılan sonuçları korumaya yönelik kurallar konmuş mu?                             |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 20 | "5S" ile ulaşılan sonuçlar herkes tarafından biliniyor mu?                                   |                |   |   |   |             | 3            |
| SHITSUKE ÖZEN                                                               | 21 | Tüm çalışanlar uygun giysiler ve gerekli durumlarda koruyucular kullanıyor mu?               |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 22 | Hat içerisinde işbirliği ve takım ruhu yaratılmış mı?                                        |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 23 | Çalışma ve toplantı saatlerine uyululuyor mu?                                                |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 24 | Davranış kuralları herkes tarafından biliniyor mu?                                           |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             | 25 | Bu kurallara herkes uyuyor mu?                                                               |                |   |   |   |             | 3            |
|                                                                             |    |                                                                                              | Hedef Puan: 15 |   |   |   |             |              |
| Puanlama Klavuzu                                                            |    | BİR ÖNCEKİ TOPLAM PUAN                                                                       |                |   |   |   | TOPLAM PUAN |              |
| 0- ÇOK KÖTÜ :istenen hiç uygulanmıyor (DAHA YAPACAK ÇOK İŞ VAR)             |    |                                                                                              |                |   |   |   | 75          |              |
| 1- KÖTÜ :istenen yetersiz ve rastgele uygulanıyor ("S" ORADAN GEÇMİŞ)       |    |                                                                                              |                |   |   |   |             |              |
| 2-ORTA :istenen orta derecede uygulanıyor (BİRŞEYLER KIMILDIYOR GİBİ)       |    |                                                                                              |                |   |   |   |             |              |
| 3- İYİ :istenen genellikle uygulanıyor (BİRAZ DAHA GAYRET)                  |    |                                                                                              |                |   |   |   |             |              |
| 4- MÜKEMMEL :istenen inanılarak ve başarı ile uygulanıyor (ARTIK ZİRVEDEYİ) |    |                                                                                              |                |   |   |   |             |              |

Şekil 4.13. 5S standart kontrol formu

Bu uygulamanın amacı, işletmede gereksiz malzeme kullanımını önleyerek israfı azaltmak, fabrika içi düzeni iyileştirerek daha verimli bir hale getirmek ve çalışanların daha temiz ve steril bir ortamda çalışmalarını sağlamaktır. Çalışmamızı ne kadar başarılı ve verimli yaparsak, işletme içinde hem zamandan tasarruf etmiş oluruz hem de karlılığımızı önemli ölçüde artırırız.

Genel değerlendirme tablosunda belirlenen soru ve cevapların hedef puanları şekil 4.10. gibidir. Her 5S bölümü için hedef puan 15 olup, bu sonuçların standartlaştırılması gerekmektedir. Sürecin verimliliği, hızı ve düzeni için bu çalışmalar sürekli hale getirilmelidir. Eksik olan kısımlar iyileştirilmeli ve optimal değere sahip kısımlar ise standartlaştırılmalıdır.

#### **4.2.1. Kalıplama hattı için 5S kontrol formunun uygulanması**

İlk değerlendirme sonucunda, kalıplama bölümünde hat içi düzenlemeler yapılmalı ve gereksiz malzeme ile ekipmanlar kaldırılmalıdır. Hedef puanın üstünde olan alanlar standartlaştırılmalı, hedef puanın altında kalan 5S bölümlerinde ise iyileştirme ve geliştirme çalışmaları gerçekleştirilmelidir.

Sonuç olarak, kalıplama bölümünde önerilen iyileştirmeler aşağıdaki gibidir:

- a. Hat İçinde Düzenlemeler: Gereksiz malzeme ve ekipmanların ortadan kaldırılarak üretim hattında düzenlemeler yapılması.
  - Öneri: Malzemelerin ve ekipmanların kullanım sıklığına göre düzenlenmesi ve etiketlenmesi, böylece iş akışının daha verimli hale getirilmesi.
- b. Standartlaştırma ve İyileştirme: Hedef puanın üstünde olan kısımların standartlaştırılması ve hedef puanın altında kalan 5S bölümlerinde iyileştirme ve geliştirme çalışmalarının yapılması.
  - Öneri: Her bölüm için detaylı bir değerlendirme yapılarak, eksikliklerin belirlenmesi ve bu eksikliklerin giderilmesi için bir aksiyon planı oluşturulması. Ayrıca, standartlaştırma süreçlerinin tüm çalışanlar tarafından anlaşılması ve uygulanması için eğitim programları düzenlenmesi.

| Kametsan                |    | "5S" KONTROL LİSTESİ                                                                         | BÖLÜM                 | SORUMLUSU | TARİH                         | DEĞERLENDİREN |                    |              |
|-------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|-------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
|                         |    |                                                                                              | Kalıplama             |           | 06.06.2024                    | Ahmed NASUH   |                    |              |
| 5S                      | NO | DEĞERLENDİRME KONUSU                                                                         | PUANLAMA              |           |                               |               |                    | KİSMİ TOPLAM |
|                         |    |                                                                                              | 0                     | 1         | 2                             | 3             | 4                  |              |
| SERİ AYIKLAMA           | 1  | Hat alanı içinde gereksiz parça veya malzeme var mı?                                         |                       |           | X                             |               |                    | 3            |
|                         | 2  | Hat alanı içinde kullanılmayan tezgah veya aparat var mı?                                    |                       |           | X                             |               |                    | 3            |
|                         | 3  | Hat alanı içinde aparat veya takımlar dağınık durumda mı?                                    |                       |           | X                             |               |                    | 3            |
|                         | 4  | Gereksiz nesneler herkesçe anlaşılacak şekilde işaretlenmiş mi?                              |                       |           | X                             |               |                    | 3            |
|                         | 5  | Gereksiz nesneler anında ortadan kaldırılıyor mu?                                            |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
| SEİTON DÜZENLEME        | 6  | Malzeme aparat ve alanların işaretlenmesinde etiket,renk ve sinyaller kullanılıyor mu?       |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 7  | Her malzeme için stok alanlarında belirli yerler işaretlenmiş mi?                            |                       |           | X                             |               |                    | 3            |
|                         | 8  | Sık kullanılan nesne ve malzemeler el altında mı?                                            |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 9  | Çizgi ve işaretlerle çalışma, stoklama alanları ve koridorlar sınırlanmış mı?                |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 10 | Aparat ve gereçler bulunmalarını ve kullanılmalarını kolaylaştıracak şekilde düzenlenmiş mi? |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
| SEİSO TEMİZLEME         | 11 | Zemin temiz ve düzenli mi?                                                                   |                       |           | X                             |               |                    | 3            |
|                         | 12 | Takımlar, tezgahlar ve yağlama sistemleri temiz ve düzenli mi?                               |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 13 | Çalışanlar vardiya sonu iş yeri temizliği yapıyor mu?                                        |                       |           | X                             |               |                    | 3            |
|                         | 14 | Temizliği koordine eden kişiler belirli mi?                                                  |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 15 | Temizlik ve düzen herkes için bir alışkanlık haline gelmiş mi?                               |                       |           |                               |               | X                  | 3            |
| SEİKETSU SÜREKLİLİK     | 16 | Çalışma alanları işe göre havalandırılmış ve aydınlatılmış mı?                               |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 17 | Çalışanların iş elbiseleri temiz ve düzenli mi?                                              |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 18 | Temizlik ve düzenin bozulmasını önleyecek araç ve sistemler belirlenmiş mi?                  |                       |           |                               |               | X                  | 3            |
|                         | 19 | "5S" ile ulaşılan sonuçları korumaya yönelik kurallar konmuş mu?                             |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 20 | "5S" ile ulaşılan sonuçlar herkes tarafından biliniyor mu?                                   |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
| SHITSUKE ÖZEN           | 21 | Tüm çalışanlar uygun giysiler ve gerekli durumlarda koruyucular kullanıyor mu?               |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 22 | Hat içerisinde işbirliği ve takım ruhu yaratılmış mı?                                        |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 23 | Çalışma ve toplantı saatlerine uyuluyor mu?                                                  |                       |           | X                             |               |                    | 3            |
|                         | 24 | Davranış kuralları herkes tarafından biliniyor mu?                                           |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         | 25 | Bu kurallara herkes uyuyor mu?                                                               |                       |           |                               | X             |                    | 3            |
|                         |    |                                                                                              | <b>Hedef Puan: 15</b> |           |                               |               |                    |              |
| <b>Puanlama Klavuzu</b> |    |                                                                                              |                       |           | <b>BİR ÖNCEKİ TOPLAM PUAN</b> |               | <b>TOPLAM PUAN</b> |              |
| 0- ÇOK KÖTÜ             |    | :istenen hiç uygulanmıyor (DAHA YAPACAK ÇOK İŞ VAR)                                          |                       |           |                               |               | <b>69</b>          |              |
| 1- KÖTÜ                 |    | :istenen yetersiz ve rastgele uygulanıyor ("S" ORADAN GEÇMİŞ)                                |                       |           |                               |               |                    |              |
| 2-ORTA                  |    | :istenen orta derecede uygulanıyor (BİRŞEYLER KIMILDIYOR GİBİ)                               |                       |           |                               |               |                    |              |
| 3- İYİ                  |    | :istenen genellikle uygulanıyor (BİRAZ DAHA GAYRET)                                          |                       |           |                               |               |                    |              |
| 4- MÜKEMMEL             |    | :istenen inanılarak ve başarı ile uygulanıyor (ARTIK ZİRVEDEYİZ)                             |                       |           |                               |               |                    |              |

Şekil 4.14. Kalıplama hattı için 5S kontrol formu

| Kametsan            |    | "5S" KONTROL LİSTESİ                                                                         | BÖLÜM                 | SORUMLUSU | TARİH                  | DEĞERLENDİREN |             |              |
|---------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|------------------------|---------------|-------------|--------------|
|                     |    | Kalıplama                                                                                    |                       |           | 06.06.2024             | Ahmed NASUH   |             |              |
| 5S                  | NO | DEĞERLENDİRME KONUSU                                                                         | PUANLAMA              |           |                        |               |             | KİSMİ TOPLAM |
|                     |    |                                                                                              | 0                     | 1         | 2                      | 3             | 4           |              |
| SERİ AYIKLAMA       | 1  | Hat alanı içinde gereksiz parça veya malzeme var mı?                                         |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 2  | Hat alanı içinde kullanılmayan tezgah veya aparat var mı?                                    |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 3  | Hat alanı içinde aparat veya takımlar dağınık durumda mı?                                    |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 4  | Gereksiz nesneler herkesçe anlaşılacak şekilde işaretlenmiş mi?                              |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 5  | Gereksiz nesneler anında ortadan kaldırılıyor mu?                                            |                       |           |                        | X             |             | 3            |
| SEİTON DÜZENLEME    | 6  | Malzeme aparat ve alanların işaretlenmesinde etiket, renk ve sinyaller kullanılıyor mu?      |                       |           |                        |               | X           | 3            |
|                     | 7  | Her malzeme için stok alanlarında belirli yerler işaretlenmiş mi?                            |                       |           | X                      |               |             | 3            |
|                     | 8  | Sık kullanılan nesne ve malzemeler el altında mı?                                            |                       |           |                        |               | X           | 3            |
|                     | 9  | Çizgi ve işaretlerle çalışma, stoklama alanları ve koridorlar sınırlanmış mı?                |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 10 | Aparat ve gereçler bulunmalarını ve kullanılmalarını kolaylaştıracak şekilde düzenlenmiş mi? |                       |           |                        | X             |             | 3            |
| SEİSO TEMİZLEME     | 11 | Zemin temiz ve düzenli mi?                                                                   |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 12 | Takımlar, tezgahlar ve yağlama sistemleri temiz ve düzenli mi?                               |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 13 | Çalışanlar vardiya sonu iş yeri temizliği yapıyor mu?                                        |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 14 | Temizliği koordine eden kişiler belirli mi?                                                  |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 15 | Temizlik ve düzen herkes için bir alışkanlık haline gelmiş mi?                               |                       |           |                        |               | X           | 3            |
| SEİKETSU SÜREKLİLİK | 16 | Çalışma alanları işe göre havalandırılmış ve aydınlatılmış mı?                               |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 17 | Çalışanların iş elbiseleri temiz ve düzenli mi?                                              |                       |           |                        | X             |             | 3            |
|                     | 18 | Temizlik ve düzenin bozulmasını önleyecek araç ve sistemler belirlenmiş mi?                  |                       |           |                        |               | X           | 3            |
|                     | 19 | "5S" ile ulaşılan sonuçları korumaya yönelik kurallar konmuş mu?                             |                       |           | X                      |               |             | 3            |
|                     | 20 | "5S" ile ulaşılan sonuçlar herkes tarafından biliniyor mu?                                   |                       |           | X                      |               |             | 3            |
| SHITSUKE ÖZEN       | 21 | Tüm çalışanlar uygun giysiler ve gerekli durumlarda koruyucular kullanıyor mu?               |                       |           | X                      |               |             | 3            |
|                     | 22 | Hat içerisinde işbirliği ve takım ruhu yaratılmış mı?                                        |                       |           | X                      |               |             | 3            |
|                     | 23 | Çalışma ve toplantı saatlerine uyuluyor mu?                                                  |                       |           | X                      |               |             | 3            |
|                     | 24 | Davranış kuralları herkes tarafından biliniyor mu?                                           |                       |           | X                      |               |             | 3            |
|                     | 25 | Bu kurallara herkes uyuyor mu?                                                               |                       |           | X                      |               |             | 3            |
|                     |    |                                                                                              | <b>Hedef Puan: 15</b> |           |                        |               |             |              |
| Puanlama Klavuzu    |    |                                                                                              |                       |           | BİR ÖNCEKİ TOPLAM PUAN |               | TOPLAM PUAN |              |
| 0- ÇOK KÖTÜ         |    | :istenen hiç uygulanmıyor (DAHA YAPACAK ÇOK İŞ VAR)                                          |                       |           |                        |               | <b>76</b>   |              |
| 1- KÖTÜ             |    | :istenen yetersiz ve rastgele uygulanıyor ("S" ORADAN GEÇMİŞ)                                |                       |           |                        |               |             |              |
| 2- ORTA             |    | :istenen orta derecede uygulanıyor (BİRŞEYLER KİMİLDİYOR GİBİ)                               |                       |           |                        |               |             |              |
| 3- İYİ              |    | :istenen genellikle uygulanıyor (BİRAZ DAHA GAYRET)                                          |                       |           |                        |               |             |              |
| 4- MÜKEMMEL         |    | :istenen inanılarak ve başarı ile uygulanıyor (ARTIK ZİRVEDEYİZ)                             |                       |           |                        |               |             |              |

Şekil 4.15. Kalıplama hattı iyileştirme sonrası 5S kontrol formu

#### 4.2.2. Stok kontrolü hattı için 5S kontrol formunun uygulanması

İlk değerlendirme sonucunda, stok kontrolü bölümünde ayıklama ve temizlik aşamalarında hedef puanın altında sonuçlar elde edilmiştir ve bu alanlarda iyileştirmeler yapılması gerekmektedir. Özen, süreklilik ve düzenleme aşamalarında ise hedef puanın üstünde sonuçlar elde edilmiştir. Bu başarıyı korumak için yapılan işlemler standartlaştırılmalıdır.

Stok kontrolü bölümünde önerilen iyileştirmeler şunlardır:

- Ayıklama ve temizlik bölümlerinde hedef puanın altında kalan sonuçlar nedeniyle iyileştirmeler yapılması.
- Özen, süreklilik ve düzenleme bölümlerinde hedef puanın üstünde puanlar alınmış olup, bu seviyeyi korumak için yapılan işlemlerin standart hale getirilmesi.



|  |    | <b>"5S" KONTROL LİSTESİ</b>                                                                  | <b>BÖLÜM</b>          | <b>SORUMLUSU</b> | <b>TARİH</b>                  | <b>DEĞERLENDİREN</b> |                    |              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------|
|                                                                                   |    | Stok Kontrolü                                                                                |                       |                  | 06.06.2024                    | Ahmed NASUH          |                    |              |
| 5S                                                                                | NO | DEĞERLENDİRME KONUSU                                                                         | PUANLAMA              |                  |                               |                      |                    | KİSMİ TOPLAM |
|                                                                                   |    |                                                                                              | 0                     | 1                | 2                             | 3                    | 4                  |              |
| SERİ AYIKLAMA                                                                     | 1  | Hat alanı içinde gereksiz parça veya malzeme var mı?                                         |                       |                  | X                             |                      |                    | 3            |
|                                                                                   | 2  | Hat alanı içinde kullanılmayan tezgah veya aparat var mı?                                    |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 3  | Hat alanı içinde aparat veya takımlar dağınık durumda mı?                                    |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 4  | Gereksiz nesneler herkesçe anlaşılacak şekilde işaretlenmiş mi?                              |                       |                  | X                             |                      |                    | 3            |
|                                                                                   | 5  | Gereksiz nesneler anında ortadan kaldırılıyor mu?                                            |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
| SEİTON DÜZENLEME                                                                  | 6  | Malzeme aparat ve alanların işaretlenmesinde etiket, renk ve sinyaller kullanılıyor mu?      |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 7  | Her malzeme için stok alanlarında belirli yerler işaretlenmiş mi?                            |                       |                  |                               |                      | X                  | 3            |
|                                                                                   | 8  | Sık kullanılan nesne ve malzemeler el altında mı?                                            |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 9  | Çizgi ve işaretlerle çalışma, stoklama alanları ve koridorlar sınırlanmış mı?                |                       |                  | X                             |                      |                    | 3            |
|                                                                                   | 10 | Aparat ve gereçler bulunmalarını ve kullanılmalarını kolaylaştıracak şekilde düzenlenmiş mi? |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
| SEİSO TEMİZLEME                                                                   | 11 | Zemin temiz ve düzenli mi?                                                                   |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 12 | Takımlar, tezgahlar ve yağlama sistemleri temiz ve düzenli mi?                               |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 13 | Çalışanlar vardiya sonu iş yeri temizliği yapıyor mu?                                        |                       |                  | X                             |                      |                    | 3            |
|                                                                                   | 14 | Temizliği koordine eden kişiler belirli mi?                                                  |                       |                  | X                             |                      |                    | 3            |
|                                                                                   | 15 | Temizlik ve düzen herkes için bir alışkanlık haline gelmiş mi?                               |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
| SEIKETSU SÜREKLİLİK                                                               | 16 | Çalışma alanları işe göre havalandırılmış ve aydınlatılmış mı?                               |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 17 | Çalışanların iş elbiseleri temiz ve düzenli mi?                                              |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 18 | Temizlik ve düzenin bozulmasını önleyecek araç ve sistemler belirlenmiş mi?                  |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 19 | "5S" ile ulaşılan sonuçları korumaya yönelik kurallar konmuş mu?                             |                       |                  |                               |                      | X                  | 3            |
|                                                                                   | 20 | "5S" ile ulaşılan sonuçlar herkes tarafından biliniyor mu?                                   |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
| SHITSUKE ÖZEN                                                                     | 21 | Tüm çalışanlar uygun giysiler ve gerekli durumlarda koruyucular kullanıyor mu?               |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 22 | Hat içerisinde işbirliği ve takım ruhu yaratılmış mı?                                        |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   | 23 | Çalışma ve toplantı saatlerine uyuluyor mu?                                                  |                       |                  | X                             |                      |                    | 3            |
|                                                                                   | 24 | Davranış kuralları herkes tarafından biliniyor mu?                                           |                       |                  |                               |                      | X                  | 3            |
|                                                                                   | 25 | Bu kurallara herkes uyuyor mu?                                                               |                       |                  |                               | X                    |                    | 3            |
|                                                                                   |    |                                                                                              | <b>Hedef Puan: 15</b> |                  |                               |                      |                    |              |
| <b>Puanlama Klavuzu</b>                                                           |    |                                                                                              |                       |                  | <b>BİR ÖNCEKİ TOPLAM PUAN</b> |                      | <b>TOPLAM PUAN</b> |              |
| 0- ÇOK KÖTÜ                                                                       |    | :istenen hiç uygulanmıyor (DAHA YAPACAK ÇOK İŞ VAR)                                          |                       |                  |                               |                      | <b>72</b>          |              |
| 1- KÖTÜ                                                                           |    | :istenen yetersiz ve rastgele uygulanıyor ("S" ORADAN GEÇMİŞ)                                |                       |                  |                               |                      |                    |              |
| 2- ORTA                                                                           |    | :istenen orta derecede uygulanıyor (BİRŞEYLER KİMİLDİYOR GİBİ)                               |                       |                  |                               |                      |                    |              |
| 3- İYİ                                                                            |    | :istenen genellikle uygulanıyor (BİRAZ DAHA GAYRET)                                          |                       |                  |                               |                      |                    |              |
| 4- MÜKEMMEL                                                                       |    | :istenen inanılarak ve başarı ile uygulanıyor (ARTIK ZİRVEDEYİZ)                             |                       |                  |                               |                      |                    |              |

Şekil 4.16. Stok kontrolü hattı için 5S kontrol formu

|  |    | <b>"5S" KONTROL LİSTESİ</b>                                                                  | <b>BÖLÜM</b>                  | <b>SORUMLUSU</b> | <b>TARİH</b> | <b>DEĞERLENDİREN</b> |   |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|--------------|----------------------|---|--------------------|
|                                                                                   |    | Stok Kontrolü                                                                                |                               |                  | 06.06.2024   | Ahmed NASUH          |   |                    |
| 5S                                                                                | NO | DEĞERLENDİRME KONUSU                                                                         | PUANLAMA                      |                  |              |                      |   | KİSMİ TOPLAM       |
|                                                                                   |    |                                                                                              | 0                             | 1                | 2            | 3                    | 4 |                    |
| SERİ AYIKLAMA                                                                     | 1  | Hat alanı içinde gereksiz parça veya malzeme var mı?                                         |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 2  | Hat alanı içinde kullanılmayan tezgah veya aparat var mı?                                    |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 3  | Hat alanı içinde aparat veya takımlar dağınık durumda mı?                                    |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 4  | Gereksiz nesneler herkesçe anlaşılacak şekilde işaretlenmiş mi?                              |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 5  | Gereksiz nesneler anında ortadan kaldırılıyor mu?                                            |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
| SEİTON DÜZENLEME                                                                  | 6  | Malzeme aparat ve alanların işaretlenmesinde etiket, renk ve sinyaller kullanılıyor mu?      |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 7  | Her malzeme için stok alanlarında belirli yerler işaretlenmiş mi?                            |                               |                  |              |                      | X | 3                  |
|                                                                                   | 8  | Sık kullanılan nesne ve malzemeler el altında mı?                                            |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 9  | Çizgi ve işaretlerle çalışma, stoklama alanları ve koridorlar sınırlanmış mı?                |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 10 | Aparat ve gereçler bulunmalarını ve kullanılmalarını kolaylaştıracak şekilde düzenlenmiş mi? |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
| SEİSO TEMİZLEME                                                                   | 11 | Zemin temiz ve düzenli mi?                                                                   |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 12 | Takımlar, tezgahlar ve yağlama sistemleri temiz ve düzenli mi?                               |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 13 | Çalışanlar vardiya sonu iş yeri temizliği yapıyor mu?                                        |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 14 | Temizliği koordine eden kişiler belirli mi?                                                  |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 15 | Temizlik ve düzen herkes için bir alışkanlık haline gelmiş mi?                               |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
| SEIKETSU SÜREKLİLİK                                                               | 16 | Çalışma alanları işe göre havalandırılmış ve aydınlatılmış mı?                               |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 17 | Çalışanların iş elbiseleri temiz ve düzenli mi?                                              |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 18 | Temizlik ve düzenin bozulmasını önleyecek araç ve sistemler belirlenmiş mi?                  |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 19 | "5S" ile ulaşılan sonuçları korumaya yönelik kurallar konmuş mu?                             |                               |                  |              |                      | X | 3                  |
|                                                                                   | 20 | "5S" ile ulaşılan sonuçlar herkes tarafından biliniyor mu?                                   |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
| SHITSUKE ÖZEN                                                                     | 21 | Tüm çalışanlar uygun giysiler ve gerekli durumlarda koruyucular kullanıyor mu?               |                               |                  |              |                      | X | 3                  |
|                                                                                   | 22 | Hat içerisinde işbirliği ve takım ruhu yaratılmış mı?                                        |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 23 | Çalışma ve toplantı saatlerine uyuluyor mu?                                                  |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   | 24 | Davranış kuralları herkes tarafından biliniyor mu?                                           |                               |                  |              |                      | X | 3                  |
|                                                                                   | 25 | Bu kurallara herkes uyuyor mu?                                                               |                               |                  |              | X                    |   | 3                  |
|                                                                                   |    |                                                                                              | <b>Hedef Puan: 15</b>         |                  |              |                      |   |                    |
| <b>Puanlama Klavuzu</b>                                                           |    |                                                                                              | <b>BİR ÖNCEKİ TOPLAM PUAN</b> |                  |              |                      |   | <b>TOPLAM PUAN</b> |
| 0- ÇOK KÖTÜ :istenen hiç uygulanmıyor (DAHA YAPACAK ÇOK İŞ VAR)                   |    |                                                                                              |                               |                  |              |                      |   | <b>79</b>          |
| 1- KÖTÜ :istenen yetersiz ve rastgele uygulanıyor ("S" ORADAN GEÇMİŞ)             |    |                                                                                              |                               |                  |              |                      |   |                    |
| 2- ORTA :istenen orta derecede uygulanıyor (BİRŞEYLER KİMİLDİYOR GİBİ)            |    |                                                                                              |                               |                  |              |                      |   |                    |
| 3- İYİ :istenen genellikle uygulanıyor (BİRAZ DAHA GAYRET)                        |    |                                                                                              |                               |                  |              |                      |   |                    |
| 4- MÜKEMMEL :istenen inanılarak ve başarı ile uygulanıyor (ARTIK ZİRVEDEYİZ)      |    |                                                                                              |                               |                  |              |                      |   |                    |

Şekil 4.17. Stok kontrolü hattı iyileştirme sonrası 5S kontrol formu

#### 4.2.3. Depo alanı için 5S kontrol formunun uygulanması

İlk değerlendirme sonucunda, depo alanı bölümünde çalışma alanında fiziksel etmenler kontrol edilmeli ve gerekli düzeltmeler yapılmalıdır. Temizlik ve düzeni engelleyen faktörler ortadan kaldırılmalıdır. Özen, süreklilik ve temizlik alanlarında iyileştirmeler gerçekleştirilmelidir. Gerekli düzen ve verimlilik sağlandığında, işletme daha kaliteli bir hale gelecektir. Bu hedeflere ulaşmak için her hafta düzenli kontrol ve bakım yapılmalı ve istenilen değerlere ulaşılması hedeflenmelidir.

Depo Alanı Bölümünde önerilen iyileştirmeler aşağıdaki gibidir:

- Çalışma alanındaki fiziksel etmenlerin kontrol edilip gerekli düzeltmelerin yapılması,
- Temizlik ve düzeni engelleyen unsurların ortadan kaldırılması,
- Özen, süreklilik ve temizlik alanlarında iyileştirmeler yapılması önerilmiştir.

| Kametsan                                                                     |    | "5S" KONTROL LİSTESİ                                                                         | BÖLÜM                         | SORUMLUSU | TARİH      | DEĞERLENDİREN |   |                    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------|------------|---------------|---|--------------------|
|                                                                              |    |                                                                                              | Depo Alanı                    |           | 06.06.2024 | Ahmed NASUH   |   |                    |
| 5S                                                                           | NO | DEĞERLENDİRME KONUSU                                                                         | PUANLAMA                      |           |            |               |   | KİSMİ TOPLAM       |
|                                                                              |    |                                                                                              | 0                             | 1         | 2          | 3             | 4 |                    |
| SERİ AYIKLAMA                                                                | 1  | Hat alanı içinde gereksiz parça veya malzeme var mı?                                         |                               |           |            |               | X | 3                  |
|                                                                              | 2  | Hat alanı içinde kullanılmayan tezgah veya aparat var mı?                                    |                               |           | X          |               |   | 3                  |
|                                                                              | 3  | Hat alanı içinde aparat veya takımlar dağınık durumda mı?                                    |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 4  | Gereksiz nesneler herkesçe anlaşılacak şekilde işaretlenmiş mi?                              |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 5  | Gereksiz nesneler anında ortadan kaldırılıyor mu?                                            |                               |           |            |               | X | 3                  |
| SEİTON DÜZENLEME                                                             | 6  | Malzeme aparat ve alanların işaretlenmesinde etiket,renk ve sinyaller kullanılıyor mu?       |                               |           |            |               | X | 3                  |
|                                                                              | 7  | Her malzeme için stok alanlarında belirli yerler işaretlenmiş mi?                            |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 8  | Sık kullanılan nesne ve malzemeler el altında mı?                                            |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 9  | Çizgi ve işaretlerle çalışma, stoklama alanları ve koridorlar sınırlanmış mı?                |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 10 | Aparat ve gereçler bulunmalarını ve kullanılmalarını kolaylaştıracak şekilde düzenlenmiş mi? |                               |           |            | X             |   | 3                  |
| SEİSO TEMİZLEME                                                              | 11 | Zemin temiz ve düzenli mi?                                                                   |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 12 | Takımlar, tezgahlar ve yağlama sistemleri temiz ve düzenli mi?                               |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 13 | Çalışanlar vardiya sonu iş yeri temizliği yapıyor mu?                                        |                               |           | X          |               |   | 3                  |
|                                                                              | 14 | Temizliği koordine eden kişiler belirli mi?                                                  |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 15 | Temizlik ve düzen herkes için bir alışkanlık haline gelmiş mi?                               |                               |           |            | X             |   | 3                  |
| SEIKETSU SÜREKLİLİK                                                          | 16 | Çalışma alanları işe göre havalandırılmış ve aydınlatılmış mı?                               |                               |           | X          |               |   | 3                  |
|                                                                              | 17 | Çalışanların iş elbiseleri temiz ve düzenli mi?                                              |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 18 | Temizlik ve düzenin bozulmasını önleyecek araç ve sistemler belirlenmiş mi?                  |                               |           | X          |               |   | 3                  |
|                                                                              | 19 | "5S" ile ulaşılan sonuçları korumaya yönelik kurallar konmuş mu?                             |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 20 | "5S" ile ulaşılan sonuçlar herkes tarafından biliniyor mu?                                   |                               |           | X          |               |   | 3                  |
| SHITSUKE ÖZEN                                                                | 21 | Tüm çalışanlar uygun giysiler ve gerekli durumlarda koruyucular kullanıyor mu?               |                               |           | X          |               |   | 3                  |
|                                                                              | 22 | Hat içerisinde işbirliği ve takım ruhu yaratılmış mı?                                        |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 23 | Çalışma ve toplantı saatlerine uyuluyor mu?                                                  |                               |           | X          |               |   | 3                  |
|                                                                              | 24 | Davranış kuralları herkes tarafından biliniyor mu?                                           |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              | 25 | Bu kurallara herkes uyuyor mu?                                                               |                               |           |            | X             |   | 3                  |
|                                                                              |    |                                                                                              | <b>Hedef Puan: 15</b>         |           |            |               |   |                    |
| <b>Puanlama Klavuzu</b>                                                      |    |                                                                                              | <b>BİR ÖNCEKİ TOPLAM PUAN</b> |           |            |               |   | <b>TOPLAM PUAN</b> |
| 0- ÇOK KÖTÜ :istenen hiç uygulanmıyor (DAHA YAPACAK ÇOK İŞ VAR)              |    |                                                                                              |                               |           |            |               |   | <b>71</b>          |
| 1- KÖTÜ :istenen yetersiz ve rastgele uygulanıyor ("S" ORADAN GEÇMİŞ)        |    |                                                                                              |                               |           |            |               |   |                    |
| 2-ORTA :istenen orta derecede uygulanıyor (BİRŞEYLER KIMILDIYOR GİBİ)        |    |                                                                                              |                               |           |            |               |   |                    |
| 3- İYİ :istenen genellikle uygulanıyor (BİRAZ DAHA GAYRET)                   |    |                                                                                              |                               |           |            |               |   |                    |
| 4- MÜKEMMEL :istenen inanılarak ve başarı ile uygulanıyor (ARTIK ZİRVEDEYİZ) |    |                                                                                              |                               |           |            |               |   |                    |

Şekil 4.18. Depo alanı için 5S kontrol formu

|  |    | <b>"5S" KONTROL LİSTESİ</b>                                                                  | <b>BÖLÜM</b><br>Depo Alanı    | <b>SORUMLUSU</b> | <b>TARİH</b><br>06.06.2024 | <b>DEĞERLENDİREN</b><br>Ahmed NASUH |   |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------------|---|--------------------|
| 5S                                                                                | NO | DEĞERLENDİRME KONUSU                                                                         | PUANLAMA                      |                  |                            |                                     |   | KİSMİ TOPLAM       |
|                                                                                   |    |                                                                                              | 0                             | 1                | 2                          | 3                                   | 4 |                    |
| SERİ AYIKLAMA                                                                     | 1  | Hat alanı içinde gereksiz parça veya malzeme var mı?                                         |                               |                  |                            |                                     | X | 3                  |
|                                                                                   | 2  | Hat alanı içinde kullanılmayan tezgah veya aparat var mı?                                    |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 3  | Hat alanı içinde aparat veya takımlar dağınık durumda mı?                                    |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 4  | Gereksiz nesneler herkesçe anlaşılacak şekilde işaretlenmiş mi?                              |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 5  | Gereksiz nesneler anında ortadan kaldırılıyor mu?                                            |                               |                  |                            |                                     | X | 3                  |
| SEİTON DÜZENLEME                                                                  | 6  | Malzeme aparat ve alanların işaretlenmesinde etiket, renk ve sinyaller kullanılıyor mu?      |                               |                  |                            |                                     | X | 3                  |
|                                                                                   | 7  | Her malzeme için stok alanlarında belirli yerler işaretlenmiş mi?                            |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 8  | Sık kullanılan nesne ve malzemeler el altında mı?                                            |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 9  | Çizgi ve işaretlerle çalışma, stoklama alanları ve koridorlar sınırlanmış mı?                |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 10 | Aparat ve gereçler bulunmalarını ve kullanılmalarını kolaylaştıracak şekilde düzenlenmiş mi? |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
| SEİSO TEMİZLEME                                                                   | 11 | Zemin temiz ve düzenli mi?                                                                   |                               |                  |                            |                                     | X | 3                  |
|                                                                                   | 12 | Takımlar, tezgahlar ve yağlama sistemleri temiz ve düzenli mi?                               |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 13 | Çalışanlar vardiya sonu iş yeri temizliği yapıyor mu?                                        |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 14 | Temizliği koordine eden kişiler belirli mi?                                                  |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 15 | Temizlik ve düzen herkes için bir alışkanlık haline gelmiş mi?                               |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
| SEIKETSU SÜREKLİLİK                                                               | 16 | Çalışma alanları işe göre havalandırılmış ve aydınlatılmış mı?                               |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 17 | Çalışanların iş elbiseleri temiz ve düzenli mi?                                              |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 18 | Temizlik ve düzenin bozulmasını önleyecek araç ve sistemler belirlenmiş mi?                  |                               |                  |                            |                                     | X | 3                  |
|                                                                                   | 19 | "5S" ile ulaşılan sonuçları korumaya yönelik kurallar konmuş mu?                             |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 20 | "5S" ile ulaşılan sonuçlar herkes tarafından biliniyor mu?                                   |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
| SHITSUKE ÖZEN                                                                     | 21 | Tüm çalışanlar uygun giysiler ve gerekli durumlarda koruyucular kullanıyor mu?               |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 22 | Hat içerisinde işbirliği ve takım ruhu yaratılmış mı?                                        |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   | 23 | Çalışma ve toplantı saatlerine uyuluyor mu?                                                  |                               |                  | X                          |                                     |   | 3                  |
|                                                                                   | 24 | Davranış kuralları herkes tarafından biliniyor mu?                                           |                               |                  |                            |                                     | X | 3                  |
|                                                                                   | 25 | Bu kurallara herkes uyuyor mu?                                                               |                               |                  |                            | X                                   |   | 3                  |
|                                                                                   |    |                                                                                              | <b>Hedef Puan: 15</b>         |                  |                            |                                     |   |                    |
| <b>Puanlama Klavuzu</b>                                                           |    |                                                                                              | <b>BİR ÖNCEKİ TOPLAM PUAN</b> |                  |                            |                                     |   | <b>TOPLAM PUAN</b> |
| 0- ÇOK KÖTÜ :istenen hiç uygulanmıyor (DAHA YAPACAK ÇOK İŞ VAR)                   |    |                                                                                              |                               |                  |                            |                                     |   | <b>80</b>          |
| 1- KÖTÜ :istenen yetersiz ve rastgele uygulanıyor ("S" ORADAN GEÇMİŞ)             |    |                                                                                              |                               |                  |                            |                                     |   |                    |
| 2- ORTA :istenen orta derecede uygulanıyor (BİRŞEYLER KIMILDIYOR GİBİ)            |    |                                                                                              |                               |                  |                            |                                     |   |                    |
| 3- İYİ :istenen genellikle uygulanıyor (BİRAZ DAHA GAYRET)                        |    |                                                                                              |                               |                  |                            |                                     |   |                    |
| 4- MÜKEMMEL :istenen inanılarak ve başarı ile uygulanıyor (ARTIK ZİRVEDEYİZ)      |    |                                                                                              |                               |                  |                            |                                     |   |                    |

Şekil 4.19. Depo alanı iyileştirme sonrası 5S kontrol formu



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

OEE uygulamasında ilk aşamada düşük olan OEE seviyesini yükseltmek için yetkililerle yapılan görüşmeler sonucunda uygulanması planlanan iyileştirme çalışmaları aşağıdaki gibidir:

- 1) Üretim kayıplarının en aza indirgenmesi için çalışmalar planlandı.
- 2) Parçaları yeniden işleme gereğini ortadan kaldırma fikri önerildi.
- 3) Kesici takımların daha kaliteli hale getirilmesi.
- 4) Soğutma sıvısını değiştirme periyotlarının daha sık hale getirilmesi.
- 5) Tezgahlarda sök-tak işlemlerini daha hızlı yapmaya yarayacak aparat, kalıp, teçhizat kullanılması.
- 6) Parça ve makine sabitleyicilerinin güçlendirilmesi ve titreşimlerin en aza indirgenmesiyle fire oranının azaltılması.
- 7) Mükemmelliğe ulaşmak için yetkililerle yapılan görüşmeler sonucunda önerilen diğer tavsiyeler ise şunlardır:
- 8) Birim zamanda daha iyi iş çıkarabilen CNC tezgahların temin edilerek tezgah parkurunun güçlendirilmesi.
- 9) Operatörlere eğitim vererek daha az fire verilmesinin sağlanması ve kaliteli üretimin artırılması.
- 10) Tolerans aralığı daha iyi olan yeni tezgahlara geçilmesi.
- 11) Tezgahlar arası taşıma yapmak için yeni taşıyıcı robotlar alınması.

Bu tavsiyelerin gerçekleştirilmesi durumunda beklenen iyileştirme yüzdeleri şu şekildedir:

- a. Arızalı ürün sayısında % 47,5 oranında kayda değer bir azalış sağlanacaktır.
- b. OEE değeri ilk duruma göre % 92,4 oranında artış gösterecektir.

5S uygulamamızda üç farklı üretim alanında çalışmalar yapılmıştır. Hazırlanan sorular ile firmanın 5S uygulamasında başarıya ulaşabilmesi için hedeflenen puan 75 ve üstü olarak belirlenmiştir. İlk aşamada belirlenen hedef puanın altında kalınmıştır. Daha sonra yapılan iyileştirmeler sayesinde tüm üretim alanlarında 75 puanın üzerine çıkılmıştır.





## KAYNAKLAR

- [1] O. Heneric, G. Licht, and W. Sofka, *Europe's Automotive Industry on the Move: Competitiveness in a Changing World*. Springer Science & Business Media, 2006.
- [2] P. Guariente, I. Antonioli, L. P. Ferreira, T. Pereira, and F. J. G. Silva, "Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer," *Procedia Manufacturing*, vol. 13, pp. 1128–1134, Jan. 2017, doi: 10.1016/j.promfg.2017.09.174.
- [3] G. Amorim, K. Hatakeyama, and X. Rojas-Lema, "Implantation of Total Productive Maintenance: A Case Study in the Manufacturing Industry," in *New Global Perspectives on Industrial Engineering and Management*, J. Mula, R. Barbastefano, M. Díaz-Madroñero, and R. Poler, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 259–267. doi: 10.1007/978-3-319-93488-4\_29.
- [4] T. Wireman, *Total Productive Maintenance*. Industrial Press Inc., 2004.
- [5] R. Attri, S. Grover, N. Dev, and D. Kumar, "Analysis of barriers of total productive maintenance (TPM)," *Int J Syst Assur Eng Manag*, vol. 4, no. 4, pp. 365–377, Dec. 2013, doi: 10.1007/s13198-012-0122-9.
- [6] C. Andersson and M. Bellgran, "Combining Overall equipment Efficiency (OEE) and productivity measures as drivers for production improvements: Swedish Production Symposium 2011," 2011, pp. 20–29.
- [7] M. Bengtsson, L.-G. Andersson, and P. Ekström, "Measuring preconceived beliefs on the results of overall equipment effectiveness – A case study in the automotive manufacturing industry," *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 28, no. 2, pp. 391–410, Jan. 2021, doi: 10.1108/JQME-03-2020-0016.
- [8] J. Michalska and D. Szewieczek, "The 5S methodology as a tool for improving the organisation," *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, vol. 24, no. 2, 2007.
- [9] P. Gupta and S. Vardhan, "Optimizing OEE, productivity and production cost for improving sales volume in an automobile industry through TPM: a case study," *International Journal of Production Research*, vol. 54, no. 10, pp. 2976–2988, May 2016, doi: 10.1080/00207543.2016.1145817.
- [10] E. J. Hernández Lamprea, Z. M. Camargo Carreño, and P. M. T. Martínez Sánchez, "Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda," *Ingeniare. Rev. chil. ing.*, vol. 23, no. 1, pp. 107–117, Jan. 2015, doi: 10.4067/S0718-33052015000100013.
- [11] O. T. R. Almeanazel, "Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement," vol. 4, no. 4, 2010.



## **ÖZGEÇMİŞ**

Lise öğrenimi Hatay’da tamamladım. 2014 yılında girdiğim Yalova Üniversitesi’nde Endüstri Mühendisliği Bölümünden 2021 yılında mezun oldum. 2021 yılından beri Yalova Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Bölümünde öğrenci olarak devam etmekteyim.

## **TEZDEN TÜRETİLEN YAYIN VE ESERLER**

A. Nasuh, H. Erbüyük, “Total Productive Maintenance (TPM) in The Automotive Industry,” presented at 11th International Zeugma Conference on Scientific Research, March 18-20, 2024, Gaziantep, Turkey, ISBN: 978-625-8254-45-7, pp. 297-298.



