

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

**SMED YÖNTEMİ KULLANILARAK KALIP HAZIRLIK
SÜRELERİNİN AZALTILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kayacan KAYA

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

MAYIS 2023

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

**SMED YÖNTEMİ KULLANILARAK KALIP HAZIRLIK
SÜRELERİNİN AZALTILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kayacan KAYA

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Rıza ADALI

MAYIS 2023

Kayacan KAYA tarafından hazırlanan “SMED Yöntemi Kullanılarak Kalıp Hazırlık Sürelerinin Azaltılması” adlı tez çalışması 05.05.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı : **Dr. Öğr. Üyesi Elif DÜLGER**
Sakarya Üniversitesi

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

Jüri Üyesi : **Dr. Öğr. Üyesi Cem ÖZKURT**
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

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

(05/05/2023)

Kayacan KAYA





kıymetli aileme ve arkadaşlarıma



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim sürecimde değerli deneyim ve bilgilerinden faydalandığım, gerekli olan her konuda desteğini esirgemeyen ve beni yönlendiren kıymetli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Rıza ADALI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu çalışma sürecince bana manevi desteğini eksik etmeyen sevgili babam Şevket KAYA'ya, sevgili annem Seval KAYA'ya, arkadaşlarım ve işyerime desteklerinden dolayı teşekkür ederim.



Kayacan KAYA



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
TABLO LİSTESİ	xv
ŞEKİL LİSTESİ	xvii
ÖZET	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. SMED Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar	5
2.2. Değer Akış Haritalama Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar	9
2.3. Literatür Çalışmalarının Değerlendirilmesi	11
3. YÖNTEMLER	13
3.1. Yalın Üretim	13
3.1.1. Kaizen (sürekli iyileştirme)	14
3.1.2. DAH (değer akış haritalama)	16
3.1.3. TPM (Toplam Üretken Bakım)	17
3.1.4. 5S Prensibi	18
3.1.5. Kanban ve çekme sistemi	19
3.1.6. SMED (tekli dakikalarda kalıp değişimi)	20
3.1.6.1. SMED uygulanacak makinenin seçilmesi	22
3.1.6.2. SMED çalışma ekibinin oluşturulması	22
3.1.6.3. Mevcut durum analizi	23
3.1.6.4. İç ve dış ayarların ayrıştırılması	23
3.1.6.5. İç hazırlık adımlarının dış hazırlığa dönüştürülmesi	24
3.1.6.6. İç ve dış hazırlık adımlarının iyileştirilmesi	24
3.1.6.7. Çalışma etkinliğinin ölçülmesi	25
4. SMED YÖNTEMİNİN UYGULANMASI	27
4.1. İşletmenin Tanımı	27
4.2. Çalışmanın Yapılacağı Makinenin Belirlenmesi	28
4.2.1. Değer akış haritası için ürün gruplarının belirlenmesi	28
4.2.2. Seçilen bir ürün grubuna göre değer akış haritasının çizilmesi	29
4.2.3. OEE verilerinin incelenmesi	31
4.3. Çalışmanın Yapılacağı Kalıbın ve Malzemenin Belirlenmesi	32
4.4. SMED Uygulaması İçin Mevcut Durum Analizi	32
4.5. İç ve Dış Ayar Adımlarının Ayrıştırılması	36
4.6. İç Ayar Adımlarının Dış Ayar Adımlarına Dönüştürülmesi İçin Aksiyonların Alınması	37
4.7. Hazırlık Adımlarının İyileştirilmesi	38
4.8. Çalışmanın Standardının Sağlanması	40

4.9. Yapılan Diğer İyileştirmeler.....	43
4.10. Gelecek Durum Değer Akış Haritası.....	46
4.11. Çalışmanın Etkinliğinin Ölçülmesi	48
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR.....	53
EKLER.....	57
ÖZGEÇMİŞ.....	61



KISALTMALAR

DAH	: Değer Akış Haritası
ECRS	: Eliminate – Combine – Rearrange – Simplify
JIT	: Just In Time
OEE	: Overall Equipment Effectiveness
SMED	: Single Minute Exchange of Die
PUKÖ	: Planla – Uygula – Kontrol Et – Önlem Al
TPM	: Total Productive Management/Maintenance



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Literatür özeti	6
Tablo 3.1. Klasik hazırlık süresi birim operasyonları (oadmin, 2022).....	23
Tablo 4.1. Gruplanan ürünler listesi	28
Tablo 4.2. Mevcut durum kombinasyon tablosu	33
Tablo 4.3. Mevcut durum iş ve dış ayar süresi ayrımı	37
Tablo 4.4. Makine kod ve açıklamaları	43
Tablo 4.5. Makine yerleşim düzeni sonrası kazanç matrisi.....	44
Tablo 5.1. Çalışma Özet Tablosu	50



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Çalışmanın iş-akış şeması.....	3
Şekil 3.1. Kobetsu Kaizen adımları	15
Şekil 3.2. Değer akış haritası süreci (Rother ve Shook, 2009)	17
Şekil 3.3. 5S uygulama adımları	18
Şekil 3.4. SMED yöntemi özeti (Shingo, 1985)	22
Şekil 4.1. Aksesuar imalat bölümündeki olası iş akışları	29
Şekil 4.2. Mevcut durum değer akış haritası.....	30
Şekil 4.3. İncelenen OEE verileri	31
Şekil 4.4. 2017 yılında yapılan kalıp değişimleri analizi.....	32
Şekil 4.5. Mevcut durum set-up kombinasyon tablosu.....	35
Şekil 4.6. Mevcut durum bölüm içi yürümelerin spagetti diyagramı	36
Şekil 4.7. Mevcut durum stok alanlarının spagetti diyagramı	36
Şekil 4.8. Örnek 5S uygulaması.....	37
Şekil 4.9. İki operatör ile yapılan set-up kombinasyon tablosu.....	38
Şekil 4.10. Özet ECRS Analizi	39
Şekil 4.11. Son durum kombinasyon tablosu	40
Şekil 4.12. Kalıp değiştirme talimatı	41
Şekil 4.13. Kalıp değiştirme talimatı	42
Şekil 4.14. Yeni durum spagetti diyagramı	45
Şekil 4.15. Yeni durum stok alanları spagetti diyagramı.....	45
Şekil 4.16. Gelecek durum değer akış haritası.....	47



SMED YÖNTEMİ KULLANILARAK KALIP HAZIRLIK SÜRELERİNİN AZALTILMASI

ÖZET

Yalın Üretim Sistemi, sonsuz insan ihtiyaçlarını karşılayabilmek için kıt kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını ve zorlu rekabet koşullarında satış fiyatını arttırmak yerine, maliyetleri minimize ederek kar marjını arttırmak suretiyle rekabet edebilirliğini geliştirmeyi hedefler. Yalın üretim prensiplerine göre kaynakları daha verimli kullanabilmek için; tek parça akışın sağlanması, stokların azaltılması ve küçük partilerle üretimin gerçekleştirilebilmesi son derece önemlidir. Bu hedeflere ulaşılabilmesi için işletme önündeki en büyük engellerden birisi de yüksek hazırlık/model değişim süreleridir. Yalın Üretim Sisteminde hazırlık/model değişim sürelerini azaltabilmek için kullanılan en önemli tekniklerden biri Tekli Dakikalarda Model Değişim (SMED-Single Minute Exchange of Die) tekniğidir. Bu teknik, makine hazırlık sürelerindeki kayıpları etkili bir şekilde azaltırken, iş güvenliği risklerini düşürür ve ergonomik çalışma koşullarının iyileşmesine olanak sağlar. SMED yıllarca süren deneyim ve çabaların sonucunda ortaya çıkan ve yalın üretim felsefesinin fabrikalarda uygulanabilmesi için gerekliliği en önemli tekniklerden biridir. Sürekli değişen müşteri taleplerine tam zamanında cevap verebilmek için her fabrikanın tezgah ve operasyonlarında SMED tekniği uygulanabilir.

Bu çalışmada; Sakarya'da faaliyet gösteren ve alüminyum profilden kış bahçesi, kapı pencere, balkon kaplama ve korkuluk sistemleri üreten bir alüminyum doğrama fabrikasında geciken sevkiyatları en aza indirmek ve yalın üretimin prensiplerinden birisi olan tek parça akışa bir adım daha yaklaşabilmek adına SMED yöntemi uygulanmıştır. Mevcut durumun analizinde Değer Akış Haritası (DAH) kullanılarak SMED yöntemine göre ilk analiz yapılmıştır. Mevcut durumun tespiti için ardından ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) analizi uygulanmıştır ve belirlenen iyileştirmeler devreye alınmıştır. Çalışma sonucunda ilgili tezgahdaki hazırlık süreleri %66 azalmış, ilgili üretim alanında parti büyüklükleri %62 azalmış ve tezgahın OEE (Overall Equipment Effectiveness) oranı %9,7 artmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen bilgiler ışığında Yalın Üretim tekniklerinin birbiriyle bütünleşik olarak kullanıldığında, üretim etkinliğine pozitif yönlü etki ettiği belirlenmiştir ve bu bütünleşik yaklaşımın işletme içerisindeki diğer alanlarda da yaygınlaştırılmasına karar verilmiştir.



REDUCING MOLD PREPARATION TIMES WITH SMED METHOD

SUMMARY

The Lean Production System aims to use scarce resources in the most efficient way to meet endless human needs and to improve its competitiveness by minimizing costs and increasing profit margin instead of increasing the sales price in tough competitive conditions. In order to use resources more efficiently according to lean production principles; It is extremely important to ensure one-piece flow, reduce stocks, and produce with small batches. One of the biggest obstacles in front of the business in order to reach these targets is the high preparation/model change times.

One of the most important techniques used to reduce the preparation/model change times in the Lean Manufacturing System is the Model Exchange in Single Minutes (SMED-Single Minute Exchange of Die) technique. This technique effectively reduces losses in machine setup times, reduces occupational safety risks and allows for improved ergonomic working conditions. SMED is one of the most important techniques that emerged as a result of years of experience and efforts and required for the implementation of lean production philosophy in factories. SMED technique can be applied in the workbench and operations of each factory in order to respond to the ever-changing customer demands in a timely manner.

In this study; Delayed shipments, high inventory cost and long set-up time caused by the accessories produced in the accessory manufacturing department of an aluminum joinery factory operating in Sakarya that produces winter garden, door, window, balcony cladding and railing systems from project-based aluminum profiles. SMED method has been applied in order to minimize the problem and to get one step closer to one-piece flow, which is one of the principles of lean production.

In the first stage of the study, product families were determined for the product to be drawn with Value Stream Map. Determined product families were grouped into routes and cycle herds, and the product with the highest production number among them was selected to draw the map. After the determined product group, the Value Stream Map was drawn and bottlenecks were identified on the map in order to determine the pilot study area. After the identified bottlenecks, the retrospective 1-year OEE values of the relevant selected press machine were examined in detail according to three parameters: the number of die change on a monthly basis, die change time on a minute basis and the rate of die change time in OEE. In order to select the mold on which the SMED method will be applied, the changed mold type, number of changes and change time parameters were examined and the mold to which SMED would be applied was determined. In the analysis of the current situation, the first analysis was made according to the SMED method using Value Stream Map (DAH), and the set-up combination table was created and the process was measured as 24.2 minutes. In line with the data on the table, the actual time is divided into 14.7 minutes of internal set-up and 9.5 minutes of external set-up. After determining the internal and external set-ups, improvement activities are planned to transfer the internal set-up work elements to the external set-up work elements. In line with these activities, the 5S technique,

which is an effective lean production technique, has been applied. After the 5S activity, the die change, which was made as an operator in the current situation, was increased to 2 operators. In this way, the preparation time was measured as 14.4 minutes after the measurement and 68% improvement was achieved. After the current situation was determined, ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) analysis was applied and the determined improvements were put into use. As a result of the ECRS analysis, a total of 22 items were improved, resulting in 6.38 minutes of savings. After the implementation of all SMED techniques, the current number of set-up steps, which was 98, was reduced to 79 in the last case.

As a result of the improvements made, in order to standardize the SMED Kaizen work and ensure its continuity, the list and description of the adjustment activities to be made by the team leader before the current mold changes are created as "Mold change pre-preparation instruction" and "Mold change instruction", and the improvement work is recorded in the corporate memory of the company. was done. In this way, it is prevented that the improvement steps determined as a result of the habits that will change are overlooked by the operator.

Value stream map applications do not show physical location. However, it was observed that there was a problem in the physical location in the current situation map drawing. As determined from the spaghetti diagrams in the current layout, it has been determined that the storage areas occupy a lot of space and the distance between the benches that should be close to each other is also an obstacle in the transition to flow type production. As a result of the analyzes made, the machines that have a more intense relationship with each other (material flow) were compared one by one and positioned closer to each other. After the new locations created, according to the layout, an annual distance of 654,566,4 meters was achieved from the material run-off distances due to the material flow, and 43.6% from the material stock areas.

One of the important improvement points identified in the value stream map was the use of mass manufacturing technique in the current situation. Mass production was causing problems such as high lot sizes, high intermediate stocks, inability to take quick action against fast reactions from assembly lines. In order to prevent these problems, Kanban work was started in the accessory manufacturing department as a pilot region. Supermarkets were fed according to the amount of material determined by placing supermarkets between the lines. In this way, assembly line downtimes due to lack of material in production decreased by 45%. The intermediate stock amount, which was stated as 750 units and 2.2 days in the current situation value stream map, was reduced to 285 units and reduced to 0.83 days.

As a result of these improvement activities implemented, the effectiveness of the study was measured and analyzed with six-month OEE data. In this direction, the improvement targets set at the beginning of the study were successfully achieved.

As a result of the study, the preparation times in the relevant machine decreased by 66%, the lot sizes in the relevant production area decreased by 62% and the OEE (Overall Equipment Effectiveness) rate of the machine increased by 9.7%. The approach discussed in this study, together with the techniques of lean manufacturing philosophy (Value Stream Mapping, SMED, 5S, Kanban, Kaizen), has contributed to the literature that improvements can be made in different areas so that it can be applied in an integrated way in businesses. Studies should always start with the rejection of the current situation and work should be done to improve the situation. Increasing the competitiveness and profitability of businesses is based on the continuity of this

perspective. Thus, contrary to the traditional production approach, businesses will be able to obtain the desired part and process quality at lower cost compared to their competitors.





1. GİRİŞ

Günümüzde artan rekabet koşulları ve pazardaki değişimler şirketleri müşteri odaklı faaliyetlerde bulunmaya zorlamaktadır. Müşteri isteklerini zamanında ve eksiksiz karşılayabilmek, günümüz koşullarına uyum sağlayabilmek için işletmeler, geleneksel üretim sistemlerinden vazgeçip, üretim sistemlerini günümüz koşullarına göre şekillendirmişlerdir. Bu şartlarda, işletmelerin rekabetçi güçlerini arttıracak ve müşteri odaklı ilkeler benimseyen yalın üretim sistemleri önemli bir hale gelmiştir. Yalın üretim sistemleri, üretim sürecindeki her türlü israfı ortadan kaldırmaya yönelik faaliyetlere odaklanarak, işletmelerin rekabetçi ortamda var olabilmeleri için değer yaratan üretim süreçleri oluşturmayı hedeflemektedir. Yalın üretim felsefesine sahip işletmeler, üretim sisteminde ortaya çıkabilecek her türlü israfı iyi belirlemeli ve onları ortadan kaldıracak akılcı çözümler yaratarak üretim sistemlerini tasarlamalıdır.

Özellikle, 1980'li yıllardan itibaren bilinçlenen tüketicilerin hatalı ürün veya hizmete karşı tutumları, işletmeler için minimum maliyetle üretimin yanı sıra tüketici isteklerinin karşılanması ve tüketici tatmininin sağlanmasının kaçınılmaz olduğunu göstermektedir.

Yalın düşünce, şirketler arasındaki rekabetin küreselleştiği günümüzde, müşterinin isteklerine tam zamanında cevap verebilen şirketler bir adım öne geçmektedir. Yalın üretim sistemi, şirketlere rekabet avantajı sağlayan ve sistemdeki israfları ortadan kaldırmak ve sürekli olarak sistem etkinliğini artırmak temeline dayanan bütünsel bir yaklaşımdır.

Üretici firmalar müşterilerin taleplerini tam anlamıyla karşılayabilmek için esnek üretim sistemleri oluşturmayı kendilerine hedef haline getirmişlerdir ve bu amaca giden yolda birçok sistem ve teknik geliştirmişlerdir. Geliştirilen tekniklerin en önemlilerinden bir tanesi yalın üretim içerisinde de yer alan SMED (Single Minute Exchange of Die: Tekli dakikalarda kalıp değişimi)'dir. SMED yöntemi kullanılarak mevcutta üretilen ürün tipinden, farklı bir ürün tipine geçebilmek için gerekli olan hazırlık (setup) süresi azaltılabilmektedir. Hazırlık zamanı kısaldığında, parti büyüklükleri azalır ve üretilen ürün tipleri arasındaki esneklik artar ve müşteri

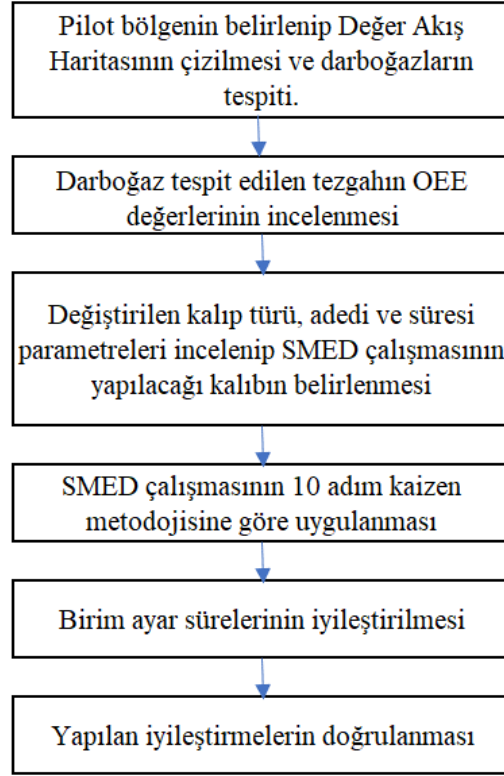
taleplerine daha hızlı bir şekilde cevap verilir. Daha düşük parti büyüklüklerinde üretim yapılabildiği için daha fazla ürün çeşidi üretilmeye başlanır. Daha küçük partiler, stok elde bulundurma maliyetini de düşürür ve stoktan kaynaklı üretimdeki israfların önüne geçilmiş olur.

İşletmelerde uygulanan SMED uygulamaları sonucunda elde edilen zamansal veriler genellikle saha ölçümlerinden elde edilen ortalama değerler üzerinden değerlendirilir. Bunun nedeni, dengeli hat kurulumu sırasında parametre ayar sayılarıdır. Devam eden etkiler nedeniyle hazırlık süresinde dalgalanmalar olacaktır. Parametre etkilerinden kaynaklanan dalgalanmaları önlemek için, düzeltme sürecini etkileyen parametreleri belirlemek ve bunların sürece etkisini azaltacak önlemler alınmalıdır.

Öte yandan, SMED uygulamaları için azaltılan ayar süresi dikkate alındığında, toplam ayar süresi önemli ölçüde azalır. Ancak üretim hatlarında veya üretim geçişleri arasında çeşitli ayar tipleri ve süreleri olan makine ve ekipmanlarda, toplam ayar süresinin azaltılmasında en az SMED uygulaması kadar üretim sırası da önemlidir. Bu durumda, iyileştirilmiş ayar süresi sağlayan bir üretim sekansı elde etmek için üretim, belirlenen sıralama önceliğine göre optimum bir toplam kurulum süresi içinde gerçekleştirilmelidir (Çelik, 2019).

Bu çalışmanın amacı, toplam hazırlık süresi iyileştirme çalışmasında Değer Akış Haritasından tespit edilen kayıplar için SMED çalışmasıyla birlikte uygulanan diğer yalın üretim teknikleriyle beraber sistemin çıktılarını birlikte incelemek ve toplam hazırlık süresinden nasıl etkilendiklerini ortaya koymaktır. Bu amaçla alüminyum doğrama sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın aksesuar imalat hattında kalıp değişim parametrelerine göre ortalama ayar süresini iyileştirmek için SMED yöntemi uygulanmıştır.

Çalışmanın hedefi doğrultusunda, yapılan uygulamaların daha iyi anlaşılabilmesi için iş akış şeması oluşturulmuştur ve Şekil 1.1.'de belirtilmiştir.



Şekil 1.1. Çalışmanın iş-akış şeması

Belirlenen amaca göre araştırma, kaynak araştırma, yöntem ve uygulanan metotlar, SMED yöntemi kullanılarak ayar sürelerinin azaltılması, tartışma ve değerlendirme olmak üzere dört bölüme ayrılmıştır. Birinci bölümde, çalışmanın literatürdeki durumunu ve katkısını belirlemek amacıyla;

Kullanılan teknikleri içeren literatür çalışmaları incelenmiş ve yorumlanmıştır. Çalışmada kullanılan yöntemlerin detayları üçüncü bölümde belirtilmiştir. Dördüncü bölümde ise üçüncü kısımda belirtilen yöntemler doğrultusunda çalışmanın uygulaması gerçekleştirilmiştir ve değerlendirilmiştir. Tartışma ve değerlendirme kısmı son bölümde elde edilen sonuçlarla birlikte yorumlanmış, yapılan çalışma doğrultusunda bu alanda yapılacak çalışmalara tavsiyelerde bulunulmuştur.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Üretim sürecindeki ayar kaynaklı kayıplarını en aza indirme problemi, çoğu şirketin geleneksel üretim veya yalın üretime geçiş aşamasında karşılaştığı temel sorunlardan biridir. Böylece toplam kayıp sürelerinde ilk iki kayıp genellikle ayar kaybı ve arıza kaybıdır. Sonuç olarak, birçok ticari ve akademik araştırmanın odak noktası bu temel kayıpları azaltmak, iyileştirmek olmuştur.

Bu çalışmanın odağında literatür taraması için SMED çalışmalarına odaklanılmıştır. Daha sonra hem çalışmanın başında hem de çalışma sonrasında elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Değer Akış Haritası ve OEE yöntemleri kullanıldığından bu kavramlardan bahsedilmiştir.

Çalışmanın bu bölümünde Değer Akış Haritalama, SMED ve OEE ile ilgili çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmaların içerikleri kronolojik olarak özetlenip, bölümün sonunda değerlendirilmiştir.

2.1. SMED Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Shigeo Shingo tarafından geliştirilen SMED yöntemi, üretim şirketlerindeki önemli kayıplardan biri olan ayar/hazırlık kayıplarının etkisini azaltmayı amaçlayan şirketleri büyük ölçüde geliştirdi ve bu yöntem, şirketler ve akademi tarafında yapılan çalışmalar için sıklıkla tercih edilen bir yöntem haline geldi.

Yöntem olarak SMED metodolojisi seçilerek hazırlık sürelerinin kısaltılmasına yönelik akademik bir çalışmada, otomotiv sanayi, mobilya, kimya, kozmetik ve imalat sanayileri gibi önde gelen sektörlerde faaliyet gösteren çeşitli firmaların farklı üretim makine ve ekipmanları pilot çalışma olarak seçilmiştir ve diğer alanlara da yaygınlaştırılmıştır.

Bu bölümde, ayar sürelerini iyileştirmek için SMED yaklaşımını kullanan 2012-2022 yılları arasında yapılan çalışmalar gözden geçirilmiştir ve çalışmalarda kullanılan yöntemler ile birlikte elde edilen sonuçlar kronolojik sırayla Tablo 2.1'de özetlenmektedir.

Tablo 2.1. Literatür özeti

Yazar	Çalışma Yılı	Özet
Kemalbay	2012	Makine kalıp imalatı sektöründe uygulanan SMED çalışmasında çalışma sürecinde gözlemlenen 22 kalıp değişiminde toplam hazırlık süresi 1140 dk olarak tespit edilmiştir. Hazırlık süresinin iyileştirilmesi için yapılan iyileştirmelerin ardından 22 değişimde elde edilen kazanç 920 dk olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda işletme 5520 adet fazladan üretim yapabilme imkanı sağlayıp yapılan iyileştirmeler için harcanan maliyetin 4 ayda kendini amorti ettiği tespit edilmiştir.
Bajpai	2013	Hindistan'da bir hazır giyim sektöründe uygulanan SMED yöntemi sonucunda 42 işlem adımı için 113 dk uygulanan hazırlık süresi, yeni durumda 25 işlem için 90 dk'ya indirgenmiştir.
Jan	2014	Yurtdışında yüzlerce çeşit üretim yapan düzcam işleme şirketinde SMED çalışmasının uygulanmasının ardından hazırlık sürelerinde %30 iyileşme gözlemlenmiştir.
Mohamad ve ark.	2015	Malezya'da seçilmiş bir tekstil üretim şirketinde damgalama makinesindeki hazırlık sürelerinin azaltılması için SMED yöntemi uygulandı. İç faaliyetlerin dış faaliyetlere aktarılması, kalıp hizalama aşamasında bir aparat tasarlanması ve damgalama makinesine basınç ayar sistemi eklenerek çalışma sonucunda hazırlık süresi %25,62 oranında azaltılmıştır.

Tablo 2.1. (Devamı) Literatür özeti

Yazar	Çalışma Yılı	Özet
Sarı	2018	Orta ölçekli bir sanayi kuruluşunda yapılan SMED metodu uygulanıp kalıp değişim sürelerinde %75 iyileşme sağlanmıştır.
Otur ve ark.	2018	Kozmetik alanında faaliyet gösteren bir şirkette plastik şişe üretimi için yapılan renk değişimi sürelerini iyileştirmek amacıyla SMED yöntemi uygulanmıştır. Renklere göre değişen hazırlık süresi 2 ila 8 saat arası sürmektedir. Bu renk değişimi haftada en az 2 kere yapıldığı zaman üretimde ciddi duruşlara neden olmaktadır. Uygulanan SMED çalışmasının ardından 5 saatten fazla süren renk değişimlerinde %60, genel olarak tüm renk değişimlerinde %20 iyileşme sağlanmıştır.
Yüksel ve ark.	2019	Çalışma Avrupa'nın en büyük otomotiv üreticilerinden birine üretim yapan bir işletmede uygulanıp teslimat sürelerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda zamanında sipariş teslim etme oranı %81, toplam çevrim süresi %67 oranında iyileştirilmiştir.
Çelik ve ark.	2019	Parlak çelik işleme sektöründe faaliyet gösteren bir şirkette uygulanan SMED yöntemi sonucunda iki ayar sürecinde %66 ve %62,5 iyileşme sağlanmıştır. Toplam ayar süresinde yapılan iyileştirmeler sonucunda parça başına birim maliyet 0,85 TL azaltılmıştır.

Tablo 2.1. (Devamı) Literatür özeti

Başak ve ark.	2019	Kondenser ve metal parça üretilen bir işletmede yapılan SMED çalışması sonucunda 45 dk olan kalıp değişim süresi 20 dk'ya düşürülerek %55,56 oranında iyileştirme sağlanmıştır.
Akyurt ve ark.	2019	Otomotiv ve elektrik sektöründe montaj ve test parçaları üreten bir şirkette enjeksiyon makinelerine yapılan SMED ve 5S çalışması sonucu hazırlık süreleri 65,3 dk'dan 23,62 dk'ya düşürülüp %63 oranında iyileşme sağlanmıştır.
Yalçın ve ark.	2020	Ağır sanayide boru bağlantı elemanları üreten bir şirkette bir pres makinesine uygulanan SMED ve 5S yöntemleri sonucunda ilgili tezgahdaki ayar süresinde toplamda %63 oranında iyileşme sağlanmıştır. Buna ek olarak operatörün değişim sırasında harcadığı gücün 299 Watt'tan 165 Watt'a indirildiği gözlemlenmiştir.
Şahin ve ark.	2022	Rulman üreticisi bir şirkette tornalama hattındaki makine hazırlık sürelerini azaltmak için SMED yöntemi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde makine hazırlık süresi %45 oranında iyileştirilmiştir.
Sarıkaya ve ark.	2022	Bu çalışmada bisküvi üretim tesisinde üretim hattında yaşanan kalıp değişimi kaynaklı sorunlar ele alınmıştır ve makine kalıp değişimindeki kayıpları azaltmak için SMED ve 5S teknikleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda dış hazırlık sürelerinde %26,91, iç hazırlık sürelerinde %20,74 olmak üzere toplam hazırlık süresinde %21,05'lik iyileşme gözlemlenmiştir.

Tablo 2.1. detaylı incelendiğinde çalışmaların sonucunda nihai hedef olan hazırlık sürelerinin düşürülmesi için SMED yöntemi uygulanmış ve çalışmalar birim hazırlık sürelerini azaltarak hedeflerine ulaşmıştır.

Bazı çalışmalar SMED çalışması “hangi tezgahta/makinede uygulanacak?” sorusunu sormadan sezgisel yöntemler ile uygulamanın yapılacağı tezgahı/makineyi belirlemiştir. Ancak bu seçimi sezgisel yöntemlere, tercihlere bırakmak, sayısal bir temele dayandırmamak belki de başka bir tezgah/makinedeki daha fazla potansiyel kazancın göz ardı edilmesine sebebiyet verebilir.

Tablo 2.1.’deki literatür çalışmalarının aksine bu çalışmada darboğaz tezgahın tespiti 10 adet makineden oluşan aksesuar imalat atölyesinde Değer Akış Haritalama yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Tespit edilmesinin ardından OEE verileri yardımıyla da tespitin doğruluğu teyit edilmiştir. Bu sayede bu çalışma, SMED çalışmasının Değer Akış Haritalama tekniğine de değinerek, darboğaz tezgah tespitinin sayısal verilere dayanarak daha doğru bir şekilde tespit edilebilmesine olanak tanımaya katkı sağlamıştır.

2.2. Değer Akış Haritalama Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Malzeme ve bilgi akışını tek bir nokta üzerine toplamayı sağlayan Değer Akış Haritası, işletmelerin Yalın Üretim sisteminin entegrasyonu kısmında en başta uygulaması gereken tekniklerden birisidir. Özellikle de doğru bir şekilde darboğaz tespitini değerlendirmeye imkan veren veriler sağlaması nedeniyle literatür araştırmalarında ve saha uygulamalarında artan kullanım sıklığı ile büyük ölçüde kullanılmakta ve çalışılmaktadır.

Bu kısım son yıllarda gerçekleşen Değer Akış Haritası uygulamalarının açıklanması ile uygulamalardan elde edilen faydaların incelenmesi üzerine gerçekleşmiştir.

Emek yoğun olan üretim yapan bir işletmede verimliliği arttırmak için Kuğu ve Köse (2021) pilot proje olarak seçilen ısı değiştirici akışında yaptıkları değer akış haritalama çalışmasında mevcut durumu detaylı olarak inceleyerek, elde ettikleri veriler doğrultusunda kaizen noktaları belirlemiştir. Belirledikleri kaizen noktaları doğrultusunda aksiyon planlarını oluşturarak proje planını 12 hafta olarak oluşturmuştur. Yapılan çalışmaların ışığında gelecek durum değer akış haritasını da oluşturarak ara stok miktarlarında %50, proses sürelerinde ise %30 düşüş

hedeflemişlerdir. 12 haftanın sonunda ara stok miktarlarında %59,1 ve proses sürelerinde %31,1 azalma sağlamışlardır.

Değer Akış Haritalama yönteminin yalnızca üretim tesislerinde değil, bir kamu kuruluşunda simülasyon yöntemiyle beraber hizmet sektöründe de uygulayan Ömürgönülşen ve Çatman (2018) T.C Orman ve Su İşleri Başkanlığı taşra teşkilatından elde edilen veriler doğrultusunda darboğaz olarak görülen CITES Belgesi ve Uygunluk Belgesi verilmesi süreçlerini incelemiştir. Mevcut sürece ait takt ve çevrim süreleri belirlenerek Değer Akış Haritası oluşturulmuştur. Ardından oluşturulan Gelecek Durum Değer Akış Haritasıyla birlikte yalın üretime aykırı olabilecek işlemlere aksiyon alınmıştır. Belirlenen ve devreye alınan iyileştirmelerin ardından gelecek durum haritasında temin ve bekleme süresi ile stok seviyelerinde azalmalar tespit edilmiştir ve gelecek durum değer akış haritasında belirlenen senaryoya göre durum simüle edilerek sonuçlar birbirine yakın olacak bir şekilde doğrulanmıştır.

Serdarasan ve Ertek (2021) Değer Akış Haritalama tekniğini yazılım geliştirme sürecinde uygulayarak geliştirilen yazılım ürünü ve yazılım geliştirme sürecini değer odaklı olarak ele almış ve yalın prensipler çerçevesinde iyileştirme adımları belirlemiştir. İlk önce yazılım geliştirme süreçleri 2 ana gruba ayrıştırılmış ve projeler için kriterler belirlenmiş. Her bir proje grubu için ayrı ayrı mevcut durum Değer Akış Haritası oluşturularak israflar tespit edilmiş. Bu doğrultuda çevrim sürelerini ve akış süresini kısaltacak iyileştirme faaliyetleri üzerine aksiyon planı hazırlanmış. Genel olarak tespit edilen israflar ise iyi tanımlanmamış ihtiyaçlar, gereksiz kodlar, yavaş iç iletişim ve bürokrasi olarak belirtilmiş. Prototip oluşturma, müşteriler ile sık sık iletişim ve durum netleşinceye kadar bağlayıcı kararlar alınması gibi aksiyonlar alınarak yazılım geliştirme sürecindeki israflar azaltılmıştır. Alınan aksiyonlar sonucunda ilk grup için akış süresi 170,41 günden 89,41 güne, işlem süreleri ise 18,44 günden 10,7 güne indirilmiştir.

Yapılan çalışmanın amacı doğrultusunda literatürde yer alan iyileştirme çalışmalarının kullanım amacına benzer şekilde mevcut durumu analiz edip darboğazları tespit etmek için Değer Akış Haritalama yöntemi kullanılmıştır. Değer Akış Haritası üretim ve hizmet sektörü olmak üzere her alanda uygulanabildiği gibi, diğer yalın üretim teknikleriyle de entegre bir şekilde kullanılarak birden fazla alana etki ettiği ispatlanmıştır. Buradan yola çıkarak, iyileştirme çalışmalarında yalın üretim

tekniklerinin etkinliğinin entegre bir Şekilde uygulanmasının iŐletmelere farklı alanlarda da kazanç sağladığı vurgulanmıŐtır.

2.3. Literatür Çalışmalarının Değerlendirilmesi

Birçok üretim iŐletmesinin yaptığı kayıp analizlerinde en büyük kayıp türlerinden biri de ayar/hazırlık süreleridir. SMED yöntemi, hazırlık/model sürelerini azaltmak için yapılan çalışmaların en başında gelmektedir. SMED yöntemini kullanarak, birim ayar süresindeki azalmaya bağlı olarak, ayar toplam kayıplarından kaynaklanan duruş sürelerini azaltmak amaçlanır (Çelik, 2019). Yapılan bu çalışmanın çerçevesi de bu amaç doğrultusunda oluşturulmuş olup çeşit üretim iŐletmelerindeki uygulamaları da içermektedir.

Bu çalışma yalın üretimin en önemli prensiplerinden olan tek parça akışa bir adım daha yaklaşabilmek için birbirine entegre kullanılan değer akış haritalama, SMED ve 5S teknikleriyle birlikte darboğaz tezgah tespitinin ardından ilgili tezgahdaki birim ayar sürelerinin azaltılmasını hedeflemiŐtir. Belirlenen hedef doğrultusunda tek parça akışa ulaşmayı hedefleyen sanayi iŐletmelerine entegre tekniklerle beraber etkili bir çalışma modeli önerilmiştir ve bu öneriyle birlikte üretim uygulamalarına ve literatüre katkı sağlaması hedeflenmiştir.



3. YÖNTEMLER

Bu çalışmada tek parça akışı engelleyen israf kayıplarından hazırlık sürelerini, entegre yalın üretim teknikleri kullanarak en aza indirmek hedeflenmiştir. Yapılan uygulamanın daha net anlaşılabilmesi için bu bölümde çalışmada kullanılan yöntemler ve kavramlar hakkında bilgi verilmiştir.

3.1. Yalın Üretim

Yalın üretim, üretim faaliyetlerinde kullanılan işletme kaynaklarındaki (enerji, hammadde, işçilik vs.) katma değeri arttırarak, kaynaklardaki israfı azaltarak verimliliğin artmasına olanak sağlayan üretim yönetim sistemidir. Üretim süreçlerinde katma değer sağlamayan, israfa yol açan tüm faaliyetlerin süreç içerisinde kaldırılmasını sağlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda kurulan sistemin sürekli olarak iyileştirilmesine ve kalıcı hale getirilmesi çok önemlidir. Yalın üretime göre 7 temel israf olan, sıfır stok, hatasız üretim, gereksiz hareketlerin sıfırlanması, sıfır bekleme, sıfır üretim kaybı, sıfır zaman kaybı, sıfır hatasız üretim parametrelerini sıfırlamayı hedef olarak müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli esnekliği sağlamayı amaçlamaktadır (Tekin ve ark., 2019).

Yalın üretim metodolojilerinin uygulanmasında kullanılan, iş kaynaklarının verimli kullanımına kolaylık sağlayan teknikler vardır. Yalın üretim teknikleri olarak da bilinen bu teknikler, var olan geleneksel üretim yöntemlerinden vazgeçip yalın üretim dönüşüm süreci planlayan veya kurulum aşamasını yalın düşünceye uygun olarak tasarlamak isteyen firmalar için oldukça önemlidir.

Kuruluş aşamasında yalın üretim ilkesine göre süreci başlatan firma, gelecekteki kaybı ve türünü, maliyet kayıp noktasını ve olası sorunları erken aşamada belirleyebilir.

Öte yandan, mevcut çalışma yöntemlerinden vazgeçerek Yalın'a geçiş yapmayı planlayan işletmeler, gizlenen ve ortaya çıkmayı bekleyen kayıp türlerini tespit etme, bunları ortadan kaldıracak faaliyetleri belirleme ve kalıcı iyileştirmeler sağlama fırsatını da elde edecektir.

Yalın dönüşüm sürecine ait işletmelerde belirlenen yapıya ve türe göre faydalanılabilecek birçok yalın üretim tekniği mevcuttur. Bu tekniklerden bazıları aşağıdaki listede sıralanmıştır:

1. Kaizen (sürekli iyileştirme)
2. DAH (değer akış haritalama)
3. TPM (toplam üretken bakım)
4. 5S Prensibi
5. Kanban ve çekme sistemi
6. SMED (tekli dakikalarda kalıp değişimi)

Birbirine entegre olarakta kullanılabilen yalın üretim tekniklerinin hangi alanda, hangi problemler ile karşılaşıldığında, hangi tekniklerin kullanılacağı konusunda problemler yaşanabilmektedir. Bu sebeple, yalın üretim entegrasyonu sürecinde kullanılabilen tekniklerin açıklanması, hangi probleme karşı hangi tekniğin seçileceği konusunda literatüre katkı sağlanacaktır.

3.1.1. Kaizen (sürekli iyileştirme)

Sürekli iyileştirme, üretim ortamının verimliliğini artırırken mevcut verimlilik kayıplarını ortadan kaldırmaya ve kurum kültürünü değişim sürecine entegre etmeye odaklanan, etkin, sürekli ve ekip çalışmasına dayalı bir çalışmadır (Sarı, 2018). Proses adımlarında katma değeri olmayan ve gereksiz faaliyetlerin ortaya çıkarılması, üretim sürecinin stabil olmasının sağlanmasından sonra iyileştirici veya ortadan kaldırıcı önlemlerin belirlenip uygulanması sürecidir.

Kaizen, sistematik, adım adım, süreç üzerindeki etkisini zaman içinde çok az etkiyle göstermeye başlayan bir dizi çalışma ile genel olarak en iyiye ulaşma felsefesine dayanmaktadır. Kaizen çalışmaları, bir süreçle ilgili ölçülebilir hedeflerin belirlenmesi, hedeflere göre süreçlerin geliştirilmesi, standart süreç adımlarının oluşturulması, katma değer üretmeyen süreçlerin ortadan kaldırılması nedeniyle maliyetlerin düşürülmesi, darboğazların tespit edilmesi ve geliştirilmesi gibi sistematik çalışmalar bütünü olarak kabul edilmektedir.

Yalın üretim sürecinin tüm süreçlerindeki üretim ve diğer faaliyetler, yalın üretim sürecinden mümkün olduğunca bağımsız olarak yürütüldüğünde ve işletildiğinde, bir bütün olarak ele alındığında iyileştirilmesi gereken birçok eylem adımı veya sorun

noktası vardır. Bu sorun noktaları veya kayıp nedenleri, Kaizen araştırmasında iyileştirme noktaları olarak adlandırılır.

İyileştirme noktalarının seçimi, uygulanması ve sonuçlandırılması aşamaları çalışmanın içeriğine ve işletmeye olan etkisine göre değişmektedir. Bazı potansiyel iyileştirme noktaları, veri toplama ve analiz, eylem ve takip gerektirirken, bazı iyileştirme noktaları, bunlar olmadan doğrudan uygulamayı gerektirir.

Kaizen noktalarının yukarıda belirtilen niteliklerine ve araştırma sonuçlarının etkisine göre, Kaizen araştırmaları Hızlı Kaizen (Önce - Sonra) ve Kobetsu Kaizen olarak iki başlıkta toparlanabilir (Albayrak, 2018).

Hızlı Kaizen, diğer eş adıyla Önce - Sonra Kaizen kök neden analizi ve takım çalışması gerektirmeyen, direkt olarak ilgili alanda uygulanabilecek iyileştirme yöntemidir. Bu nedenle herhangi bir analiz, takip ve aksiyon planı oluşturulması beklenmez. Bu çalışmalar fikrin sahibi olan kişi tarafından yapılacağı gibi gerekli noktalarda konuyla ilgili uzman bir kişi yardımıyla da en fazla 2 kişi katılımıyla gerçekleştirilebilir.

Kobetsu Kaizen (Odaklanılmış Kaizen) ise 10 adımdan oluşan, üretim süreçlerinde verimsizliğe yol açan kronik problemlerin çözümünde, 3 ila 7 arası ekip üyesiyle birlikte yapılması tercih edilen, kök neden analizi gerektiren ve uzun süreli analiz ile takip gerektiren iyileştirme yöntemidir.



Şekil 3.1. Kobetsu Kaizen adımları

Şekil 3.1.'de belirtildiği gibi, Kobetsu Kaizen on adımda ele alınabilir. Genellikle kaizenin ilk üç adımı konu, hedef ve ekip olmak üzere TPM (Total Productive Maintenance) Ofis ya da Yalın Ofis tarafından ekip üyelerine aktarılır. Kobetsu

Kaizenin en önemli adımlarından birisi olan mevcut durum tespitinde problem ile ilgili analizlerin detaylı bir şekilde yapılıp, mevcut durumun fotoğrafının verilere dayandırılarak çekilmesi beklenir.

Mevcut durum analizinin ardından ekip üyelerine belirlenen aksiyonlar hedef tarihler ile birlikte atanır. Kök neden analizi adımıyla mevcut durumda belirlenen veriler üzerine kök neden analizi yapılarak problemin en altındaki sebebe inmek amaçlanır. Buraya kadar ki ilk altı adımdaki kısım PUKÖ (Planla – Uygula – Kontrol Et – Önlem Al) döngüsünde “Planla” bölümünde değerlendirilmektedir ve bir Kaizen çalışmasının %65-%70’ini temsil eder.

Tespit edilen kök nedenlere belirlenen çözümler uygulanır. Bu kısım PUKÖ döngüsünde “Uygula” bölümünde değerlendirilir.

Alınan aksiyonların paralelinde iyileşme sürecinin takibi ve etkisini ölçmek amacıyla alınan aksiyonlar belirlenen bir periyot boyunca gözlemlenir ve elde edilen veriler değerlendirilir. Bu kısım da PUKÖ döngüsünde “Kontrol Et” bölümünde değerlendirilir.

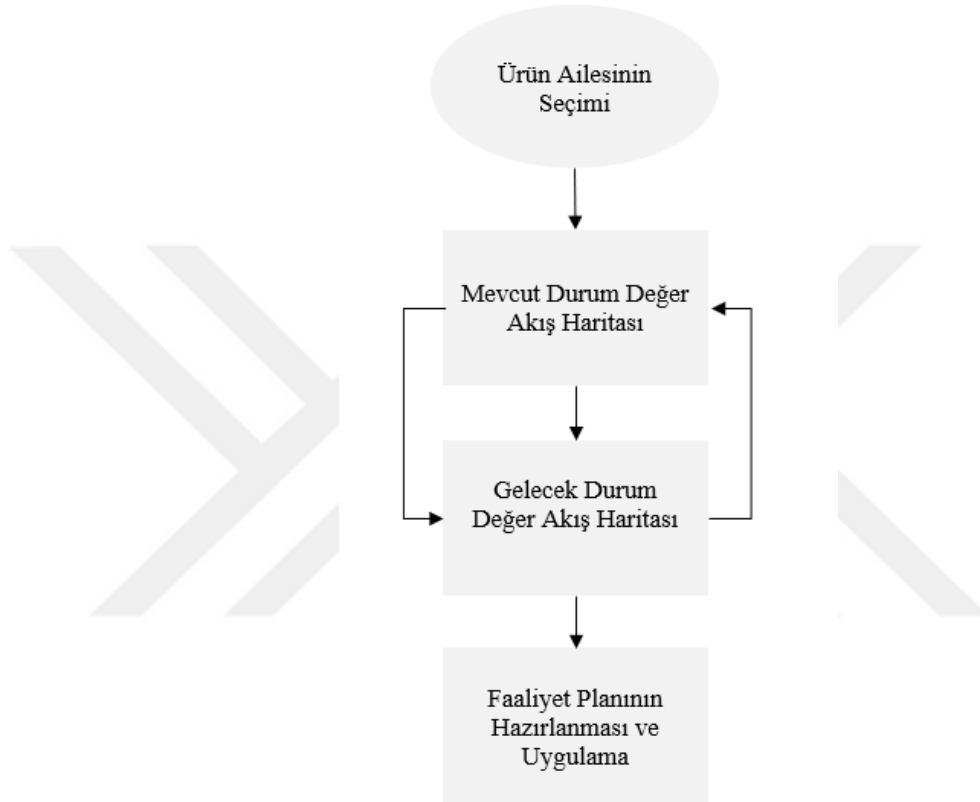
Çalışma sonucunda belirlenen hedef değere ulaşırsa, problemin bir daha ortaya çıkmamasını ve sürecin devamlılığını sağlayabilmek adına standartlaştırma (talimat, form, çeklist vs.) çalışmaları yapılır ve eğer mevcutsa öğrenilmiş bu bilgi diğer alanlara da yaygınlaştırılır ve Kaizen çalışması tamamlanır. Bu aşama da PUKÖ döngüsünde “Önlem Al” bölümünde değerlendirilir.

3.1.2. DAH (değer akış haritalama)

Bir işletmenin sürdürülebilir rekabet avantajı sağlamasının en etkili yollarından birisi de hizmet ve ürünlerin yarattığı süreçleri etkin ve verimli bir şekilde kullanmaktır. Bu nedenle, girdiden çıktıya kadar ki süreçte oluşan tüm süreçteki katma değer üretmeyen iş adımlarının ve kayıpların mümkünse sıfırlanması gerekmektedir (Bulut ve Altunay, 2016).

DAH (Değer Akış Haritalama) yöntemi, yalın üretime geçiş aşamasındaki iş sistemlerini en baştan başlayarak inceleyerek israfın kaynaklarını, israf edilen kaynakların kök nedenlerini ve gelecekteki durumunu göstererek mevcut durum ile alınan aksiyonlar sonucunda ulaşacağı durumu belirler. Gelecek duruma ulaşmak için gereken geliştirme planının geliştirilmesine yardımcı olan bir yalın üretim aracı olarak kullanılır.

Değer akış haritası çalışmalarına genellikle bir ürün ailesi seçilerek başlanılmaktadır. İlk olarak seçilen ürün ailesinin mevcut durum değer akış haritası belirlenir. Ardından oluşturulan mevcut durum haritası üzerinden aksiyonlar belirlenir ve gelecek durum haritası oluşturulur. Mevcut durum değer akış haritasıyla gelecek durum değer akış haritası arasındaki değerlendirmelere bağlı olarak, aksiyon planları hazırlanır ve devreye alınır.



Şekil 3.2. Değer akış haritası süreci (Rother ve Shook, 2009)

DAH çizildiği süreçteki israfların tespit edilmesi ve ortadan kaldırılmasının yanında, bilgi ve malzeme akışının tek bir noktada gözlemlenebilmesini sağladığı için işletmedeki çalışanların süreçleri görsel olarak daha iyi değerlendirmesine olanak tanımaktadır.

3.1.3. TPM (Toplam Üretken Bakım)

Sıfır kaza, sıfır arıza ve sıfır duruş kaybı ilkelerinin uygulanmasına, özellikle izlenebilir ve sürdürülebilir bakım yöntemlerinin üretim faaliyetlerinde yaygınlaştırılmasına ve uygulanmasına dayanan, ekipman ve ekipmanların üretim verimliliğini artırmayı amaçlayan bir süreç geliştirme aracıdır.

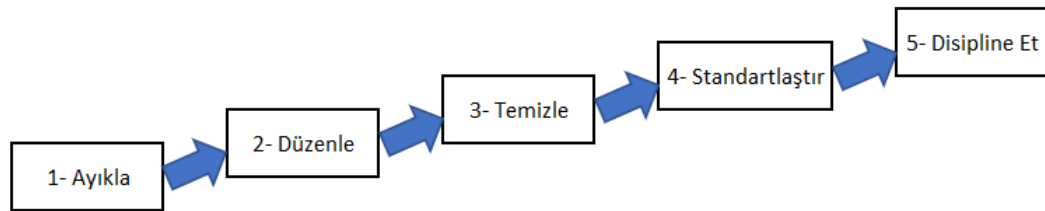
TPM metodolojisi, üretimde verimsizliğe sebep olan 16 konu başlığını tanımlar. Temel olarak ekipman kaybı, iş gücü kaybı, enerji ve malzeme kaybı olarak üç kategoriye ayrılmıştır. Ekipman kaybı; arıza, kapatma, aparat-takım değişimi, hazırlık, hız, başlangıç, tamir ve hata kayıplarıyla beraber küçük duruşlar olarak sekiz başlıktan oluşmaktadır. İş gücü kaybı; üretim içi hareket, yönetim, hat organizasyonu, ölçme/ayar ve lojistik kaybı olmak üzere beş başlıktan oluşmaktadır. Enerji ve malzeme kayıplarında ise; malzeme ve ürün, donanım ve enerji kayıpları olmak üzere üç başlıktan kayıp meydana gelmektedir (Yalvaç, 2015).

Yukarıda belirtilen kayıpların azaltılmasında kullanılan TPM uygulamaları, planlı bakım, kestirimci bakım, kalite yönetimi, otonom bakım, güvenlik, eğitim, sağlık ve çevre, TPM Ofis ve geliştirme olmak üzere 5S çalışmalarıyla entegre olmak üzere sekiz çalışma aşamasından meydana gelmektedir (Sahah ve Deshpande, 2015). Bu nedenlerden dolayı TPM çalışmaları barındırdığı uygulamalar açısından diğer yalın üretim araçlarından oldukça faydalanmaktadır.

3.1.4. 5S Prensibi

Çalışılan ortamda tertip düzenin ve temizliğin sağlanmasını kapsayan aktivitelere verilen yalın üretim tekniğidir. Japonca'dan gelen 5S, Seiri (ayıklama), Seiton (düzenleme), Seison (temizlik), Seiketsu (standartlaştırma) ve Shitsuke (disiplin) kelimelerinin kısaltmasıdır (Monden ve ark., 2012).

Uygulandığı işletmelerde sağlanan tertip ve düzenin çalışanların psikoloji üzerinde olumlu etkiler sağladığı ve verimli bir çalışma ortamı sağladığı gözlemlenmiştir. 5S metodunun uygulanma sırası ise Şekil 3.3'de belirtilmiştir.



Şekil 3.3. 5S uygulama adımları

Birinci adım olan Seiri (ayıklama) adımında çalışma alanını ile ilgisi olmayan veya atıl durumda kalan ekipman veya malzemenin ilgili çalışma alanından uzaklaştırılmasını hedeflemektedir.

İkinci adım olan Seiton (düzenle) adımında ilgili çalışma alanından ayıklanan ekipman veya malzemelerin ardından kalanların kullanım sıklığına ve alana göre en kısa sürede ulaşılabilecek şekilde tanımlanması ve konumlanmasını hedeflemektedir.

Üçüncü adım olan Seiso (temizleme) adımında belirlenen temizlik-kontrol-yağlama çizelgelerine göre periyodik olarak ekipmanların veya malzemelerin temizlenerek olası yaşanabilecek arıza kaynaklarının gün yüzüne çıkartılması amaçlanmaktadır. Daha ilerleyen zamanlarda ise ilgili alanın kirlenme periyodu, kirlilik kaynaklarının tespitiyle birlikte temizlik sürelerinin azaltılıp, ideal temizlik süresi ve periyoduna ulaşmayı hedeflemektedir.

Dördüncü adım olan Seiketsu (standartlaştırma) adımında ilk üç adımda yapılan çalışmaların bir standart haline getirilerek çalışmanın kurum kültürüne entegre edilip sürekliliğin sağlanmasını belirlenen standartlar dahilinde eksiklerin giderilmesini hedeflemektedir.

Beşinci ve son adım olan Shitsuke (disiplin) adımında ise ilk dört adımda sağlanan sonuçların devamlılığının sağlanması, 5S prensiplerinin işletme kültürüne adapte edilip farkındalığın artırılmasını, yapılacak periyodik denetlemeler, alanlar arasında yarışma ve ödül sistemi gibi uygulamalar kullanılarak sistemin devamlılığının sağlanmasını hedeflemektedir.

Etkili uygulanan 5S yönteminin ardından çalışmanın çıktıları artan kalite, maliyet ve teslimat performansının yanı sıra iş güvenliği, ergonomi, moral motivasyon, arızaların azalması, alan tasarrufu ve stokların azaltılması gibi birçok parametreye doğrudan veya dolaylı olarak katkı sağlamaktadır.

3.1.5. Kanban ve çekme sistemi

JIT (Just In Time) felsefesi, sıfır envanter hedefine ulaşmak için üretimin her aşamasında (hammaddeler, yarı mamuller, bitmiş ürünler) envanter seviyelerini en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Bunun için işletme içerisindeki malzeme hareketinin tamamen farklı bir yöntem ile yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir. Sadece gerekli malzemelerin belirlenen miktarda ve sürede üretilmesine tam zamanında üretim denir. Tam zamanında üretim yapabilmek için önemli gereklilikler ise tüm süreçlerin ne zaman ve ne miktarda yapılması gerektiğinin belirlenmesidir. Tam zamanında üretimi gerçekleştirmeye yarayan sistem ise Kanban çekme sistemi olarak adlandırılmaktadır (Aslantaş, 2014).

Kanban sistemi, üretim için gerekli tüm bilgileri içeren etiket benzeri sinyal kartlarıdır. Bu basit, ucuz ve etkili bir envanter ve üretim kontrolü yöntemidir. Kanban sistemleri, envanter düzeylerini düşürerek, gereksiz envanteri ayırarak ve ilgili genel giderleri azaltarak verim, kalite ve hizmeti iyileştirmeye yardımcı olur (Mukhopadhyay ve Shanker, 2005).

Kanban genellikle kart şeklinde tasarlanır ve iki çeşide ayrılır. Bunlar, Çekme Kanbanı ve Üretim Kanbanı olarak kategorize edilir. Çekme Kanbanı, bir sonraki istasyondan çekilecek ürün miktarını gösterir. Üretim Kanbanı, bir önceki istasyona ne kadar ürün üretilmesi gerektiğinin bilgisini verir. Kanban organizasyonu üretimin tam zamanında gerçekleşebilmesini sağlayan bilgileri taşır (Monden ve ark., 2012).

Kanban akış tipi üretimin, çekme sisteminin etkili ve verimli bir şekilde çalıştırılabilmesi için kritik bir öneme sahiptir. Geleneksel, kitle tipi itme sistemi üretimin aksine, müşteriden gelen talep doğrultusunda ürünün en son istasyondan çekilmesi üzerine bilginin geriye doğru, malzemenin ise bilgiler dahilinde ileriye doğru ilerlemesini sağlar.

3.1.6. SMED (tekli dakikalarda kalıp değişimi)

Katma değeri olmayan faaliyet ve süreçlerin ortadan kaldırılması, yalın düşüncenin temel hedeflerinden birisidir. Yalın üretim felsefesinin en önemli tekniklerinden birisi olan SMED (Single Minute Exchange of Die) yöntemi, İlk olarak Mazda işletmesindeki pres atölyesindeki preslerde hazırlık sürelerinin azaltılması amacıyla 1985 yılında Shingo tarafından önerilmiştir. Kalıp değiştirmenin verimliliğini ve etkinliğini artırmak için büyük önem taşımaktadır.

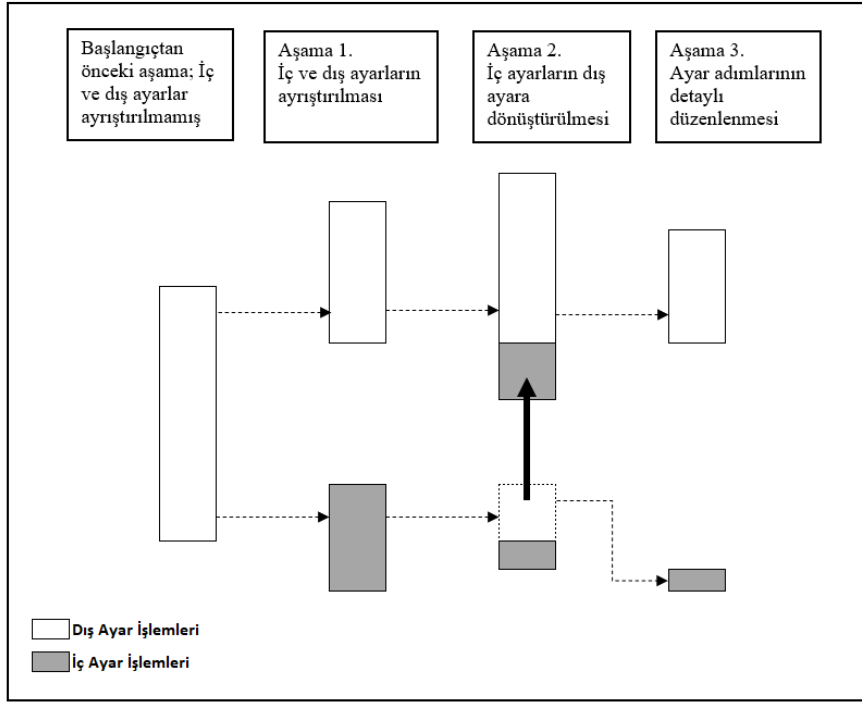
Bu doğrultuda üretim işletmelerinde iki ürün arası geçişlerde ekipman ve makinelerde gerçekleştirilen değişikliklerin gerçekleştiği zamana ayar ya da hazırlık süresi adı verilmektedir. Ayar ya da hazırlık süreleri, katma değer olmadığı ve üretimin durmasına sebebiyet verdiği için belirlenen üretim sürelerinin etkin kullanılamamaktadır (Esa ve ark., 2015).

Shingo'nun uygulamaları sonucunda elde edilen tüm veriler, birçok üretim işletmesi tarafından kabul görülerek literatür çalışmalarına da konu olarak yöntemin hızlı bir şekilde yaygınlaşması sağlanmıştır (McIntosh ve ark., 2010). Günümüzde otomotiv sektörü olmak üzere, neredeyse tüm sektörlerde ve işletmelerde diğer yalın üretim

metotlarıyla birlikte sıklıkla uygulanabilen, verimliliği ve yönetim kalitesinin artmasını sağlayan önemli tekniklerden birisi halini almıştır (Esa ve ark., 2015).

Kalıp değişimi sırasındaki iş elemanı süreleri, bir işletmenin daha küçük parti büyüklükleriyle üretim yapabilmesi için en önemli kısıtlardan birisidir. Bu kısıtlara karşı daha küçük parti büyüklükleriyle üretim yapabilmek adına, hızlı kalıp değişimi ve deneme üretimlerinin ortadan kaldırılıp tek seferde doğru üretim amaçlanır. Bu sayede makinelerin daha verimli olarak çalışması, değişkenliklere daha hızlı tepki verilmesi ve ilgili makinelerin daha yüksek OEE değerine sahip olmasını sağlar.

Hazırlık sürelerinin azaltılmasına yönelik SMED yönteminde, hazırlık süreci iç ve dış hazırlık süreci olarak ikiye ayrılmaktadır. İç hazırlık süreci, makinenin mevcuttaki üretim faaliyetini tamamladıktan sonra durdurulup bir sonraki üretime geçiş anına kadar ki işlemlerden oluşur (Amrina ve ark., 2018; Martins ve ark, 2018). İç hazırlık faaliyetleri, yalın üretim sürecinde önemli israf kaynaklarından birisidir. Azaltılması ve dış faaliyetlere aktarılması için çalışmalar yapılması gerekmektedir (Deshmukh ve Shete, 2018). Dış hazırlık süreci ise, mevcutta üretim devam ederken bir sonraki üretime geçiş yapılmadan önce yapılması gereken faaliyetleri ifade etmektedir. Temel olarak bir hazırlık süresi boyunca iç hazırlık sürelerinin mümkün olduğunca dış hazırlık sürecine aktarılması ve dış hazırlık sürelerinin de azaltılması için çalışmalar yapılmalıdır. Bu doğrultuda SMED metodunun özet gösterimi Şekil 3.4'de gösterilmektedir.



Şekil 3.4. SMED yöntemi özeti (Shingo, 1985)

SMED yöntemi temelinde iç hazırlık faaliyetlerinin azaltılıp, bu sayede makine veya ekipmanların duruş süresini en az indirmeyi amaçlar. Bu doğrultuda SMED'in uygulama adımları detaylı olarak açıklanacaktır.

3.1.6.1. SMED uygulanacak makinenin seçilmesi

SMED yönteminin uygulanacağı makinenin seçimi, yapılacak analizin tecrübe veya sizgilere göre değil, mutlaka verilere dayandırılmalı. Bu doğrultuda makinelerin verimliliklerini gözlemlemek ve diğer makineler ile kıyaslayabilmek için OEE verilerinden yararlanılabilir. OEE verileri incelenirken, ilgili tezgahların yalnızca OEE oranının yanı sıra, tezgahlardaki hazırlık kayıp yüzdeleriyle birlikte incelenmelidir. Bir diğer kullanılması gereken yalın üretim aracı ise değer akış haritasıdır. Değer akış haritası çizildiği süreç ile ilgili malzeme ve bilgi akışını tek bir noktada görmeye yardımcı olur. Çizilen harita sayesinde ilgili süreçteki darboğaz ekipmanının tespiti daha da kolaylaştırılacaktır.

3.1.6.2. SMED çalışma ekibinin oluşturulması

SMED tekniğini uygulayabilmek, diğer yalın üretim araçlarında da olduğu gibi SMED ekibi oluşturulmalıdır. Bu ekip, çalışmaların sistemli ve planlı bir şekilde yürütülmesi ve gerektiğinde fikir üretilmesi sağlar. SMED ekip üyeleri için doğrudan işin içinde

olan bakım sorumluları, üretim sorumluları yanı sıra, metot veya sürekli iyileştirme birimlerinden de ekip üyeleri tercih edilebilir (Çelik, 2018).

3.1.6.3. Mevcut durum analizi

Değer akış haritalama ve OEE teknikleri kullanılarak seçilen makinenin mevcut durumunu analiz edebilmek için set-up kombinasyon tablosundan yararlanılabilir. Set-up kombinasyon tablosu hem sırasıyla iş elemanlarını hem de iş elemanlarının ne kadar zaman aldığını, hangi iş elemanının daha uzun sürdüğünü tespit etmek için kullanılır.

Genel olarak mevcut durum analizine başlamadan önce hazırlık sürecindeki zaman oranları dört adımda analiz edilebilir. Bu dört adımın yüzdesel ağırlıkları Tablo 3.1’de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Klasik hazırlık süresi birim operasyonları (oadmin, 2022)

Operasyonlar	Oran (%)
Hazırlık ve fonksiyon kontrolü	30
Teçhizatın makinaya bağlanması	5
Teçhizatı makine üzerinde ayarlama	15
Deneme üretimi, gerekirse tekrar ayar	50

Mevcut durumdaki kayıpları azaltabilmek için SMED uygulamasında hedeflenen hazırlık sürelerine ulaşabilmek gerekir. Tablo 3.1’de belirtilen hazırlık aşamalarının detaylı olarak incelenmesi gerekmektedir.

Mevcut durum analizi sonucunda, sürece ait mevcut verilerin belirlenmesinin ardından, sürecin iyileştirilmesi için hazırlık adımlarının iç ve dış hazırlık olarak ayrıştırılması aşamasına geçilebilir.

3.1.6.4. İç ve dış ayarların ayrıştırılması

SMED uygulamasında en önemli aşamalardan birisi iç ve dış ayarların doğru bir şekilde ayırt edilmesi aşamasıdır. Makine durduğunda yapılacak işler ile, durmadan yapılabilecek işler doğru bir şekilde belirlenir ise ilk aşamada yalnızca yüzde 30-50 arasında bir zaman iyileştirmesi sağlanabilir (Demir, 2009).

SMED uygulanmamış hazırlık prosesleri incelendiğinde, genel olarak hazırlık adımlarının çoğunun iç hazırlık faaliyeti olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu durum da aslında durmadan çalışabilecek olan tezgah, ayar yapmak için durdurulduğu için verimsizliğe sebebiyet vermektedir.

Hazırlık adımlarının detaylı olarak incelenip analiz edilebilmesi için çoğunlukla video kayıt yöntemi kullanılır (Hülagü, 2011). Kronometre yerine video kaydı yöntemini kullanmak, kayıtlar tekrar tekrar izlenebileceği için gözlem kaynaklı kayıpları minimuma indirecektir. Görsel bir kayıt olduğu için de mevcut durumda hazırlık süreci boyunca yapılan hataları çalışan personellere aktarmak daha kolay ve etkili olacaktır.

İç ve dış hazırlık adımlarında genellikle kayba sebebiyet veren faaliyetler ise temizleme, arama ve stoklama faaliyetleridir. Örneğin, kalıp değişiminde kullanılacak olan anahtar, kalıp değişimi sırasında temin edilmeye gidilirse, bu hazırlık sürecinde ekstra bir zaman kaybına yol açacaktır. Bunun için gerekli olan anahtar kalıp değişimi başlamadan önce de temin edilip ilgili alana getirilebilir. İç ve dış hazırlık adımı ayrımı yapılırken, mevcutta yapılan iş adımları bu göz ile değerlendirilmeli.

3.1.6.5. İç hazırlık adımlarının dış hazırlığa dönüştürülmesi

Bir önceki aşamada belirlenen iç ve dış hazırlık adımlarının ardından, SMED uygulanmadan önce iç olarak uygulanan adımlar, direkt olarak dış adıma aktarılabilir ve zaman kazancı sağlanır. Ancak bunu yapabilmek için bazı yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu yöntemlerin başında ise mevcutta çalışanların alışkanlıklarından vazgeçmesi gerekmektedir.

3.1.6.6. İç ve dış hazırlık adımlarının iyileştirilmesi

İlk aşamada iç ve dış hazırlık elemanları ayırt edildikten sonra bir sonraki aşamada iç hazırlık adımlarının dış hazırlık adımları haline getirilmesi üzerine çalışmalar yapıldı ve bu sayede makinanın üretim yapmadan durduğu süre azalmıştı. Bu aşamada ise SMED'in nihai hedeflerinden olan hazırlık süresini tek haneli sayılara düşürmek için gerekli çalışmalar yapılmalıdır. Bu doğrultuda amaç; makinelerin kapalı kalmasını gerektiren faaliyetleri azaltmak ya da makine çalışırken yapılmasını sağlamaktır (Hülagü, 2011).

Bu aşamada SMED çalışmalarında kullanılan ECRS analizi etkili bir yöntemdir. Bir önceki aşamada belirlenen faaliyetler, en çok zaman kaybı yaşatan başta olmak üzere tek tek incelenmelidir ve ECRS analizi uygulanmalıdır. Bu analiz yapılırken mutlaka

farklı bir bakış açısı desteği alabilmek için sahada direkt olarak tezgah ile çalışan operatör veya üretim mühendisi haricinde, bakım ve sürekli iyileştirme birimi çalışanlarından destek alınmalıdır. Bu şekilde alışlagelmiş çalışma davranışları farklı bir göz ile daha kolay tespit edilebilir.

3.1.6.7. Çalışma etkinliğinin ölçülmesi

Yapılan çalışmanın etkinliğinin değerlendirilmesi aşamasında anahtar performans göstergelerinden destek alınmalı. Bu göstergeler genel olarak bir SMED çalışması için % hazırlık süreleri, ekipman uygunluğu, hazırlık süresinin iş gücüne oranı, birim ürün maliyetine etki ve OEE verileri olarak kullanılır. Ancak söz konusu makine etkinliği ve verimliliği olduğunda, belirtilen anahtarların arasında en sık kullanılan anahtar gösterge OEE'dir (Chen ve Meng, 2010).



4. SMED YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

Günümüzde artan rekabet koşulları, sürekli değişen müşteri beklentileri, artan hammadde, enerji ve işçilik maliyetleri sonucunda üretim yapan işletmelerin faaliyetlerindeki verimlilik artışı olmazsa olmaz konuma gelmiştir. Geleneksel üretim modellerinde günümüze kadar ki olan süreçte kârı arttırabilmek için satış fiyatına artış yapılıyordu, ancak bu durum küresel rekabet koşullarında ayakta kalabilmeyi oldukça zorlaştırmakta. Bu durumun önüne geçebilmek için birim maliyetlerin düşürülüp, kârın arttırılması olmazsa olmaz hale gelmiştir. Bunun için en önemli tekniklerden birisi olan yalın üretim ve sürekli iyileştirme felsefesi artık işletmelerin ayakta kalabilmesi için olmazsa olmazdır.

Sürekli iyileştirme felsefesi kayıpların azaltılmasından beslendiği için işletme geneline etkin bir şekilde entegre edildiğinde, yalnızca üretim süreçlerinde değil, ofis süreçlerinde de verimlilik artışı sağlanabilir. Bu da sürekli iyileştirme felsefesinin aslında bir işletme için çok önemli olduğunun kanıtıdır.

Bu çalışmada, Sakarya’da alüminyum doğrama sektöründe proje bazlı üretim faaliyeti gösteren bir işletmede SMED yöntemi kullanılarak, geciken sevkiyatların sıfırlanması, parti büyüklüğü kaynaklı stokların azaltılması ve hazırlık sürelerinin azaltılması amaçlanmıştır.

4.1. İşletmenin Tanımı

SMED uygulamasının yapıldığı firma 2001 yılında Gebze tesislerinden Sakarya Akyazı’ya taşınan yabancı menşeli bir alüminyum doğrama fabrikasıdır. %99 ihracat oranında çalışan şirket, alüminyum profilden kendi tasarımları olan kış bahçesi, katlanır, sürgülü, sabit kapı pencere sistemleri, cam balkon, korkuluk ve balkon kaplama sistemleri üretmektedir. Çalışma şirkette başlatılan yalın dönüşüm sonrasında değer akış haritalama ve SMED yönteminin kullanıldığı ilk çalışma olarak şirket içinde de örnek teşkil etmektedir.

Çalışma, üretim hatlarını besleyen, firmanın ürünlerde kullandığı aksesuarların imal edildiği aksesuar imalat bölümündeki 60 tonluk C tipi pres tezgahında 10 adım Kobetsu Kaizen yöntemi uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

4.2. Çalışmanın Yapılacağı Makinenin Belirlenmesi

SMED çalışmasının uygulanacağı makineyi belirlemek için ilk olarak DAH yöntemine başvurulmuştur. Bu aşamada öncelikle haritanın çizileceği ürün grupları belirlenip, çizilen harita üzerinde verimsiz noktalar tespit edilip, o noktalara yönelik iyileştirme adımları uygulanacaktır.

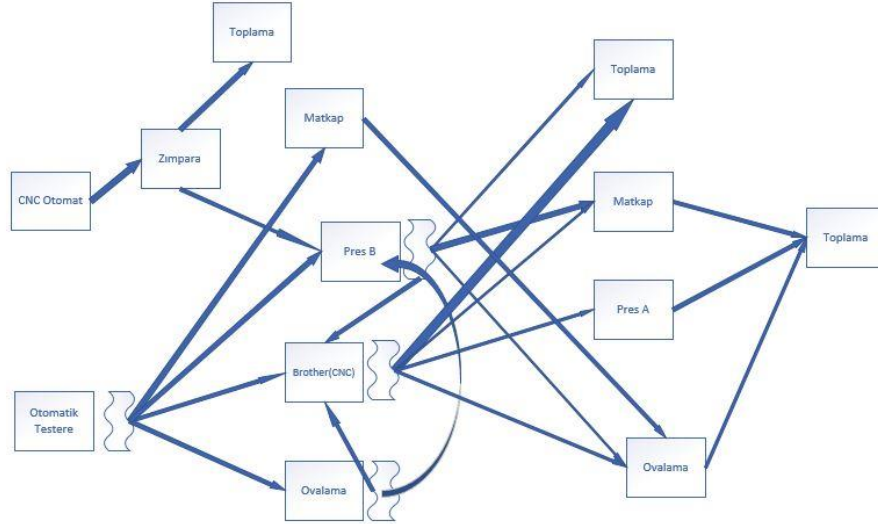
4.2.1. Değer akış haritası için ürün gruplarının belirlenmesi

Çalışmanın yapılacağı makinenin belirlenmesi için öncelikle ilgili alanda ortak bir ürün ailesi seçmek için ürünler Tablo 4.1'deki gibi gruplanmıştır, ardından seçilen ürün grubu için Şekil 4.2'deki değer akış haritası oluşturulmuştur ve ortalama 45 dakikalık hazırlık süresiyle PR-03 kodlu pres tezgahı darboğaz tezgahı olarak belirlenmiştir.

Tablo 4.1. Gruplanan ürünler listesi

Değer Akış Rotalama	CNC İşlem(sn)	CNC Otomat(sn)	Otomatik Testere(sn)	Pres(sn)	Matkap(sn)	Montaj(sn)	Toplam Süre(sn)	Gruplar
30155	33		35	13	8	55	144	1
30154	33		35	13	8	55	144	1
30127	42		17	8	9	54	130	*1*
30149	35		27	11	10	48	131	1
30264	58		21	13	11	43	146	1
30310	23		32	9	15	47	126	1
30308	21	55	27		15	46	164	2
30329	63	80	44		9	90	286	2
30833	38	121	45		14	29	247	2
30266	75	40	60			35	210	3
30340	40	66		20		76	202	3

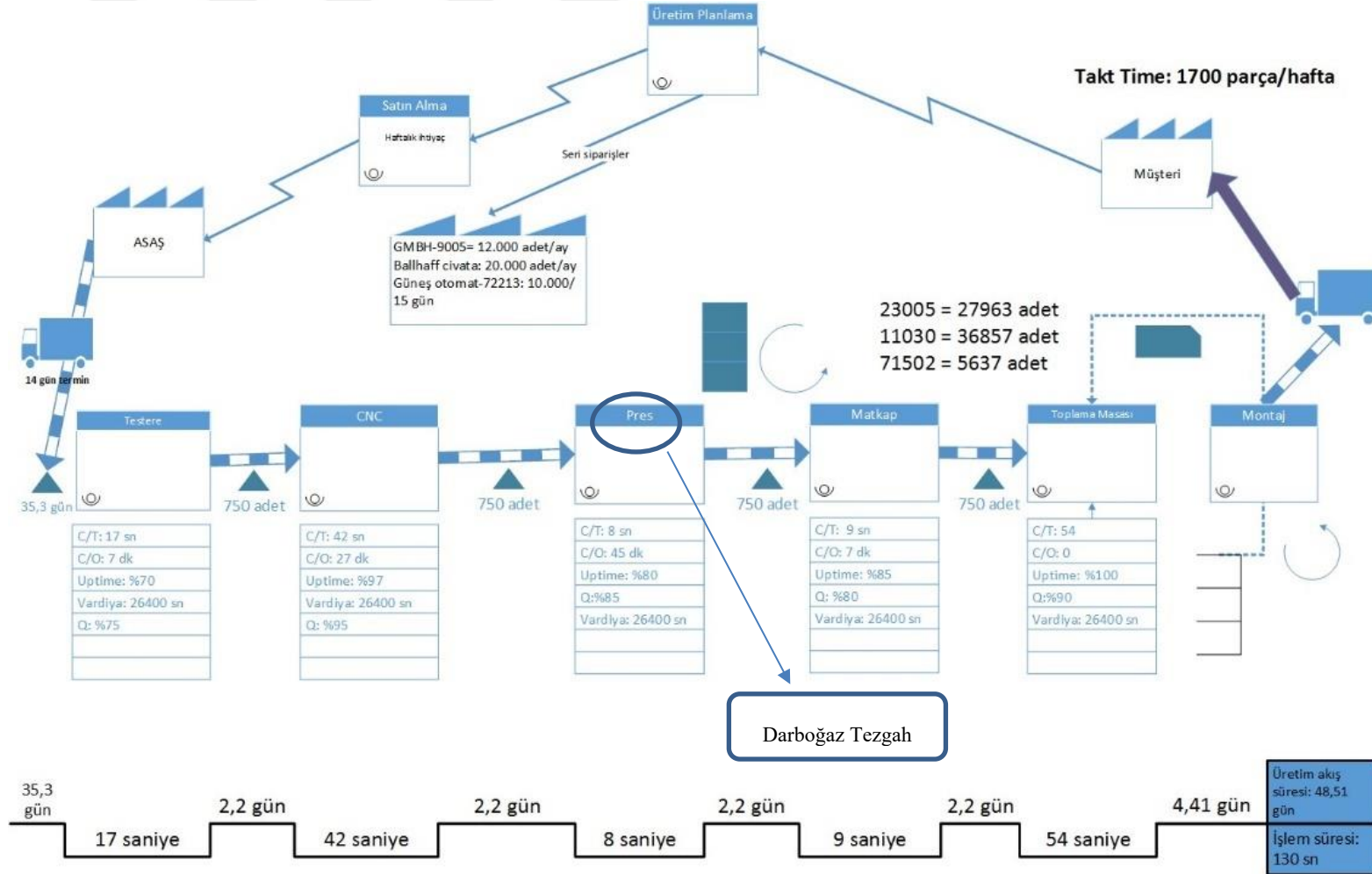
Parçalar ürünler rotalarına göre gruplandıktan sonra aralarında yıllık talebi en fazla olan *30127* kodlu aksesuar değer akış haritası çizilmek üzere seçilmiştir ve aksesuar imalat bölümündeki üretim akışı Şekil 4.1'teki gibi gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Aksesuar imalat bölümündeki olası iş akışları

4.2.2. Seçilen bir ürün grubuna göre değer akış haritasının çizilmesi

Yıllık üretim adedi en fazla olan 30127 kodlu ürün için çizilen değer akış haritası Şekil 4.2’de belirtilmiştir. Ardından ilgili alandaki çevrim ve akış süreleri incelenmiştir. Mevcut durumda 30127 kodlu ürün için çevrim süresi 130 saniye, akış süresi ise 48,51 gün olarak tespit edilmiştir

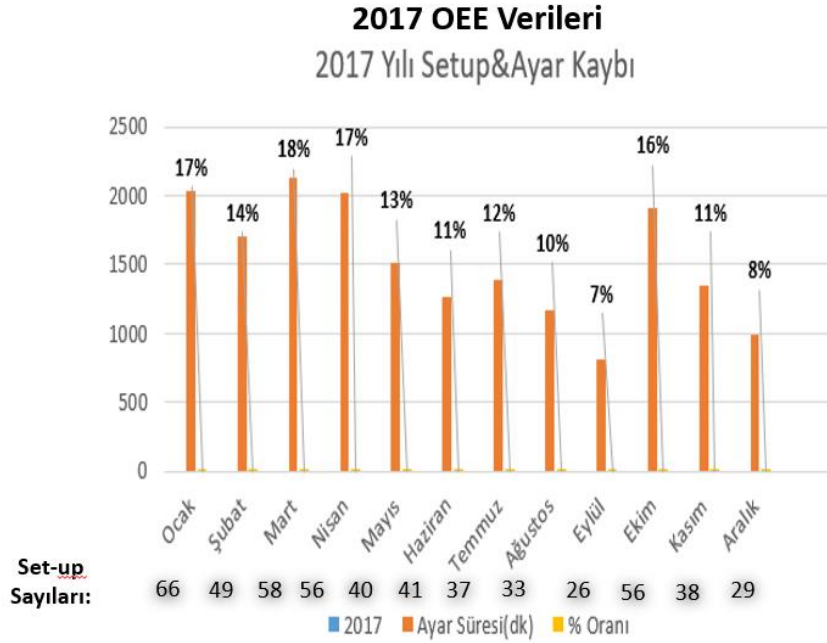


Şekil 4.2. Mevcut durum değer akış haritası

Şekil 4.2’de 45 dakikalık hazırlık süresinden dolayı pres tezgahı darboğaz tezgah olarak belirlenmiştir. Seçilen tezgaha yönelik detaylı OEE verileri analizi bir sonraki bölümde incelenmiştir.

4.2.3. OEE verilerinin incelenmesi

Çizilen değer akış haritasının adından diğer bir önemli performans anahtarlarından birisi olan OEE verileri de Şekil 4.3’de incelenmiştir.



Şekil 4.3. İncelenen OEE verileri

Çalışmada 2017 yılına ait OEE verilerinde kayıplar ayar süresi (dk), ayarın OEE içindeki % oranı ve bir ayda yapılan set-up sayıları ve süreleri olmak üzere 3 parametreye göre değerlendirilmiştir. Üretim yoğunluğunun düşük olduğu Eylül ve Aralık ayları dışında diğer aylar OEE verisinde ayar süresi %10’un üzerinde gerçekleşmiştir. Sütun grafiğindeki ayar süreleri 12 boyunca incelendiğinde ortalama 1518 dakika (25,3 saat) ayar kaybını işaret etmektedir. bir ayda tek vardiya üzerinden 24 vardiya olduğu düşünülürse, tek vardiya olarak çalışan bu tezgahta ayda 1518/ dakika ayar kaybı neredeyse aylık 3,5 vardiyalık bir duruşa karşılık gelmektedir. Yapılan aylık ayar sayısına ortalama olarak bakıldığında ayda yaklaşık 44 defa ayar işlemi yapılmaktadır. 44 defa ayar adedi ise günde yaklaşık 1,84 ayar değişimine karşılık gelmektedir. Şekil 4.2’deki değer akış haritasında tespit edilen 2,2 günlük ara stoğun sebeplerinden birisi ve büyük kitleler halinde üretimin sebebi de günlük düşük

ayar adedidir. Bu durumda ayar süreleri üzerinde yapılacak iyileştirmeler tezgah kapasitesi üzerinde hem ekstra vardiya kazançları hem de daha küçük üretim lotlarıyla çalışıp üretim esnekliğinin artırılarak ara stokların azaltılabilmesine olanak sağlayacaktır.

4.3. Çalışmanın Yapılacağı Kalıbın ve Malzemenin Belirlenmesi

Çalışmanın yapılacağı kalıp belirlenirken de OEE verilerinden destek alınmıştır. Şirket bünyesinde tutulan OEE verilerinde ilgili makine için bir yıl boyunca hangi kalıp kaç kere değişmiş, hangi kalıp bağlanırken ne kadar zaman kaybedilmiş, hangi kalıptan ne kadar üretim yapılmış Şekil 4.4'teki bilgilere ulaşılmıştır. Bu üç parametreye göre yapılan analiz sonucu üç analizin ikisinde ilk yedi de olan sarı renk ile işaretlenmiş 77022 no'lu kalıp parçası ile çalışmaya başlanmıştır.

ÜRETİM ADEDİ SIRALAMA			SETUP SÜRESİ SIRALAMA			SETUP SAYISINA GÖRE SIRALAMA			
Sıra No	Kalıp No	Toplam ÜRETİM ADEDİ	Sıra No	Kalıp No	SE TOPLAM	Sıra No	Kalıp No	Say SE01	Say SE02
1	45000	71060	1	77022-1	1084	1	77022-5	24	21
2	77320	66600	2	77022-5	1046	2	77022-3	23	23
3	77006	41096	3	77022-3	1033	3	77022-4	23	23
4	77185	34700	4	77029	944	4	77324	23	21
5	45003	27080	5	77022-4	922	5	77022-1	22	22
6	77005	26150	6	77022-2	835	6	77022-2	22	22
7	77324	23473	7	77324	761	7	77022-6	22	3
8	70020	17428	8	45003	432	8	77029	19	19
9	72510-1	14630	9	45000	416	9	45003	13	13
10	77056	11687	10	73600	363	10	45000	12	12
11	77031	10100	11	72510-1	336	11	73600	11	11
12	77003	9700	12	77022-6	275	12	72510-1	9	9
13	77022-1	8537	13	77129	257	13	77377	9	7
14	77022-2	8311	14	77056	253	14	77129	8	7
15	77022-4	8146	15	77377	250	15	77085	7	6
16	77022-5	8146	16	77006	239	16	77086	7	2
17	77022-6	8124	17	77030	225	17	77056	6	6
18	77022-3	8551	18	70020	222	18	77006	6	6
19	77055	8400	19	77677-1	216	19	77192-1	6	6
20	70568	7415	20	77085	193,5	20	77192-2	6	6
21	77004	7050	21	77081-1	188	21	ka-16	6	4
22	71521	6250	22	77192-3	187	22	72660	6	2
23	73600	5906	23	77192-1	183	23	77030	5	5
24	77029	5897	24	77192-2	180	24	70020	5	5
25	77325	5358	25	73508	176	25	77677-1	5	5
26	77129	5115	26	77320	173	26	77081-1	5	5
27	45052	5060	27	77221	163	27	77192-3	5	5
28	77030	4684	28	ka-16	156	28	73508	5	5
29	72571-1	4060	29	77325	150	29	77325	5	5
30	77038	4044	30	77005	149	30	77005	5	4
31	73595	3366	31	77031	139	31	ka16	5	2
32	77081-1	3250	32	77104	135	32	77221	4	4
33	77377	3159	33	ka16	135	33	77325	4	4
34	77192-1	2810	34	77676-1	126	34	73720	4	2
35	45017	2675	35	77003	125	35	72659	4	2
36	77085	2623	36	77223	120	36	72663	4	2
37	77689	2590	37	47107	113	37	72661	4	1
38	77086	2553	38	73072	107	38	77031	3	3
39	72510-2	2500	39	72571-1	105	39	77104	3	3
40	77002	2400	40	771587	105	40	77676-1	3	3
41	77442	2352	41	73595	103	41	77003	3	3

Şekil 4.4. 2017 yılında yapılan kalıp değişimleri analizi

4.4. SMED Uygulaması İçin Mevcut Durum Analizi

Çalışma modelinde bahsedildiği gibi SMED metodu uygulayabilmek için ilk önce kalıp değişimi yapılırken mevcut durum analiz edilmiştir. Mevcut durumu analiz

etmek için set-up kombinasyon tablosundan destek alınmıştır. İlk tablo oluşturulurken mevcut durumda hiçbir aksiyon alınmadan yapılan kalıp değişimi videoya alınmıştır. Ardından incelenen video kayıtlarından baştan sonra bir kalıp değişimi süreci için her bir iş elemanı ile birlikte süreleri Tablo 4.2’teki gibi yazılmıştır.

Şekil 4.1’deki çizimden görüleceği gibi iyileştirmeye açık bazı yönler bulunmaktadır. Öncelikle mevcut durum değer akış çiziminde bunların görselleştirilmesi gerekmektedir. Çizilen mevcut durum haritasının üzerinden iyileştirmeye açık olarak görülen noktalar şekil üzerinde gösterilmelidir. Yukarıdaki mevcut durum haritasında iyileştirme noktaları belirlenmiştir.

Şekil 4.2’deki mevcut durum haritasında pres tezgahının hazırlık süresinin 45 dk olması bir vardiyada işlenecek ürün çeşitliliğini azaltmaktadır. Fabrika da mevcut düzene göre günde ortalama 4 adet kalıp değişimi yapılmaktadır. Bir vardiya (7,5 saat) da 4 defa kalıp değiştirmek 3 saat gibi bir süreye denk gelmektedir. Bu süre de neredeyse yarım vardiyaya tekabül etmektedir. Bu yüksek hazırlık süresi fabrikayı stoklu çalışmaya itmiştir. Bu yüzden akış tipi üretime geçebilmek için pres tezgahının hazırlık süresi iyileştirilmesi gereken bir darboğazdır.

Ayrıyeten 35,3 günde tüketilebilecek profil stoğu da fabrika için yüksek bir stok bulundurma maliyeti oluşturmaktadır. Pres tezgâhındaki hazırlık süresini düşürebilmek ve 35,3 günlük profil stoğunu optimum seviyeye çekebilmek için SMED çalışması yapılmalıdır. SMED çalışmaları ile parti büyüklüklerinin minimize edilmesi hedeflenmektedir.

Tablo 4.2. Mevcut durum kombinasyon tablosu

İşlem Adımı	İş Elemanları	İşlem Süresi(sn)
1	Kompresör ile eski kalıbı temizleme	13
2	Anahtar ve alyanı masadan alma	10
3	Alyan ile kalıbın saplamalarını gevşet ve sökme	61
4	Kalıbın dayamalarını çıkart ve masaya koyma	9
5	Kalıbı çıkart ve masaya koyma	7
6	Masadan anahtarı alma	3
7	Anahtar ile kafa somunlarını gevşetme	32
8	Mapayı sökme ve masaya koyma	10
9	Mapanın tutucusunu bez ile silme	9
10	Çıkarılan kalıbı bez ile silme	8
11	Eski kalıbı masadan alıp rafa götürme	13

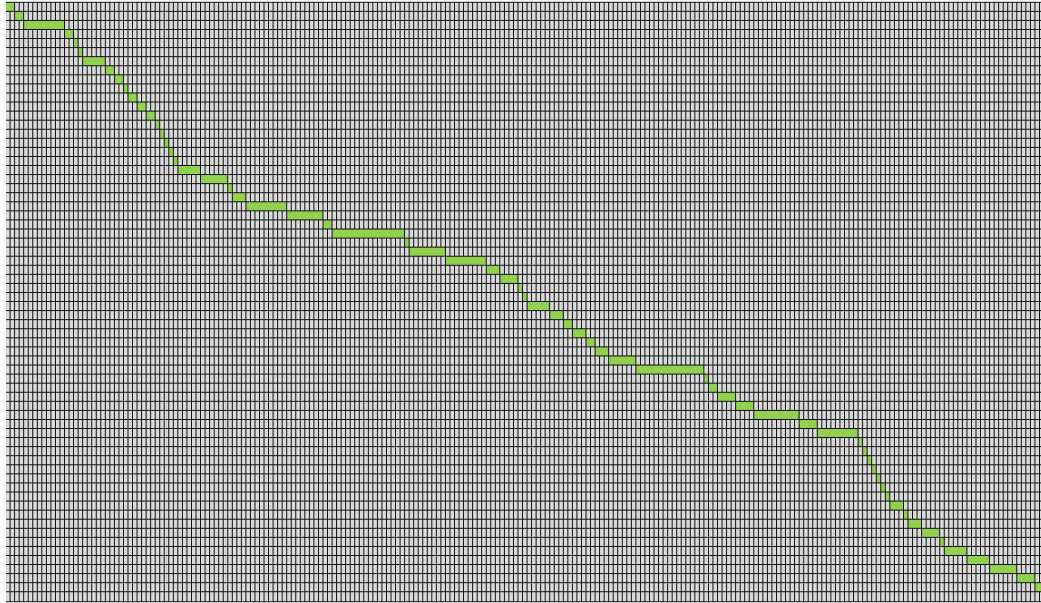
Tablo 4.2. (Devamı) Mevcut durum kombinasyon tablosu

12	Yeni kalıp dayamalarını bez ile silme	11
13	Masanın üzerindeki anahtarları düzenleme	13
14	Tablayı koymadan önce tezgahı bez ile silme	9
15	Tablanın bulunduğu masayı tezgahın yanına çekme	8
16	Masanın yüksekliğini tezgaha göre ayarlama	4
17	Tablayı tezgaha koyma	7
18	Masayı geriye çekme	5
19	Tablayı tam olarak yerine oturtma	29
20	Tablanın sapmalarını el ile takma	34
21	Elleri bez ile silme	5
22	Bez ile masayı ve ekipmanları silme	15
23	Alyan ile tablanın saplamalarını sıkma	63
24	Alyan ile kamayı söküp masaya koyma	45
25	Kurs payı ayarlama anahtarını yerinden alma	12
26	Kurs payını ayarlama	99
27	Kurs payı anahtarını bez ile silme	6
28	Alyan ile kamayı yerine takma	47
29	Alyanı bez ile silme	58
30	Çekiç ve alyanı yerine götürme	15
31	Göbek somununu gevşetme	26
32	Büyük anahtar masadan alma	6
33	Büyük anahtar ile ana gövde somununu gevşetme	7
34	Mandallama yapma	29
35	Eski kalıp dayamalarını masadan alıp rafa koyma	21
36	Yeni kalıp için gereken dayamaları alıp tezgaha koyma	11
37	Dayamaları ve kurs payı anahtarını bez ile silme	16
38	Kurs payı anahtarını yerine götürme	15
39	Yeni kalıbı raftan alıp masaya koyma	17
40	Kalıbı mapaya bağlayan parçasını birleştirme	36
41	Yeni kalıbı tezgaha yerleştirme	97
42	Mapayı yerine bağlama	9
43	Mapanın cıvatarlarını el ile sıkma	14
44	Büyük anahtar ile presi yükseltme	25
45	Anahtar ile mapanın cıvatarlarını sıkma	23
46	Kalıp desteklerini kalıba takma	73
47	Büyük anahtar ile presi yükseltme	26
48	Basma yüksekliği ayarını yapma	62
49	Büyük anahtar ile presi indirme	7
50	Basma yüksekliği ayarını yapma	7
51	Büyük anahtar ile presi indirme	8
52	Basma yüksekliği ayarını yapma	6
53	1 tane numune deneme	9
54	Büyük anahtar ile presi indirme	8
55	Basma yüksekliği ayarını yapma	4

Tablo 4.2. (Devamı) Mevcut durum kombinasyon tablosu

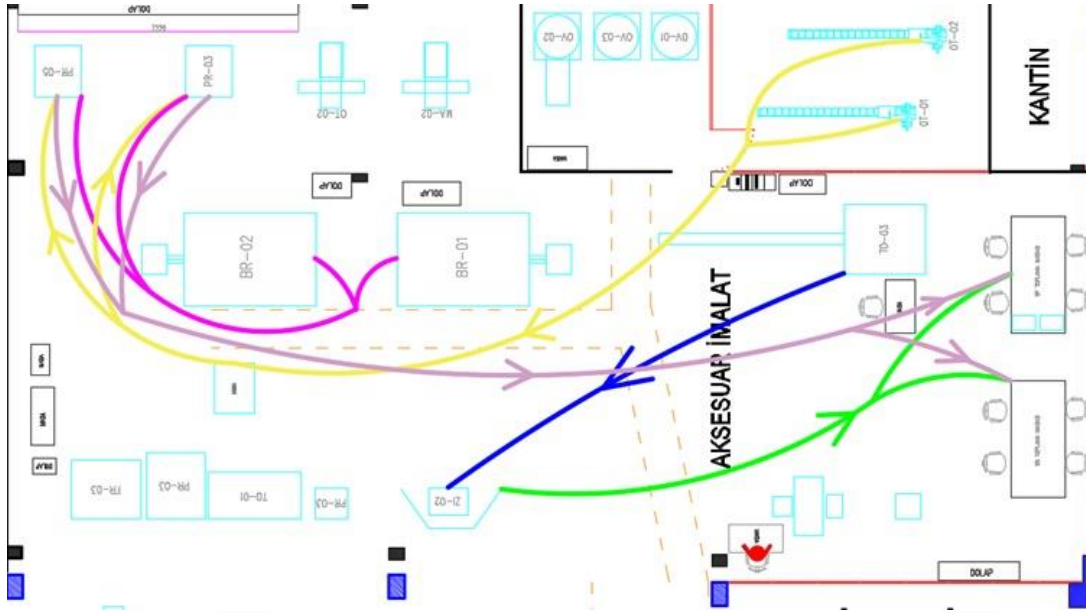
56	Numuneyi kontrol etme	19
57	Büyük anahtar ile presi indirme	7
58	3 tane numune deneme	22
59	Numuneleri kontrol etme	27
60	Büyük anahtar ile gövde somununu sıkma	9
61	Göbek somununu anahtar ile sıkma	31
62	Masanın üzerindeki anahtarları yerlerine götürme	33
63	OEE formunu yazma	41
64	Yeni eldiven alma	27
65	İşlenecek ürünleri koymak için kasa alıp gelme	15
Toplam Süre(dk)		24,2

İlgili tablonun zaman eksenindeki gösterimi ise Şekil 4.4'te belirtilmiştir. 77022 numaralı parça kalıbının hazırlık süresi ilk ölçümde tek operatör ile 24,2 dakika tespit edilmiştir.

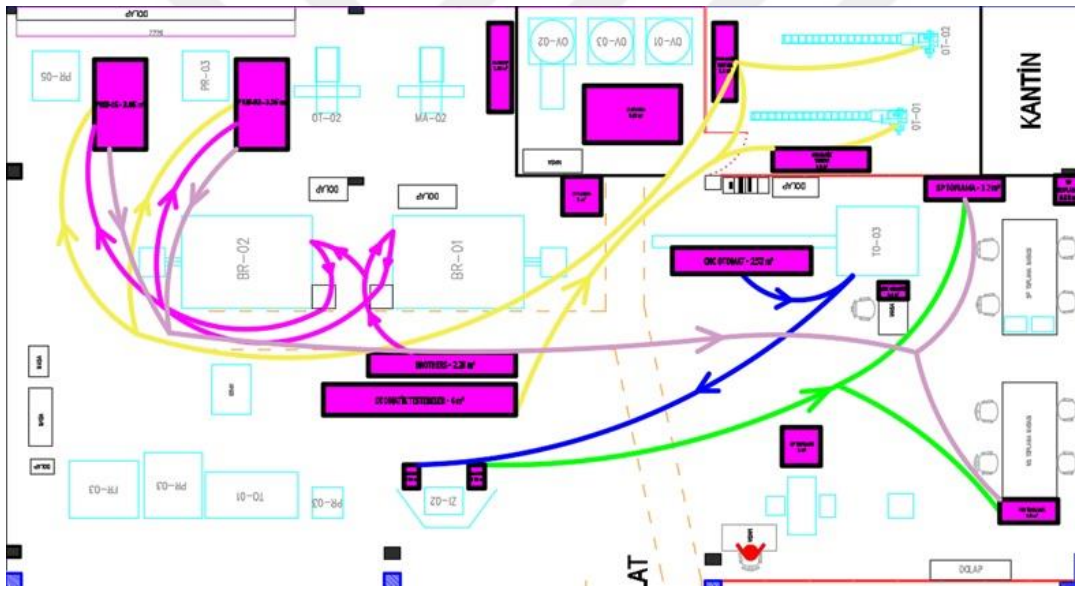


Şekil 4.5. Mevcut durum set-up kombinasyon tablosu

Mevcut sistemde birbirleriyle yakın olması gereken tezgahların uzak olması ve tezgahların uzun hazırlık süreleri fabrikayı stok ile çalışmaya sebebiyet vermektedir. Stok ile çalışmakta fabrika içi yerleşimde stok alanlarının çok fazla yer kaplamasına ve yüksek stok maliyetine neden olmaktadır. Bu durumda; yürüme mesafelerinin, stok alanlarının, tezgah hazırlık sürelerinin ve stok miktarlarının optimum seviyeye düşürülmesi hedeflenmiştir. Bölüm içi yürüme yolları Şekil 4.5'te, bölüm içi stok alanları ve akışları Şekil 4.6'da belirtilmiştir.



Şekil 4.6. Mevcut durum bölüm içi yürümlerin spaghetti diyagramı



Şekil 4.7. Mevcut durum stok alanlarının spaghetti diyagramı

4.5. İç ve Dış Ayar Adımlarının Ayırıştırılması

Ayar sürecinde makine etkinliğinin artırılması için yapılan her ayar adımının makine çalışırken yapılması gerekmektedir. Mevcut durumda yapılan video analiz sonucunda Tablo 4.2’de belirtildiği gibi SMED uygulanmadan önce tüm işlemler tezgah durdurulup yapıldığı için iç ayar olarak gerçekleşmiştir. Mevcut durumu gösteren Tablo 4.2 incelendiğinde elde edilen veriler özet olarak Tablo 4.3’te gösterilmiştir. Mevcut duruma göre 24,2 dakika olarak gerçekleşen ayar süresinin 9,5 dakikası dış, 14,7 dakikasının iç olabileceği tespit edilmiştir. Sadece analizde bile

hazırlık işleminde yapılacak birkaç çalışma alışkanlığı veya davranışlarındaki değişiklik hazırlık süresinde iyileşme sağlayacaktır.

Tablo 4.3. Mevcut durum iş ve dış ayar süresi ayrımı

	İç Ayar Süresi (dk)	Dış Ayar Süresi (dk)	Toplam (dk)
Ayar Süresi	14,7	9,5	24,2

4.6. İç Ayar Adımlarının Dış Ayar Adımlarına Dönüştürülmesi İçin Aksiyonların Alınması

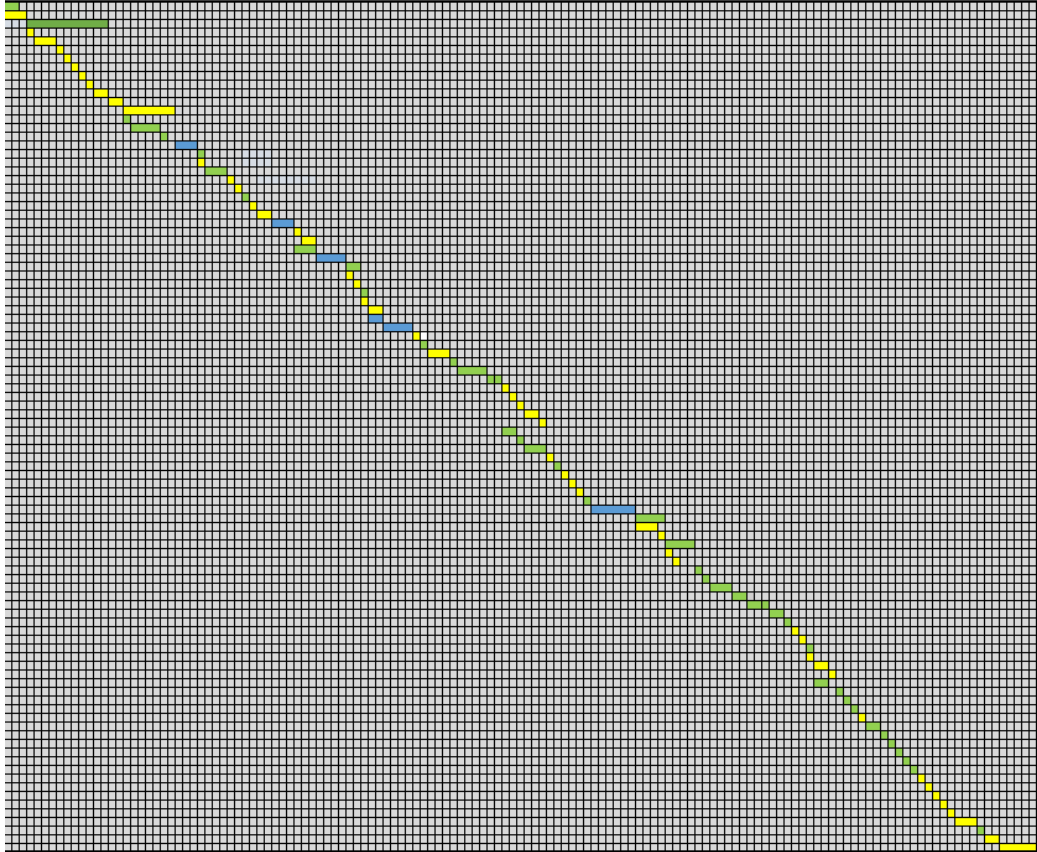
Bu adımda bazı iş adımları üzerinde yapılacak iyileştirmeler hakkında detaylardan bahsedilecektir. Ayar süresinde iyileştirme yapabilmek için yalın üretimin etkili tekniklerinden 5S yöntemi kullanılarak arama, temizleme, kontrol ve bulma faaliyetlerinde iyileştirmeler yapılacaktır. Örneğin Şekil 4.7’de hazırlık sürecinde kullanılacak olan ekipmanların dağınık ve uzak olmasından kaynaklı zaman kaybı yaşanıyordu, ilgili ekipmanlar tezgahın yanına getirilerek hepsine kolay ulaşılabilmesi için köpükten ekipman kesitlerine göre yuva yapılmıştır.

FORM	Form birim: Serbest mi, havuz: Arıza türünde: Arıza: ☒ diğer	KONU	Formu hakkında kalıcı bilgi veriniz Tanımsız malzemelerin isimlendirilmesi	KATEGORİ	☐ Yürürlük ☐ Malzeme ☐ ISO ☐ Çevre ☐ Kalite ☐ Ürün Kayıpları ☐ İşgüçlüğü ☒ 15 ☐ İşçiler ☐ İşin Tesviri ☐ İşçiler ☐ Olumsuz Bakım Enkazın, lağılı birer birer kazılarak kaldırılması
ÖNCE			SONRA		
Açıklama	Aksestar bölümünde presle kullanan ekipmanlar çekildikleri gibi dağılıp durmakta ve belirli yerleri yoktur. Bazı durumlarda ekipman kayıpları ve set-up sırasında süre kaybı yaşanmaktadır.		Açıklama	Ekipmanlar ait pres tezgahının yakınında sabit bir bölün ve isimlendirme çalışması yapılmıştır.	
Fotoğraf / Kraki					
					
MASRAF / KAZANÇ			YAYGINLAŞTIRMA		
Yapılan malzemenin fiyatı : 45 TL + KDV			Bu isimlendirme, yeri belirsiz olan tüm ekipmanlar için yaygınlaştırılacaktır.		
Ekipmanların kaybolmasının önüne geçilmiştir.					

Şekil 4.8. Örnek 5S uygulaması

Yukarıda yapılan 5S örnek çalışmasının ardından bir diğer yapılan iyileştirme ise mevcut durumda tek kişi ile gerçekleştirilen hazırlık sürecini iki kişiye çıkarmak olmuştur. Mevcut kalıpta üretim devam ederken, üretimin bitmesine 10 dakika kala

ekip liderinden öncelikle dış hazırlık adımlarının, ardından hazırlık süreci boyunca iç adımların gerçekleştirilebilmesi için destek talep etmektedir. Bu sayede tezgah durmadan yapılabilecek aksiyonlar ve tezgah durunca yapılabilecek adımlar paralel olarak tamamlanmaktadır. Bu sayede mevcutta 24,2 dakika gerçekleşen hazırlık süresi, 14,4 dakikaya düşürülerek %68 oranında iyileşme sağlanmıştır. İki kişi ile yapılan hazırlık sürecinin detayları ekteki Tablo A.1’de belirtilmiştir. Son durumdaki güncel ayar kombinasyon tablosu ise Şekil 4.8’deki gibi belirtilmiştir. Şekil incelendiğinde ilk sütunda hazırlık adımlarının iç veya dış adım olduğu belirtilmiştir. İş adımlarındaki sarı renk ise 1. Operatörü, yeşil renk 2. Operatörü, mavi renk ise ikisinin ayar sırasında yapmış olduğu paralel işleri göstermektedir. Örneğin pres tablasının cıvataları sıkılırken bir ucundan 1. Operatör, diğer ucundan ise 2. Operatörün sıkması gibi yorumlanabilir.



Şekil 4.9. İki operatör ile yapılan set-up kombinasyon tablosu

4.7. Hazırlık Adımlarının İyileştirilmesi

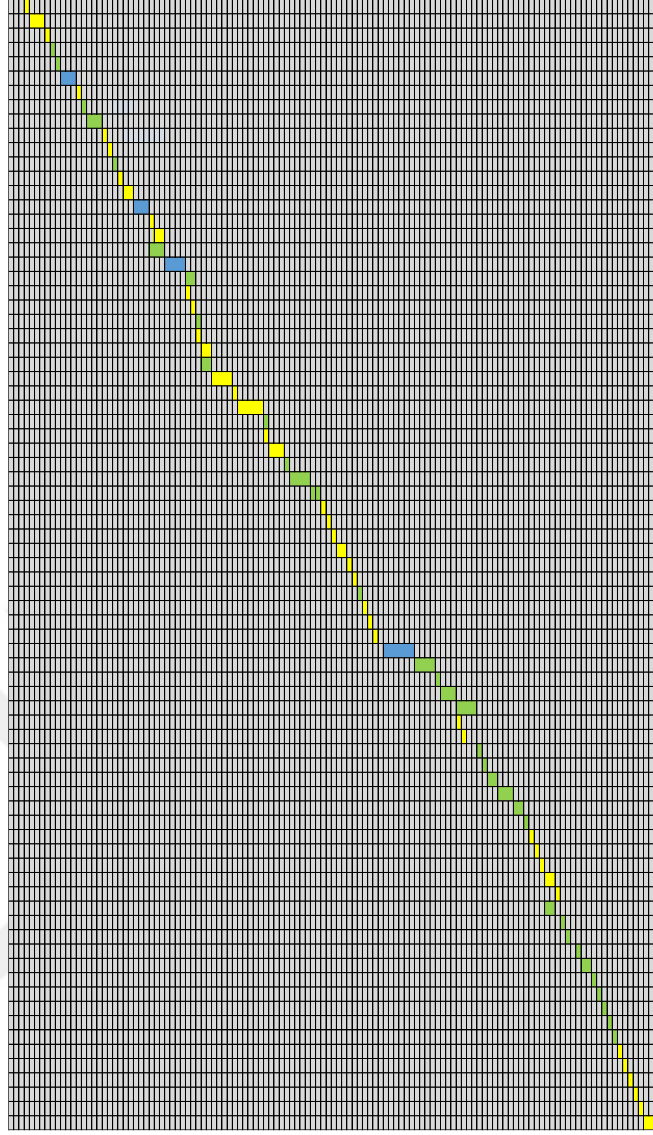
Bu bölüme kadar yapılan iyileştirme aksiyonların haricinde bir SMED çalışmasında mutlaka uygulanması gereken analizlerden birisi olan ECRS analizinden destek

alınmıştır. ECRS analizi, E – Eliminate (yok et), C – Combine (birleştir), R – Rearrange (yeniden düzenle), S – Simplify (basitleştir) olarak tanımlanır. Bu çalışma üzerinde ECRS analizi uygulanan iş adımları, iş adımlarına alınan aksiyonlar ve alınan aksiyonlar sonucu kazanılan süreler özet olarak Şekil 4.9’da belirtilmiştir. Son durumda 14 hazırlık faaliyeti içten dış faaliyete aktarılmıştır, bu aktarım sonucunda 3,55 dakika, C – Combine (birleştir) adımı uygulandıktan sonra 0,49 dakika, R – Rearrange (yeniden düzenle) adımı uygulandıktan sonra 2,35 dakika kazanç sağlanmış olup toplamda 6,38 dakika kazanç sağlanmıştır.

NO	İş Elemanı	İşlem Süre(sn)	Eliminate	Combine	Rearrange	Simplify	İçten Dış Set-up'a alınan	Yapılan Aksiyonlar	İyileştirme süresi(sn)
			E (Yok Et)	C (Birleştir)	R (Yeniden Düzenle)	S (Basitleştir)			
1	Masanın üzerindeki eski kalıp destekleri ve sol saplamanın bez ile silinmesi	13					X		13
2	Raftaki kırmızı anahtarın alınıp tezgaha gelinmesi	22			X			Anahtar takımı tezgahın yanına getirildi.	20
3	Farklı kalınlıktaki alyanın başka bölümden getirilip masanın üzerine konulması	65			X			Alyan takımı tezgahın yanına getirildi.	63
7	Masanın düzenlenmesi	15					X		15
8	Kırmızı anahtarın raftaki yerine yerleştirilmesi	7					X		7
9	Raftan yeni kalıbın alınıp masaya konulması	9					X		9
10	Masadan bezin alınıp kalıbın bulunduğu rafın silinmesi	7					X		7
11	Yeni kalıp desteklerinin raftan alınıp masaya konulması	12					X		12
12	Raftan çekicinin alınıp tezgaha gelinmesi	9					X		9
14	Masanın düzenlenmesi	16					X		16
16	Bez ile tezgahın ve tablanın silinmesi	28					X		28
23	Masadaki desteklerin düzenlenmesi	10					X		9
56	Raftan yeni kalıbın alınıp masaya konulması	22					X		22
57	Ellerin bez ile silinmesi	5		X				Gereksiz yapıldığı tespit edildi ve operatör uyarıldı.	5
58	Raftan alyan alınıp masaya konulması	16					X		16
64	Ellerin bez ile silinmesi	5		X				Gereksiz yapıldığı tespit edildi ve operatör uyarıldı.	5
66	Freze dolabından vida alınıp masaya gelinmesi	60			X			Anahtar takımı tezgahın yanına getirildi.	58
82	Ellerin bez ile silinmesi	5		X				Gereksiz yapıldığı tespit edildi ve operatör uyarıldı.	5
89	Ellerin bez ile silinmesi	6		X				Gereksiz yapıldığı tespit edildi ve operatör uyarıldı.	6
103	Makine sayacının sıfırlanması	18					X		18
104	Ellerin bez ile silinmesi	8		X				Gereksiz yapıldığı tespit edildi ve operatör uyarıldı.	8
105	OEE formunun doldurulması	32					X		32
Toplam Süre(sn)									383
Toplam Süre(dk)									6,38

Şekil 4.10. Özet ECRS Analizi

ECRS analizinin ardından SMED yöntemi özelinde tüm faaliyetler uygulandıktan sonra oluşan hazırlık adımı kombinasyon tablosu Şekil 4.10’de belirtilmiştir. İlk durumda 98 olan hazırlık adımı sayısı, son durumda 79’a, 24,2 dakika olan hazırlık süresi ise 8,02 dakikaya indirgenmiştir.



Şekil 4.11. Son durum kombinasyon tablosu

4.8. Çalışmanın Standardının Sağlanması

Yapılan iyileştirmeler sonucunda SMED Kaizen çalışmasını standart altına alabilmek adına, mevcut durumdaki kalıp değişmeden önce ekip lideri tarafından yapılacak ayar faaliyetlerin listesini ve tarifini yapabilmek adına Şekil 4.11’de belirtilen “Kalıp değişim ön hazırlık talimatı” ve Şekil 4.12’de belirtilen “Kalıp değiştirme talimatı” oluşturuldu ve Kaizen çalışması şirketin kurumsal hafızasına kayıt edildi. Bu sayede değişecek olan alışkanlıklar sonucunda belirlenen iyileştirme adımlarının operatör gözünden kaçmasının önüne geçilmiştir.

İSTASYON:		Aksesuar İmalat & Pr-03		OPERASYON:	KALIP DEĞİŞİMİ ÖN HAZIRLIK TALİMATI	SEMBOL:	ISG	KALİTE	UYARI	
NO	İŞ ADIMI	STANDART ZAMAN (dk)	Yapıldıysa Onay(✓)	MAKİNE/EKİPMAN/EL ALETLERİ	KRİTİK İŞ ADIMI İSE, KRİTİKLİK SEBEBİ?	FOTOĞRAF				
1	Yeni takılacak kalıp için gerekli anahtar, alyan vs. masaya getir.	0,92								
2	Yeni takılacak kalıp için uygun saplama ve dayamaları masaya getir.	0,58								
3	Yeni takılacak kalıbı arabayla tezgahın yanına getir.	1,20		Kalıp taşıma arabası						
4	Getirilen kalıp ekipmanlarını be	0,78		Bez						
5	İşlenecek ürünü tezgahın yanına getir.	0,43		Kalıp taşıma arabası						
6	Toplam Süre	4,31								
7	**Kalıp Değişimi Tamamlandıktan Sonra									
8	OEE formunu doldur.	0,42								
9	Çıkan ekipmanları temizleyip yerlerine götür.	1,23		Bez, Kalıp taşıma arabası						
10	Toplam Süre	1,65								

Şekil 4.12. Kalıp değiştirme talimatı

S.İ.F - KALIP DEĞİŞTİRME TALİMATI										Doküman No:	FR.IM.1.03
										İlk Yayın Tarihi:	13.04.2017
										Form Yayın Tarihi:	10.04.2018
İSTASYON:	AKSESUAR İMALAT & PR-03			OPERASYON:		(77022-1) KALIP DEĞİŞTİRME			SEMBOL:	İSG	
NO	İŞ ADIMI (Kişi Sayısı)	STANDART ZAMAN (dk)	ADET	SEMBOL	MAKİNE/EKİPMAN/EL ALETLERİ	KRİTİK İŞ ADIMI İSE, KRİTİKLİK SEBEBİ?	FOTOĞRAF				
0	Ön hazırlık check-list'ini kontrol	0,20					2	3	4	5	
1	Makineyi durdur.(1)	0,10									
2	Mapa somunlarını sök.(1)	0,25	2		İngiliz Anahtarı						
3	Kalıp mapasını sök.(1)	0,13	1		İngiliz Anahtarı						
4	Takılı kalıbı sök.(2)	0,82									
5	Ana gövde somunlarını gevşet.(1)	0,13	2		İngiliz Anahtarı						
6	Somun kafasını gevşet.(1)	0,32	1		İngiliz Anahtarı						
7	Kurs payı ayarı için kamayı sök.(1)	0,25	1		Alyan						
8	Yeni kalıbın kurs payını ayarla. Kamayı tak.(1)	0,97	1		Kurs Payı Anahtarı						
9	Mandallama yap.(1)	0,22			Çift El Butonu						
10	Basma yüksekliğini kaldır.(1)	0,80			İngiliz Anahtarı						
11	Yeni kalıbı tezgaha yerleştir.(2)	0,70									
12	Kalıbın alt desteklerini bağla.(2)	0,68	2		İngiliz Anahtarı						
13	Mapayı tak.(2)	0,12	1		İngiliz Anahtarı						
14	Mapa somunlarını takıp sık.(1)	0,47	2		İngiliz Anahtarı						
15	Saplama somunlarını takıp sık.(2)	0,23	2		İngiliz Anahtarı						
16	Tekrar mandallama yap.(1)	0,55			Çift El Butonu	Presin kalıba binmemesi için ayar dikkatli yapılmalı.					
17	Somun kafasını sık.(1)	0,22	1		İngiliz Anahtarı						
18	Ana gövde somunlarını sık.(1)	0,15	1		İngiliz Anahtarı						
19	İşleme başla.(1)	0,18									
20	Toplam Süre	8,61									

Şekil 4.13. Kalıp değiştirme talimatı

4.9. Yapılan Diğer İyileştirmeler

1. Yerleşim düzeni optimizasyonu : Değer akış uygulamaları fiziksel yerleşim göstermemektedir. Ancak mevcut durum haritası çiziminde fiziksel yerleşimde sorun yaşandığı görülmüştür. Buna göre Şekil 4.5'te mevcut yerleşim düzeninde spagetti diyagramlarından görüldüğü gibi stok alanlarının çok fazla yer kaplaması ve birbirine yakın olması gereken tezgahların arasındaki uzaklığı fazla olması da akış tipi üretime geçiş sürecinde engel oluşturmaktadır. Bununla ilgili aksiyon alabilmek adına Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'daki spagetti diyagramlarından elde edilen veriler ışığında makinelerin kodları ve açıklamaları Tablo 4.4'te, makineler arası malzeme akışları ve mesafeler Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Burada birbiriyle ilişkisi daha yoğun olan tezgahlar Şekil 4.1'deki akıştan tek tek karşılaştırılarak birbirine daha yakın olacak şekilde konumlandırılmıştır. Uygulanan yeni yerleşim düzenine göre mesafelerden yıllık kazanç Tablo 4.5'te belirtilmiştir. Çalışma özelinde yalnızca makine yer değişimlerinden kaynaklı yıllık 654.566,4 metre mesafe, malzeme stok alanlarından ise %43,6 kazanç sağlanmıştır.

Tablo 4.4. Makine kod ve açıklamaları

Makine veya Ekipman Kodu	Açıklama
TO-03	CNC-Otomat
PR-03	Pres tezgahı
PR-05	Pres tezgahı
OT-01	Otomatik Testere
OT-02	Otomatik Testere
Table for SP	Montaj Masası SP
Table for WD	Montaj Masası WD
ZI-02	Zımpara Makinesi
Warehouse Shelf	Depo

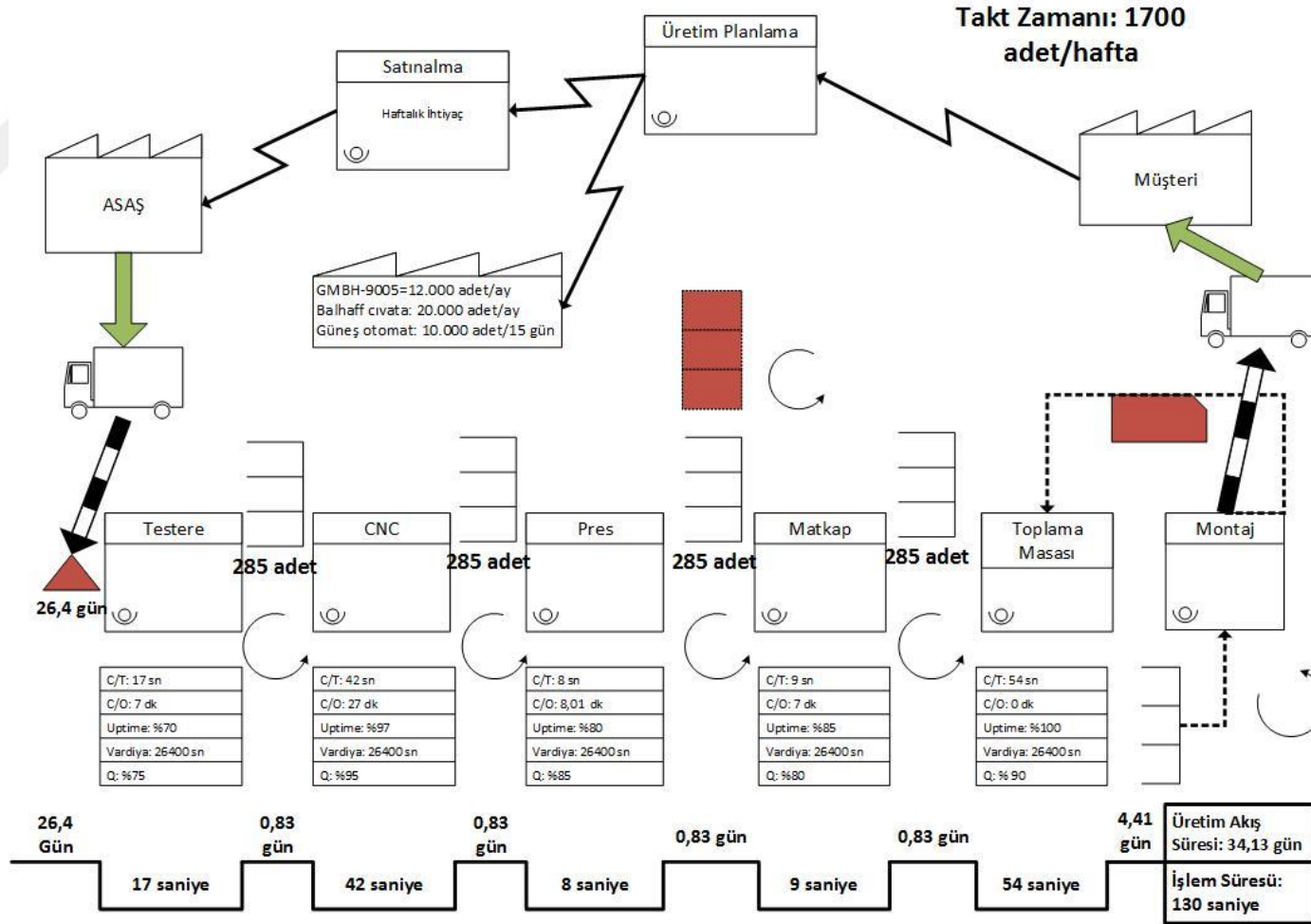
Tablo 4.5. Makine yerleşim düzeni sonrası kazanç matrisi

Makine Kodu	Malzeme Akış Yönü	Makine Kodu	Eski Düzene Göre Mesafe (m)	Yeni Düzene Göre Mesafe (m)	Kazanılan Mesafe (m)	Mesafeler İçin Tasarruf (%)	Parça Başına Yürüme/Yıl	Eski Düzeninde Toplam Yürüme (m)	Yeni Düzeninde Toplam Yürüme (m)	Toplam Kazanılan Mesafe (m)
TO-03	→	ZI-02	11,6	3,8	7,8	67,2%	3.456	40.089,6	13.132,8	26.956,8
OT-01	→	PR-03	29,2	11,7	17,5	59,9%	4.608	134.553,6	53.913,6	80.640,0
OT-02	→	PR-05	31,1	13,3	17,8	57,2%	4.608	143.308,8	61.286,4	82.022,4
PR-03	→	Montaj Masası 2	29,7	6,3	23,4	78,8%	2.304	68.428,8	14.515,2	53.913,6
PR-05	→	Montaj Masası 1	29,3	2,9	26,4	90,1%	2.304	67.507,2	6.681,6	60.825,6
ZI-02	→	Montaj Masası 2	13,7	2,8	10,9	79,6%	5.760	78.912,0	16.128,0	62.784,0
ZI-02	→	Montaj Masası 1	15,3	9,8	5,5	35,9%	5.760	88.128,0	56.448,0	31.680,0
Montaj Masası 1	→	Depo	16,2	3,3	12,9	79,6%	11.520	186.624,0	38.016,0	148.608,0
Montaj Masası 2	→	Depo	14,7	5,4	9,3	63,3%	11.520	169.344,0	62.208,0	107.136,0
TOPLAM								976.896,0	322.329,6	654.566,4

4.10. Gelecek Durum Değer Akış Haritası

Çalışma boyunca tespit edilen kayıplar ve bu kayıplara alınan aksiyonlar sonucunda gelecek durum değer akış haritası oluşturulup Şekil 4.16’da belirtilmiştir.





Şekil 4.16. Gelecek durum değer akış haritası

Yapılan iyileştirmeler sonucunda mevcut durum haritasında 35,3 gün olan hammadde stoğu 26,4 güne, 48,51 gün olan üretim akış süresi, 34,13 güne indirgenmiştir.

4.11. Çalışmanın Etkinliğinin Ölçülmesi

İyileştirme çalışmalarında, çalışma başında hedeflenen proje çıktılarının ölçülüp değerlendirilmesi, çalışmanın belirlenen hedefe ulaşp ulaşamaması, çalışma sonucunda öğrenilmiş derslerin kurumsal hafızaya kazandırılması ve diğer alanlara da yaygınlaştırılması yalın üretim kültürünün şirket kültürüne entegrasyonu konusunda oldukça önemlidir.

Aksesuar imalat bölümünde gerçekleştirilen akış tipi üretime geçiş projesinin ilk aşamasında değer akış haritası çizilerek malzeme ve bilgi akışı tek bir kağıt üzerinden analiz edilmiştir. Harita üzerinden yapılan iyileştirmeye açık noktaların tespiti sonrasında SMED, 5S ve yerleşim düzeni optimizasyonu teknikleri uygulanmıştır. Bu doğrultuda SMED yöntemi 10 adım Kobetsu Kaizen yöntemine entegre olarak ilerletilmiştir ve çalışma sonucunda birim ayar sürelerinde azalma sağlanmıştır.

Uygulanan bu iyileştirme faaliyetleri sonucunda çalışmanın etkinliği altı aylık OEE verileriyle ölçülmüştür ve özet olarak bir sonraki bölümde belirtilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sanayi devriminden bu yana üretim ve hizmet alanında faaliyet gösteren tüm işletmeler için verimlilik artırıcı çalışmalar önemli bir odak haline gelmiştir. Ancak son yüzyılda 1. ve 2. Dünya Savaşları'nın ardından verimlilik çalışmaları daha da önem kazanmıştır ve yalın üretim felsefesinin ortaya çıkmasına olanak sağlamıştır. 2000'li yılların başından bugüne artan ekonomik krizler ve pandemi olayları sonucunda, artan rekabet koşullarıyla birlikte işletmelerin varlıklarını sürdürebilmesi için sürekli iyileştirme prensibini benimsemeleri gerekli hale gelmiştir. Çok hızlı bir şekilde değişen ve gelişen bir çağa ayak uydurabilen işletmeler bu rekabet ortamında ayakta kalmayı başarabilir.

Sonsuz insan ihtiyaçlarının kıt kaynaklar kullanılarak karşılanması için mevcut durumda kullanılan kaynakların daha uzun yıllar boyunca kullanılabilmesi için verimli kullanılması gerekmektedir. Günden güne dünya genelinde nüfusun artması üretim ihtiyacını da bu doğrultuda tetikleyecektir. Artan nüfus ile birlikte rekabet koşullarından dolayı müşterilerin talepleri ve beklentileri hızla değişmektedir. Müşteri kaybı yaşayıp pazarda güç kaybetmemek adına değişken müşteri taleplerini esnek bir şekilde karşılamakta oldukça önemli bir hale gelmiştir. Bu doğrultuda işletme genelindeki israf noktalarının belirlenerek iyileştirilmesi işletmenin maliyetlerini düşürüp, kârını arttırabilmesi için kullanabileceği en etkili yöntemlerden birisi de yalın üretim prensibidir.

Özellikle de klasik bir seri veya proje bazlı üretim tipi fark etmezsiniz bir üretim işletmesinde kayıp matrisleri incelendiğinde ayar/hazırlık süreleri en sık karşılaşılan israf kaynaklarından. Ayar süresi, son sağlam birinci tip ürünü üretirken ilk sağlam ikinci tip ürünün üretimine kadar ki geçen süre olarak tanımlanabilir. Bu sürelerin azaltılması, mümkünse tekli dakikalara indirgenebilmesi için yalın üretim prensiplerinden SMED tekniğinden yararlanılmaktadır. SMED yöntemi, uygulandığı alandaki israfları ve güvensiz çalışmaları ortaya çıkartıp onları yok etmeyi veya en aza indirmeyi amaçlar.

Bu çalışmada, SMED uygulanacak tezgahın belirlenmesi aşamasında aksesuar imalat bölümünde Değer Akış Haritalama tekniği kullanılıp belirlenen israf noktaları, ekipman verimliliğini ve etkinliğini ölçmek için kullanılan önemli performans göstergesi olan OEE verileri ile de desteklenmiştir. Bu doğrultuda iki farklı yöntem ile tespit edilen israf noktalarının en aza indirilmesi için 10 adım Kaizen yöntemi kullanılmıştır.

Değer akış haritasında darboğaz olarak tespit edilen pres tezgahında ayar sürecinin detaylı mevcut durum analizi yapıldıktan sonra ilgili iş adımları iç ve dış ayar adımları olarak ikiye ayrılmıştır ve SMED yöntemi uygulanarak her bir ayar adımı süresinde iyileşme hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda mevcut durumda makineyi durdurup yapılan iş adımları sonucunda 24,2 dakika ve 98 adımda gerçekleşen ayar süresi, son durumda iç ve dış ayar adımlarının belirlenip, ECRS analizi uygulandıktan sonra 79 adıma indirgenip, 8,02 dakika olarak %66,9 iyileşme sağlanmıştır ve bu iyileşme OEE verilerine %9,7 artış olarak yansımıştır.

Çalışmanın en önemli adımlarından olan standartlaştırma adımında ise SMED çalışmasında yapılan iyileştirmelerin korunabilmesi için “Kalıp değişim ön hazırlık talimatı” ve “Kalıp değiştirme talimatı” oluşturulmuştur. Bu sayede yıllardır süregelen operatör alışkanlıklarının ve davranışlarının önüne geçip, değiştirilebilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma boyunca SMED’in haricinde yerleşim düzeni optimizasyonu da yapılmıştır, bu doğrultuda makine yerleşim düzeninin değiştirilmesi sonucunda yıllık 654.566,4 metre malzeme taşımalarından kazanç sağlanmıştır ve yapılan tüm iyileştirmeler sonucu elde edilen kazançlar Tablo 5.1’de özet olarak belirtilmiştir.

Tablo 5.1. Çalışma Özet Tablosu

İyileştirme Başlığı	Mevcut Durum	Son Durum	İyileşme Oranı (%)	Sonuç
Ayar Süresi (dk)	24,2	8,02	-66,90%	Azalış
OEE Verisi (%)	65	71,3	9,70%	Artış
Kat Edilen Mesafe (m)	976896	322329,6	-67,00%	Azalış
Stok Alanları (m ²)	28,14	15,86	-43,60%	Azalış
DAH'a Göre Parti Büyüklükleri (adet)	750	285	-62,00%	Azalış
DAH'a Göre Akış Süresi (Gün)	48,51	34,13	-29,60%	Azalış
Montaj Hattı Duruşları (%)	1750	962	-45,00%	Azalış

Bu çalışmada ele alınan yaklaşım, yalın üretim felsefesinin teknikleriyle (Değer Akış Haritalama, SMED, 5S, Kanban, Kaizen) beraber işletmelerde birbirine entegre bir şekilde uygulanabilmesi için farklı alanlarda da iyileştirmeler yapılabileceği konusunda literatüre katkı sağlamıştır. alışmalara her zaman mevcut durumun reddedilmesiyle başlanmalı ve durumun daha iyiye götürülebilmesi adına çalışmalar yapılmalıdır. İşletmelerin rekabet gücü ve krlılığını arttırması bu bakış açısının srekliiliğine dayanmaktadır. Böylece geleneksel üretim anlayışının aksine, işletmeler rakiplerine nazaran istenen parça ve proses kalitesini daha düşük maliyet ile elde edebilecektir.





KAYNAKLAR

- Aksoylu, S. (2014). Hastane İşletmelerinde Değer Akış Maliyetlemesi . Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi , 7 (1) , . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/niguiibfd/issue/19754/211468>.
- Akyurt, İ. Z., & Eren, E. (2019). HAZIRLIK SÜRESİNİN AZALTILMASINDA SMED YÖNTEMİ UYGULAMASI . Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi , Özel Sayı , 315-331 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/esad/issue/51419/621483>.
- Albayrak, H. M. (2018). Toplam Kalite Yönetimi Tekniklerinden Kaizen Ve Altı Sigma Uygulamalarının Kıyaslanması Üzerine Örnek Bir Uygulama. *International Anatolia Academic Online Journal*, 4(1): 24-57. .
- Amrina, U., Junaedi, D., & Prasetyo, E. (2018). Setup Reduction in Injection Moulding Machine Type JT220RAD By Applying Single Minutes Exchange of Die (SMED). *International Conference on Design, Engineering and Computer Sciences*, 1-9.
- Aslantaş, T. (2014). Yalın Üretim Felsefesi, Yöntemleri ve Kanban Tekniğinin Otomotiv Sektörüne Uygulanması,. *ABD: Gazi Üni. Endüstri Müh.*
- Bajpai, J. D. (2014). 5th International & 26th All India Manufacturing Technology, Design and Research Conference (AIMTDR 2014) December 12th–14th, 2014, IIT Guwahati, Assam, India.
- Başak, E. E., Yılmaz, İ. S., & Deniz, N. (2019). ENDÜSTRİYEL ÜRÜN İMALATI YAPAN BİR İŞLETMEDE YALIN ÜRETİM UYGULAMASI . Endüstri Mühendisliği , 30 (3) , 157-172 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/endustrimuhendisligi/issue/50398/604852>.
- Bilgin Sarı, E. (2018, Temmuz 4). YALIN ÜRETİM UYGULAMALARI VE KAZANIMLARI. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*(17. ÜİK Özel Sayısı).
- Bulut, K., & Altunay, H. (2016). Değer Akış Haritalama Yöntemi: Mobilya Sektöründe Bir Uygulama. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 8(1):48-55.
- Chen, L., & Meng, B. (2010). The Application of Setup Reduction in Lean Production. . *Asian Social Science*, 6(7): 108-113. .
- Çelik, H. (2018). SMED uygulamalarının imalat sürelerine ve birim maliyete olan etkisi ve toplam ekipman etkinliği ile değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi İE.*
- Çelik, H. (2018). SMED uygulamalarının imalat sürelerine ve birim maliyete olan etkisi ve toplam ekipman etkinliği ile değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi İE.*

- Çelik, H. (2019, Haziran). SMED-TAGUCHI YÖNTEMİ ESASLI İŞ SIRALAMASI YAKLAŞIMI İLE TOPLAM AYAR SÜRESİNİN AZALTILMASI. *Yüksek Lisans Tezi*, , 1-3.
- Çelik, H., & Taşkın, K. (2019). SMED UYGULAMASININ AYAR SÜRESİNE ve BİRİM MALİYETE ETKİSİ: KABUK SOYMA PARLAK ÇELİK ÜRETİM HATTI UYGULAMASI . *İşletme Bilimi Dergisi* , 7 (1) , 77-103 . DOI: 10.22139/jobs.449901.
- Çilhoroz, Y., & Çakmak, C. (2020). Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 8(4), 1331-1339.
- Demir, F. (2009). Yalın üretimde toplam üretken bakım ve hızlı kalıp değiştirme (SMED) uygulaması. Yüksek Lisans Tezi. Gebze: Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü SBE.
- Deshmukh, S., & Shete, M. (2018). A Literature Review on Single Minute Exchange of Dies. *International Journal for Scientific Research & Development*, 5(12): 202-206.
- Ene Yalçın, S., Akın, S., Elmas, B., Eren, M., & Gündüz, T. (2020). ÇELİK BORU İMALATINDA HAZIRLIK SÜRELERİNE YÖNELİK YALIN ÜRETİM VE SMED ÇALIŞMASI . *Endüstri Mühendisliği* , 31 (1) , 87-104 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/endustrimuhe>.
- Esa, M. M., Rahman, N. A., & Jamaludin, M. (2015). Reducing High Setup Time in Assembly Line: A Case Study of Automotive Manufacturing Company in Malaysia., *2nd Global Conference on Social Science, Indonesia*, , 215-220. .
- Hülagü, K. T. (2011). Çelik Boru İmalatında Yalın Üretim Ve SMED Uygulaması. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Ibrahim, M. A., Mohamad, E., Arzmi, M. H., Rahman, M. A., Saptari, A., Shibghatul, A. S., . . . Md Ali, M. A. (2015). Enhancing Efficiency of Die Exchange Process Through Single Minute of Exchanging Die at a Textile Manufacturing Company i.
- Jan, F. (2016). The Single Minute Exchange of Die Methodology in a High-Mix Processing Line. *Journal of Competitiveness*, 8 (2), 59-69 <https://doi.org/10.7441/joc.2016.02.05>.
- Kemalbay, V. (2012). TEKLİ DAKİKALARDA KALIP DEĞİŞTİRME ZEKİ KARAR DESTEK, YÜKSEK LİSANS TEZİ, İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ, 2012.
- Kuğu, S., & Köse, R. (2021). ISI DEĞİŞTİRİCİ ÜRETİM HATTINDA DEĞER AKIŞ HARİTALAMA UYGULAMASININ ETKİLERİ . *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* , 7 (1) , 135-146 . DOI: 10.34186/klujes.947052.
- Martins, M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J., & Matias, J. C. (2018). A Practical Study of the Application of SMED to Electron-beam Machining in Automotive Industry. 28th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, USA. 647-654.

- McIntosh, R. I., Culley, S. J., Mileham, A. R., & Owen, G. W. (2010). A critical evaluation of Shingo's SMED (Single Minute Exchange of Die) methodology. *International Journal of Production Research*, 38(11): 2377-2395.
- Monden, A., Matsumura, T., Barker, M., Torii, K., & Basili, V. (2012). Customizing gqm models for software project monitoring. *IEICE TRANSACTIONS on Information Systems*, 95(9), 2169-2182.
- Mukhopadhyay, S. K., & Shanker, S. (2005). Kanban implementation at a tyre manufacturing plant: a case study. *Production Planning & Control*, 16(5): 488-499. .
- oadmin. (2022, Ocak 27). *OBEYA YALIN LİDER AKADEMİ*. OBEYA AKADEMİ: [https://www.obeyaakademi.com.tr/smed-nedir-smed-teknigi-nasil-uygulanir/adresinden alındı](https://www.obeyaakademi.com.tr/smed-nedir-smed-teknigi-nasil-uygulanir/adresinden%20alindi)
- Otur, B., Yıldırım, İ. S., & Ayhan, M. B. (2018). SINGLE MINUTES EXCHANGE OF DIE (SMED) APPLICATIONS AT THE COLOR CHANGEOVER PROCESS OF PLASTIC BOTTLES . *PressAcademia Procedia* , 7 (1) , 233-236 . DOI: 10.17261/Pressacademia.2018.887.
- Ömürgönülşen, M., & Çatman, R. (2018). Bir Kamu Kurumunda Değer Akış Haritalama ve Simülasyon Yöntemiyle Hizmet Sürelerinin Değerlendirilmesi . *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar* , (636) , 47-70 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/fpeyd/issue>.
- Rahman, N., Maskell, N., West, A., Teoh, R., Arnold, A., Mackinlay, C., & Davies, R. (2011). Intrapleural use of tissue plasminogen activator and DNase in pleural infection. *New England Journal of Medicine*, 518-526.
- Rother, M., & Shook, J. (2009). Learning to See–Value-Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda. Lean Enterprise Institute, Cambridge (USA). 1–4.
- Sahah, M. K., & Deshpande, V. A. (2015). Patil, R. M. 2015. A Review on Tools & Techniques: Continuous Improvement in Industry. *International Journal of . Advance Industrial Engineering*, 3(4): 200-207. .
- Sarı, E. (2018). Yalın Üretim Uygulamaları ve Kazanımları. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 17. *ÜİK Özel Sayısı*: 585-600. .
- Sarıkaya, H. A., Soydemir, E. K., Sardaş, B., Çayır Ervural, B., & Şen, D. T. (2022). BİSKÜVİ ÜRETİM HATLARINDA HAZIRLIK SÜRELERİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK YALIN ÜRETİM VE SMED UYGULAMASI . *Endüstri Mühendisliği* , 33 (2) , 413-439 . DOI: 10.46465/endust.
- Serdarasan, Ş., & Ertek, E. (2021). YAZILIM GELİŞTİRME SÜRECİNDE DEĞER ODAKLI İYİLEŞTİRME . *Endüstri Mühendisliği* , 32 (1) , 90-107 . DOI: 10.46465/endustrimuhendisligi.809438.
- Şahin, R., & Koloğlu, A. (2022). A Case Study on Reducing Setup Time Using SMED on a Turning Line . *Gazi University Journal of Science* , 35 (1) , 60-71 . DOI: 10.35378/gujs.735969.
- Tekin, M., Arslandere, M., Etlioğlu, M., Koyuncuoğlu, Ö., & Tekin, E. (2019). An Application of SMED and Jidoka in Lean Production. *International Symposium for Production Research, Switzerland*, 530-545.

- Yalvaç, N. (2015). Plastik Film Sektöründe Toplam Üretken Bakım (TPM) Uygulamaları ve Ödül Süreci. . *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.* .
- Yüksel, H., & Uzunovic, Z. F. (2019). Application of Value Stream Mapping in a Manufacturing Firm in Bosnia and Herzegovina . *Yönetim ve Ekonomi Dergisi* , 26 (1) , 201-219 . DOI: 10.18657/yonveek.499994.



EKLER

EK A: İki kişiyle yapılan hazırlık süreci



EK A

Tablo A.1. İki kişiyle yapılan hazırlık süreci detayları

Operatör	İşlem Adımı	İşlem Adımları	İşlem Süreleri (sn)	En Büyük Çevrim (sn)
1.	1	Masanın üzerindeki eski kalıp destekleri ve sol saplamanın bez ile silinmesi	13	78
2.	2	Raftaki kırmızı anahtarın alınıp tezgaha gelinmesi	22	
1.	3	Farklı kalınlıktaki alyanın başka bölümden getirilip masanın üzerine konulması	65	
2.	4	Sağ taraftaki saplamanın anahtar ile gevşetilmesi	3	
2.	5	Saplamanın el ile sökülmesi	15	
2.	6	Saplamanın masaya konulması	3	
2.	7	Masanın düzenlenmesi	4	
2.	8	Kırmızı anahtarın raftaki yerine yerleştirilmesi	5	
2.	9	Raftan yeni kalıbın alınıp masaya konulması	7	
2.	10	Masadan bezin alınıp kalıbın bulunduğu rafın silinmesi	7	
2.	11	Yeni kalıp desteklerinin raftan alınıp masaya konulması	12	9
2.	12	Raftan çekicin alınıp tezgaha gelinmesi	9	
2.	13	Alyan ve çekiç ile tezgah tabla vidalarının gevşetilmesi(2 adet)	42	
2.	14	Masanın düzenlenmesi	6	
1.	15	Taburenin kenara çekilmesi	4	48
1.	16	Bez ile tezgahın ve tablanın silinmesi	28	
2.	17	Masanın tezgahın yanına yaklaştırılması	3	5
2.	18	Masa boyunun yükseltilmesi	2	
Paralel iş	19	Tezgahtaki tablanın sökülüp masaya konulması	17	17
1.	20	Tezgahın bez ile silinmesi	30	30
2.	21	Masanın tezgahtan uzağa çekilmesi	4	
1.	22	Tezgahın başına oturulması	4	24
2.	23	Masadaki desteklerin düzenlenmesi	7	
1.	24	Start-Stop düğmelerine basılarak presin hizalanması	20	30
2.	25	Yeni kalıbın masadan alınıp tezgaha yerleştirilmesi	5	
2.	26	Masadaki mapanın alınıp tezgaha yerleştirilmesi	7	
1.	27	El ile pres somun kafasının çevrilmesi	4	
2.	28	Büyük anahtarın masadan alınması	3	11
2.	29	Büyük Anahtar ile pres somun kafasının gevşetilmesi(yukarı kaldırılması)	11	
Paralel iş	30	Tezgahtaki kalıbın yerleştirilmesi	16	16
2.	31	Kalıbı tezgaha bağlayan aparatın masadan alınıp yerine takılması	6	18
2.	32	Kalıbı tezgaha bağlayan aparat somunlarının el ile takılıp sıkılması	12	
1.	33	Kalıp desteklerinin hizalanması	18	

Paralel iş	34	Kalıp desteklerinin hizalanması	23	23
1.	35	Kalıp desteklerinin hizalanması	8	10
2.	36	Büyük anahtarın masadan alınması	3	
2.	37	Büyük Anahtar ile pres somun kafasının gevşetilmesi(yukarı kaldırılması)	7	
1.	38	Kalıbı tezgaha bağlayan aparat somunlarının el ile sıkılması	3	15
2.	39	Anahtarın masadan alınması	3	
2.	40	Kalıbı tezgaha bağlayan aparat somunlarının anahtar ile sıkılması	12	
1.	41	Saplama vidalarının el ile takılıp sıkılması	12	52
2.	42	Saplama vidalarının el ile takılıp sıkılması	20	
2.	43	Çekicinin masadan alınması	5	
2.	44	Alyan ve çekiç ile tezgah tabla vidalarının sıkılması	27	26
1.	45	Tezgah hizasının göz ile kontrolü	5	
2.	46	Büyük anahtarın masadan alınması	7	
2.	47	Büyük Anahtar ile pres somun kafasının gevşetilmesi(yukarı kaldırılması)	19	40
1.	48	Tezgahın başına oturulması	3	
1.	49	Start-Stop düğmelerine basılarak presin hizalanması	24	
1.	50	Çift el kumanda ile presin denenmesi	13	34
2.	51	Büyük anahtarın masadan alınması	4	
2.	52	Büyük Anahtar ile pres somun kafasının sıkılması	2	
2.	53	Çift el kumanda ile presin denenmesi	9	16
2.	54	Büyük anahtarın masadan alınması	5	
2.	55	Büyük Anahtar ile pres somun kafasının sıkılması	7	
1.	56	Raftan yeni kalıbın alınıp masaya konulması	12	30
1.	57	Ellerin bez ile silinmesi	5	
1.	58	Raftan alyan alınıp masaya konulması	16	
2.	59	Çift el kumanda ile presin denenmesi	7	43
1.	60	Kalıp vidasının alyan ile gevşetilir sökülmesi	7	
2.	61	Büyük anahtarın masadan alınması	2	
2.	62	Büyük Anahtar ile pres somun kafasının sıkılması	2	30
2.	63	Çift el kumanda ile presin denenmesi	3	
1.	64	Ellerin bez ile silinmesi	2	
Paralel iş	65	Rafa gidilip parça aranılması	35	35
1.	66	Freze dolabından vida alınıp masaya gelinmesi	60	60
1.	67	Alyan ile kalıp parçasının vidasının sıkılması	23	43
1.	68	Vidanın kalıp parçasından çıkarılması(küçük geldiği için)	2	
1.	69	Kalıp parçası el ile birleştirip numune ile kontrol edilmesi(1 adet)	18	
1.	70	Kalıp parçasına uygun vida bulunması için usta parçayı götürdüğü için beklendi	22	30
2.	71	Büyük anahtarın masadan alınması	8	
2.	72	Büyük Anahtar ile pres somun kafasının sıkılması	8	

1.	73	İşlenecek numunenin masadan alınması	5	
1.	74	Numunenin denenmesi(1 adet)	3	
1.	75	Kalıpta işlenen numunenin denenmesi(1 adet)	18	
1.	76	Ustadan kalıp parçasının alınıp masaya konulması	12	
1.	77	Kalıp parça vidasının alyan ile sıkılarak birleştirilmesi	17	
1.	78	Birleştirilen kalıpta numunenin denemesi(1 adet)	10	69
1.	79	Birleştirilen kalıpta işlenen numunenin denemesi(1 adet)	5	
2.	80	Büyük anahtarın masadan alınması	3	
2.	81	Büyük Anahtar ile pres somun kafasının sıkılması	4	
1.	82	Ellerin bez ile silinmesi	3	
2.	83	Anahtarın masadan alınması	3	
2.	84	Anahtar ile pres ana gövde somunlarının sıkılması	11	18
2.	85	Makine kapağının kapatılması	4	
1.	86	Alyan ile kalıp parçasının vidasının gevşetilmesi	14	
1.	87	Kalıp parçasının bağlandığı kalıptan sökülüp masaya konulması	3	
1.	88	Kalıp vidasının sökülüp fatih beye verilmesi	2	
1.	89	Ellerin bez ile silinmesi	6	
1.	90	İşlenecek numunelerin ürün kasasından alınması	5	
1.	91	Yeni kalıbın masadan alınıp tezgahın kenarına konulması(kontrol için)	8	
1.	92	Tezgahın başına oturulması	2	
1.	93	Numunenin denenmesi(1 adet)	7	
1.	94	Numunenin denenmesi(1 adet)	5	
1.	95	Numunenin denenmesi(1 adet)	4	59
1.	96	Numunenin denenmesi(1 adet)	3	
1.	97	Tezgahın kenarındaki kalıpta işlenen numunelerin kontrol edilmesi(1 adet)	3	
1.	98	Tezgahın kenarındaki kalıpta işlenen numunelerin kontrol edilmesi(1 adet)	3	
1.	99	Tezgahın kenarındaki kalıpta işlenen numunelerin kontrol edilmesi(1 adet)	3	
1.	100	Tezgahın kenarındaki kalıpta işlenen numunelerin kontrol edilmesi(1 adet)	3	
1.	101	Kontrol yapılan kalıbın tezgah kenarından alınıp masaya konulması	2	
1.	102	Numunelerin tezgahtan alınıp raftaki teknik resimle ölçü kontrolü yapılması	19	21
1.	103	Makine sayacının sıfırlanması	2	
1.	104	Ellerin bez ile silinmesi	8	40
1.	105	OEE formunun doldurulması	32	
Toplam Süre(dakika)			14,4	

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Kayacan KAYA

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2018, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü
- **Yükseklisans** : 2023, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM:

- Haziran 2018 – Ocak 2021 yılları arasında Sunparadise Alüminyum'da Metot Mühendisi, Şubat 2021 – Mart 2022 yılları arasında Kalite Güvence Uzmanı olarak çalışmıştır.
- Mart 2022 tarihinden itibaren Beyçelik Gestamp Şasi A.Ş.'de Sürekli İyileştirme Uzmanı olarak çalışmaya devam etmektedir.