

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YALIN ÜRETİM SİSTEMİ: SERAMİK FABRİKASINDA BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜNGÖR ÇAKIR

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. VEYSEL ÇOBAN

BİLECİK, 2024

10585269

T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YALIN ÜRETİM SİSTEMİ: SERAMİK FABRİKASINDA BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GÜNGÖR ÇAKIR

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. VEYSEL ÇOBAN

BİLECİK, 2024

10585269

BEYAN

Yalın üretim sistemi: seramik fabrikasında bir uygulama adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adıproje numarası ile birlikte, ETİKKURULonayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
DESTEK ALINMIŞTIR		DESTEK ALINMAMIŞTIR	X
Destek alındı ise;			
Destekleyen kurum;			
Desteğin Türü		Proje Numarası	
Diğer;.....			
ETİK KURUL onayı var ise;			
ETİK KURUL karar tarih/sayı:		/	

Öğrenci Adı ve Soyadı

Güngör ÇAKIR

Tarih

.....

İmza

.....

ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasının yazılmasında, çalışmamı sahiplenerek takip eden danışmanım Sayın Doç. Dr. Veysel ÇOBAN'a teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Hayatımın her döneminde yanımda olan annem Fatma ÇAKIR ve babam Mehmet ÇAKIR'a, birlikte geçirdiğimiz harika hayat yolculuğumuz boyunca benim en büyük destekçilerim olan eşim Sevilay ÇAKIR ve oğlum Kıvanç ÇAKIR'a minnetlerimi sunarım.

Güngör ÇAKIR

2024



ÖZET

YALIN ÜRETİM SİSTEMİ: SERAMİK FABRİKASINDA BİR UYGULAMA

Hızla gelişen teknoloji tüketicilerin doyum noktasına çabuk ulaşmasına, ihtiyaç ve isteklerinin sürekli değişmesine sebep olmaktadır. Bu durum şirketler arası rekabeti artırmakta ve şirketleri zora sokmaktadır. Klasik üretim sistemlerini kullanan şirketler rekabet ortamında fiyat arttıramadıklarından, kar edebilmek için yeni maliyet düşürme yolları aramaktadırlar. Hata, maliyet, stok, düzensiz iş akışı, fire ve müşteri memnuniyetsizliği gibi her türlü israf unsurlarını azaltmayı hedefleyen yalın üretim sistemi rekabeti lehine çevirmek isteyen şirketler için önem arz etmektedir. Dünya genelinde klasik üretim sistemleri ile maliyet düşümüne gidemeyen ve rekabet edemeyen şirketler yalın düşünceden doğan yalın üretim sistemine yönelmişlerdir. Yalın üretimde temel amaç üretime değer katmayan tüm israflardan arınarak maliyeti düşürmek, kalite ve müşteri memnuniyetini artırmaktır. Yalın üretim sisteminin çıkış noktası otomotiv sektörü olmakla birlikte bu sistem birçok farklı sektörde kabul görmüştür. Bu çalışmada bir seramik fabrikasında değer akış haritalama, sekiz temel israf kavramı ve yalın üretim teknikleri üzerine uygulamalar yapılmış ve sonuçlar tartışılmıştır. Kaizen uygulamaları ile üretim süreçlerinde kalite kusurları ve makine duruş süreleri azaltılmış, toplam ekipman verimliliği %14 - %56 oranında artırılmıştır. Araştırmanın seramik sektöründe yalın üretim uygulamaları açısından somut bulgular ortaya koyduğu söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Değer akışı haritalama, Kaizen, seramik üretimi, yalın düşünce, yalın üretim

ABSTRACT

LEAN MANUFACTURING SYSTEM: AN APPLICATION IN A CERAMIC FACTORY

Rapidly changing technology causes consumers to reach the saturation point quickly and to constantly distribute needs and desires. This situation increases competition between companies and puts them under pressure. Since companies using classical production systems cannot increase prices in a competitive environment, they are seeking new ways to reduce costs in order to make a profit. The lean production systems, aiming to reduce all forms of waste such as errors, costs, inventory, irregular workflow, manufacturing defects, and customer dissatisfaction, are crucial for companies looking to turn the competition in their favor. Companies around the world that cannot reduce costs or compete with classical production systems have turned to the lean production system born out of lean thinking. The main goal of lean production is to reduce costs and increase quality and customer satisfaction by eliminating all waste that does not add value to production. Although the starting point of the lean production system is the automotive industry, this system has been accepted in many different sectors. In this study, applications on value stream mapping, eight basic waste concepts and lean production techniques were made in a ceramic factory and the results were discussed. With Kaizen practices, quality defects and machine downtimes were reduced in production processes, and total equipment efficiency was increased by 14% - 56%. The study reveals the effective and concrete results of lean production practices in the ceramic industry.

Keywords: Value stream mapping, Kaizen, ceramic production, lean thinking, lean production

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	x
GİRİŞ	1
1. YALIN ÜRETİM SİSTEMİ.....	4
1.1. Yalın Üretimin Amacı Ve İlkeleri.....	4
1.1.1. Değer	5
1.1.2. Değer Akışı	5
1.1.3. Sürekli Akış	7
1.1.4. Çekme Sistemi	7
1.1.5 Mükemmellik.....	7
1.2. Yalın Üretimde Sekiz Temel İsraf	7
1.2.1. Fazla Üretim	8
1.2.2. Beklemeler	9
1.2.3. Gereksiz Taşımlar	9
1.2.4. Hatalı Üretim.....	10
1.2.5. Gereksiz Hareket	10
1.2.6. Gereksiz İşlem	10
1.2.7. Stok.....	10
1.2.8. Kullanılmayan yetenek	11
1.3.Yalın Üretim Teknikleri	11

1.3.1. Tam Zamanında Üretim.....	12
1.3.2. Sıfır Hatalı Üretim (Jidoka).....	13
1.3.3. Toplam Üretken Bakım	13
1.3.4. 5S Kuralı	18
1.3.5. Toplam Ekipman Etkinliği.....	19
1.3.6. Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi.....	20
1.3.7. PUKÖ Döngüsü	21
1.3.8. Pareto Analizi	23
1.3.9. Balık Kılçığı Diyagramı	24
1.3.10. Kök Neden Analizi	24
1.3.11. Sürekli Gelişim (Kaizen)	25
1.3.12. Değer Akış Haritalama	27
2. UYGULAMA.....	31
2.1. Uygulamanın Amacı ve Kapsamı.....	31
2.2. Uygulamanın Metodolojisi	31
2.3. Uygulamanın Yapıldığı İşletme ve Üretim Bilgileri.....	33
2.4. Sırlı Porselen Karo Üretim Fabrikasında Uygulama	42
2.4.1. Mevcut Durum Değer Akış	42
2.4.2. Kaizen Konu Seçimleri	46
2.4.3. Kaizen Uygulama Şablonunun Oluşturulması ve Uygulanması	50
2.5. Yeni Mevcut Durum Değer Akış Haritası.....	62
3. SONUÇ VE TARTIŞMA	65
3.1. Araştırmanın Sonuçları	65
3.2. Araştırmanın Varsayım ve Sınırlılıkları	66
3.3. Araştırmanın Literatüre Katkısı	66
3.4. Geleceğe Yönelik Araştırma Konuları	67

KAYNAKÇA.....	68
EKLER.....	75



TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1. Son beş yıl içinde DAH kullanılarak yapılan Yalın Üretim çalışmaları.....	2
Tablo 1.2. Toplam Üretken Bakımının Uygulanmasındaki Adımlar	16
Tablo 1.3. Kök neden analizi.....	25
Tablo 2.1. Sırlı Porselen Karo Üretim Fabrikasında Süreçler Bazında Çevrim Süreleri.....	42
Tablo 2.2. Değer akış haritalama sembolleri.....	44
Tablo 2.3. Belirlenen Kaizen çalışmaları.....	50
Tablo 2.4. Seçme hattına ait aksiyon planı.....	57
Tablo 2.5. Paketleme makinesine ait aksiyon planı.....	57
Tablo 2.6. Kaizen çalışmalarında kullanılan malzemeler.....	59
Tablo 2.7. Yapılan Kaizen çalışmalarının verileri.....	61
Tablo 2.8. Yapılan Kaizen çalışmaları durum değerleri.....	64

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Değer akışı faaliyetleri	6
Şekil 1.2. 5S adımları	18
Şekil 1.3. Ürün tipi değişim zamanları.....	21
Şekil 1.4. PUKÖ döngüsü.....	22
Şekil 1.5. Pareto analizi.....	23
Şekil 1.6. Balık kılçığı diyagramı.....	24
Şekil 1.7. Kaizen çeşitleri.....	26
Şekil 1.8. Duvar karosu değer akış haritası.....	28
Şekil 1.9. Değer akışı haritalama döngüsü.....	30
Şekil 2.1. Uygulama adımları.....	32
Şekil 2.2. Fabrika genel görünümü	33
Şekil 2.3. Yer ve duvar karosu üretimine ait iş akışı.....	35
Şekil 2.4. Hammadde alanı.....	36
Şekil 2.5. Bunker alanı.....	36
Şekil 2.6. Değirmenler.....	37
Şekil 2.7. Spray dryer.....	38
Şekil 2.8. Pres.....	38
Şekil 2.9. Sırlama hattı.....	39
Şekil 2.10. İnkjet makinesi.	39
Şekil 2.11. Fırın ve stok alanı.	40

Şekil 2.12. Ebatlama....	40
Şekil 2.13. Paketleme.	41
Şekil 2.14. Sevkiyat alanı....	41
Şekil 2.15. Seranit fabrikası mevcut durum değer akış haritası.	45
Şekil 2.16. Şekillendirme bölümü duruş pareto su....	47
Şekil 2.17. Paketleme bölümü duruş pareto su.	49
Şekil 2.18. Çalışmalarda uygulanan PUKÖ çevrimine bağlı Kaizen çalışma adımları.	51
Şekil 2.19. Kaizen problem çözme yaklaşımı.....	51
Şekil 2.20. Kaizen adımları.....	52
Şekil 2.21. Kaizen ekibi.....	53
Şekil 2.22. Paketleme bölümü duruş pareto su	54
Şekil 2.23. Proje planı.	55
Şekil 2.24. Seçme hattına ait balık kılçığı.	56
Şekil 2.25. Paketleme makinesine ait balık kılçığı.	56
Şekil 2.26. Seçme hattı ve paketleme hattı Kaizen çalışması sonuçları.....	58
Şekil 2.27. Yaygınlaştırma planı....	60
Şekil 2.28. Seranit fabrikası yeni mevcut durum değer akış haritası.....	63

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

DAH: Değer Akış Haritalama

TZÜ: Tam Zamanında Üretim

TEE: Toplam Ekipman Etkinliği

PUKÖ: Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al

TDKD: Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi

TKK: Toplam Kalite Kontrol

TÜB: Toplam Üretken Bakım

GİRİŞ

Günümüz rekabet koşullarında, sürekli değişen müşteri istek ve ihtiyaçlarına cevap verebilmek için işletmelerin sürekli gelişmeye ve iyileştirmeler yapmaya ihtiyaçları vardır. Teknolojinin gelişmesi, çevre duyarlılığının artması, gelişen dünya ekonomisi gibi etkenler rekabeti küreselleştirmekte ve işletmeleri üretim sistemlerinde, yöntemlerinde değişimlere sürüklemektedir (Kağnıcıoğlu vd., 2012).

Farklı yöntemlere yönelen şirketler yalın üretim olarak bilinen bir üretim modeline yönelmişlerdir. Yalın üretim, israfın yok edilmesi veya en aza indirilmesi esasına dayanan üretim ortamları oluşturarak tedarikten müşteriye kadar olan süreçte, üretimin her safhasında değer yaratmayan işlemlerden arınmayı sağlar. Bununla birlikte yalın üretim sistemi, işletme organizasyonunda ve yönetiminde iyileşmeye katkı sunmakta, ürünlerin kalitesinde artış oluşturmakta ve böylece işletmelerin rekabet gücünü artırmaktadır (Womack ve Jones, 1998).

Üretim zamanı ve maliyeti azaltırken aynı zamanda kaliteyi artıran bir yöntem olarak karşımıza çıkan yalın üretim anlayışında değer, israf gibi kavramlar yer almaktadır (Nihal vd., 2015).

Tedarikten müşteriye kadar olan süreçte üretimin her safhasında değer yaratmayan işlemlerden kurtularak, israfın yok edilmesi veya en aza indirilmesi önem arz etmektedir. Yalın üretim katma değeri olmayan ve gereksiz yere maliyet yükselten tüm işlemlerin elenmesini, başta insan olmak üzere tüm kaynakların etkin ve verimli kullanılması anlayışını ilke edinir (Tekin ve Zerenler, 2013).

Yalın düşünceye göre israf, müşteri için değer sunmayan işlemlerdir. İsrafı önlemeye odaklı ve değer akış iyileştirmede kullanılan Değer Akış Haritalama (DAH) önemli bir yalın üretim tekniğidir. Herhangi bir süreçteki israfları belirlemek için kullanılan değer akış haritalamada değer akışı görselleştirilerek ifade edilir. Süreçteki faaliyetler analiz edilerek ürüne değer katıp katmadığı analiz edilmektedir. Bu süreçteki her faaliyet değer katan ve katmayan diye gruplanmaktadır (Özçelik, 2011). Son beş yıl içinde DAH kullanılarak yapılan Yalın Üretim çalışmalarına dair bilgiler Tablo 1.1’de verilmiştir.

Tablo 1.1. Son beş yıl içinde DAH kullanılarak yapılan Yalın Üretim çalışmaları

Yazar ve Yıl	Çalışmanın Adı	Sektör
Korkmaz, 2024	Application Of Value Stream Mapping With Modular Arrangement Of Predetermined Time Standards To Reduce Lead Time: A Case Study In The Metal Sector	Metal sektörü
Nzengue vd., 2023	An Integrated Value-Addition in Supply Chain Network for Metal-based Additive Manufacturing	Fren sistemi üretimi
Alanyüz, 2023	Zeytinyağı İşletmesinde Yalın Üretimde Değer Akış Haritalama Uygulaması	Zeytinyağı üretimi
Coşkun, 2023	Değer Akış Haritalama Ve Ayakkabı Yan Sanayisinde Uygulanması	Ayakkabı yan sanayi
Daniyan vd., 2022	Application of lean Six Sigma methodology using DMAIC approach for the improvement of bogie assembly process in the railcar industry	Vagon üretimi
Tatar ve Ingaldi, 2022	Digitization of processes in manufacturing SMEs - value stream mapping and OEE analysis	Enjeksiyon kalıplama
Uluç, 2022	Değer Akışı Maliyetleme Ve Karar Verme: Yalın Üretim İşletmelerinde Uygulamalar	Tekstil
Mudgal vd., 2021	Life-cycle-Assessment of Cast Stone Manufacturing: A Case Study	Dökme taş üretimi
Akgün, 2021	Mhrs (Merkezi Hekim Randevu Sistemi) Ve Randevusuz Hastaların Bekleme Sürelerine Yönelik Değer Akışı Haritalandırmaları	Sağlık
Kökten, 2021	Değer Akış Haritalama Yöntemi İle İşletmelerde Üretim Kayıplarının Azaltılması: Ahşap Sektöründe Bir Uygulama	Ahşap
Zahraee vd., 2020	Lean manufacturing analysis of a Heater industry based on value stream mapping and computer simulation	Isıtıcı üretimi
Akgül, 2020	Rehberli Turlarda Algılanan Değer, Akış Deneyimi Ve Davranışsal Niyet İlişkisi: Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alanı Örneği	Turizm
Busert ve Fay, 2019	Extended Value Stream Mapping Method: Harmonizing Information Flows for the Control of Production Processes	Otomobil parça üretimi
Bilici, 2019	Değer Akış Haritalama Yöntemi Kullanılarak Tekstil Sektöründe Yalın Üretim Uygulaması	Tekstil

Müşterinin tanımladığı değer kavramını ön planda tutan günümüz işletmeleri yalın felsefeden doğan yalın üretim tekniklerini uygulayarak rakip işletmelerle rekabet edebilecek ve kar oranlarını arttırarak ilerlemelerine devam edebilecektir. Bunu sağlamak isteyen işletmeler makine performans ve kullanılabilirliğini arttırırken, kalite kayıplarından kurtulmalıdırlar. Bu sebeple günümüz işletmelerinin sürekli iyileşmeyi hedefleyen yalın üretim sistemini benimsemeleri önemlidir. Bu anlatılanlardan hareketle bu çalışmada yalın üretim sisteminin bir seramik fabrikasında uygulanmasına yer verilmiştir. “Yalın Üretim Sistemi: Seramik Fabrikasında Bir Uygulama” isimli tez çalışması iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, yalın düşünce ve yalın üretim kavramlarından hareketle yalın üretim teknikleri ele alınmıştır. İkinci bölümde, bir yalın üretim tekniği olan DAH tekniği anlatılarak, bir seramik fabrikasında DAH çalışması yapılmıştır. Çalışma kapsamında mevcut durum haritası çizilmiş, iyileştirme yapılacak konular belirlenmiş, belirlenen konularda çalışmalar yapılarak sonuçları sunulmuştur.

1. YALIN ÜRETİM SİSTEMİ

Yalın kelime anlamı olarak saf, sade, süsü olmayan anlamına gelmektedir (TDK, 2024). Bu kelimeye üretim sistemlerinde de rastlanılmaktadır. Yalın üretim olarak karşımıza çıkan bu kavramın temelinde yalın düşünce yer almaktadır. Yalın düşünce işletmelerin kaynaklarını daha etkin kullanarak israfı ortadan kaldırmaları, değeri israftan ayırarak yalın bir üretim sistemi kurmaları ve bu sayede yüksek kazanç elde etmeleri esasına dayanmaktadır (Tikici vd., 2006: 22). Yalın üretim ise ABD'deki International Motor Vehicle Project (IMVP)'de bir araştırmacı olan John Krafcik tarafından ortaya atılmış olan üretim şeklidir (Womack vd., 1990). Yalın üretim, müşterinin istek ve talebi olmayan faaliyetleri yapmamak, müşteri gözünde değerli olan faaliyetlere odaklanmak olarak da tarif edilebilir. Yalın üretimde gereksiz yapılan işlemlerin, değer yaratmayan tüm faaliyetlerin yani israfın yok edilmesi ve bunun yerine değer yaratan işlemlerin sürece dahil edilmesi amaçlanır (Hicks, 2007: 27). Yalın üretim sistemi işletmelerin değer akışını iyileştirerek, zaman, alan, stok, ekipman ve emek gibi tüm girdilerin en fazla çıktıya dönüşmesini sağlamaktadır. Bu iyileştirmeleri yaparken müşteri talep ve istekleri ile de uyumlu hareket eden bir üretim sistemidir (Womack vd., 1998: 12).

Sistemdeki israfların ortadan kaldırılması ve sürekli olarak sistem etkinliğinin artırılması temeline dayanan yalın üretim bütünsel bir yaklaşımdır. Bu bütünsel yaklaşım, müşteri taleplerini karşılamak için üst yönetimden, süreçte yer alan işçiye, hatta yan sanayiye kadar herkesin sürece dahil olmasını, çalışmasını ve sorumluluk alması felsefesini benimsemektedir. Yalın üretimde çok yönlü olarak eğitilmiş personel, otomasyon düzeyi ve esnekliği yüksek olan makinelerin kullanılması dikkat çekmektedir (Womack ve Jones, 1998). Yalın üretimin karmaşadan, israftan uzak, sürekli iyileşmeler ile ürünü kusursuz bir şekilde üretmeyi hedefleyen bu yapısı göze çarpmakta ve bu sisteme olan ilgiyi artırmaktadır.

1.1. Yalın Üretimin Amacı Ve İlkeleri

Yalın üretim sisteminde amaç üretilen ürüne veya hizmete müşteri gözüyle bakarak bu sürece değer katmayan faaliyetleri açığa çıkartıp, bu faaliyetleri ortadan kaldırarak veya azaltarak işleri basitleştirmeye çalışmaktır (Womack ve Jones, 2003: 342). Değer katmayan israfların azalmasıyla maliyetler düşer, üretim miktarı artarken kalite artar. Bu sayede müşteri memnuniyeti ve işletmelerin rekabet gücü artış gösterir. Geleneksel üretim yönteminde üretim, ustaların kısıtlı üretim becerilerine bağlıdır, sistem dinamik ortamlara uyumlu olmadığından düşük performans ve verimliliğe sahiptir (Gökşen, 2003: 34). Yalın üretim ve geleneksel seri üretim karşılaştırması yapıldığında, yalın üretim geleneksel üretime göre daha az kaynak

kullanır, az stoğa ihtiyaç duyar, daha verimlidir ve standartlara sahip olduğundan üründeki hataları azaltarak çeşitliliği arttırdığı görülür (Womack ve Jones, 2007: 19).

Yalın üretimin ele aldığı temel ilkeler şunlardır (Womack ve Jones, 1998: 12) ;

1. Değer
2. Değer akışı
3. Sürekli akış
4. Çekme sistemi
5. Mükemmellik

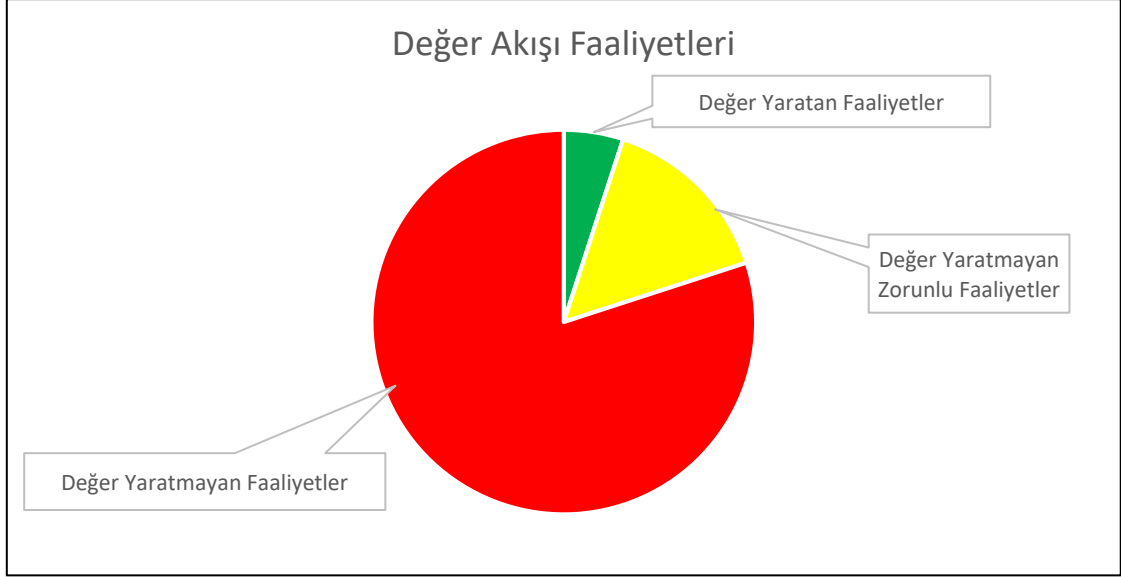
1.1.1. Değer

İşletmelerin var olmak için müşterilerin talebiyle oluşturdukları ürün veya hizmetler aslında işletmelerin ortaya koydukları değerdir. Değer yalın üretim sisteminin kritik öneme sahip başlangıç noktasıdır, müşteri tarafından tanımlanır ve işletmeler tarafından oluşturulur. Bu doğrultuda, müşteri ihtiyaçlarının, belli bir zaman diliminde ve belli bir fiyattan karşılanmasını sağlayan belli bir ürünün (mamül ve/veya hizmet) olması durumunda “değer” tanımı anlam kazanmaktadır (Womack ve Jones, 1998: 12).

Üretim, hammaddenin belirli işlemlerden geçerek müşterinin istediği özelliklere sahip bitmiş ürüne dönüşmesi olarak düşünüldüğünde, kısaca değer tanımı tedarikçiden müşteriye doğru giden yol olduğu söylenebilir. Yalın üretim uygulayan veya uygulamayı düşünen işletmelerde değer tanımı yapılırken ürünün tasarım aşamaları, üretim amaçları müşterinin gözüyle kendi işletmelerine has değerlendirmelidir.

1.1.2. Değer Akışı

Yalın düşüncenin ikinci aşaması, her ürün veya hizmet grubuna ilişkin değer akışının bütünüyle tanımlanmasıdır (Womack ve Jones, 2003: 28). Müşterinin tanımladığı değer işletmelerin değer akışları ile sağlanabilir. Sistemdeki değer akışı Şekil 1.1’de görüldüğü gibi işletmedeki her bir faaliyetin sürekli birbiri ile etkileşimi ile oluşmaktadır.



Şekil 1.1. Değer akışı faaliyetleri

Üretim işletmelerindeki değer akışı hammadde tedarikinden başlar, üretim faaliyetleri ile devam eder ve ürünün müşteriye ulaşması ile son bulan adımları kapsamaktadır (Womack ve Jones, 2003: 342). Bu akış basit ve doğrudan olmalıdır. Değer belirlendikten sonra ürün ve hizmet için gerekli tüm faaliyetler tek tek ele alınarak daimi akışı engelleyen tüm faaliyetlerden kurtulmak gerekmektedir.

Değer akışı boyunca 3 tür faaliyetle karşılaşılır (Womack ve Jones, 2003: 29);

- Değer yaratan faaliyetler;

Üretim veya hizmet esnasında müşteri bakış açısı ile ürün veya hizmete değer katan faaliyetlerdir. Tüm aşamaların bu faaliyetlerden oluşması istenilen bir durumdur. Seramik sektöründe hammaddenin preslenerek şekillendirilmesi, şekil alan karoların pişirilmesi gibi faaliyetler örnek olarak verilebilir.

- Değer yaratmayan fakat yapılması zorunlu faaliyetler;

Üretim veya hizmet esnasında müşteri açısından ürün veya hizmete değer katmayan ama yapılması zorunlu faaliyetlerdir. Bu faaliyetler tamamen ortadan kaldırılamasa bile sayısında azaltılma veya süresinde kısaltma yoluna gidilmelidir. Şekillendirilen karoların pişirilmek için vagonlarda bekletilmesi, ebat değişimleri bu faaliyete örnek olarak verilebilir.

- Değer yaratmayan faaliyetler;

Müşteri açısından ürün veya hizmete hiçbir şekilde değer katmayan faaliyetlerdir. Bu faaliyetlerin müşteri gözünde hiçbir değeri yoktur ve müşteriler bu faaliyetler için para ödemek

istememektedir. Talimat beklemek veya makine arızaları bu faaliyete örnek verilebilir.

1.1.3. Sürekli Akış

Sürekli akış, ürün veya hizmet işlem adımlarında minimum bekleme veya hiç bekleme yaşanmadan işlemin talep edilen zamandan ne erken nede geç, tam zamanında doğru miktarda ve sıfır hata ile işlemin tamamlanmasını amaç edinir. Yığın seklinde çalışma biçimi beraberinde daima uzun bekleyişler getirmektedir (Womack ve Jones, 2003: 31).

Sürekli akışı mükemmel sonuçlarını ilk elde eden Henry Ford ve ekibi olmuştur. Henry ve ekibi 1913 yılında Model T montaj hattında sürekli akışı uygulayarak gerekli emek ve bekleme süresinde % 90 azalma sağlamışlardır (Womack ve Jones, 2003: 32).

1.1.4. Çekme Sistemi

İşletmelerimizde akış sisteminin yerleşmesi ile müşterinin taleplerine doğru miktarda, hatasız ve tam zamanında geri dönüş sağlayabiliriz. Bu sayede satış tahmini çalışmaları yerine, müşterinin taleplerine odaklı üretim planlaması yapılabilir. Böylece müşteriye fazladan üretim yaptığımız ürünü satmaya çalışmak, itmek yerine, müşterinin ihtiyaç duydukça bizden çekmek istediği ürünün üretimini yapan işletmelere dönüşmüş oluruz (Womack ve Jones, 2003: 35). Bu manada çekme sistemi müşterinin talebinden malzeme talebine, hatta tasarımına doğru akan bilgiyle her departmanın bir önündeki departmandan ürün çekerek üretim yapmasını sağlaması olarak ifade edilebilir.

1.1.5 Mükemmellik

Mükemmellik müşterinin talep ettiği değeri üretebilmek adına yapılan tüm faaliyetlerde israflardan (mudalardan) kurtulmayı gerektirir. İşletmeler müşteri gözüyle değeri doğru tanımladıklarında, değere ait tüm değer akışını belirlediklerinde, müşterinin talep ettiği değer işlemlerinin tüm işlem aşamalarında kesintisiz akmasını sağladıklarında ve üretime başlangıç adımını müşterinin çekme talebinden oluşmasını sağladıklarında mükemmel sonuçlar elde etmek imkansız bir fikir olmaktan çıkacaktır. Çünkü ilk dört adım birbiri ile sıkı bir etkileşim içerisinde ve müşterinin değeri çekme arzusu tüm işlem basamaklarında değer daha hızlı akmasını sağlayacak bu da değer akışındaki gizli israfları ortaya çıkartarak, israfların yok edilmesine imkan sağlayacaktır (Womack ve Jones, 2003: 36).

1.2. Yalın Üretimde Sekiz Temel İsrar

Mükemmellik sonu olmayan, ulaşılamayacak olan izafi bir kavramdır. Bu sebeple işletmeler süreçlerinde en yüksek performans, kullanılabilirlik ve kalite değerleri ile işlem

adımlarını gerçekleştirmelidirler. Yalın üretim sistemiyle, işi doğru yapmaya çalışmak yerine, doğru işi bir defada yapmak ilkesiyle işletmelerde sürekli iyileştirme amaç edinilmelidir. Bunu sağlamanın yolu israfları doğru tanımlamaktan geçer. Yalın felsefenin kurucularından Ohno tarafından müşterinin gözünde hiçbir değer oluşturmayan, hatta maliyet oluşturan yedi temel israf tanımlanmış ve 1996 yılında Womack ve Jones tarafından raporlanmıştır (Womack ve Jones, 1998: 58). Bu yedi israfa ilaveten “Kullanılmayan Çalışan Yeteneği” sekizinci israf olarak eklenmiştir (Adams, 2006: 26).

Bu sekiz israf şunlardır;

1. Fazla üretim
2. Beklemeler
3. Gereksiz taşımalar
4. Hatalı üretim
5. Gereksiz hareket
6. Gereksiz işlem
7. Aşırı Stok
8. Kullanılmayan yetenek

1.2.1. Fazla Üretim

İhtiyaçtan fazlasını veya talep edilmeyen üretimi yapmak israftır. Plan dışında üretim yapmak fazladan üretimin oluşmasına, stoğun artmasına buna bağlı olarak elimizdeki nakit paranın belki talep edilmeyecek ürüne dönüşmesine sebep olabilecek, bu da işletmelerin maliyetlerinin artmasına yol açabilecektir.

İşletmelerin fazladan üretim yapması;

- Üretimdeki hata takibini zorlaştırır,
- Kusurlu ürün miktarında artışa sebep olur,
- Fazla hammadde tüketimi yaşanır,
- İşçilik maliyeti artar,
- İş planlaması zorlaşır,
- Stok maliyeti artar,

- Taşıma miktarı artar,
- İşletme maliyetinde artışa sebep verir.

Fazla üretimi ortadan kaldırmak için pazardaki ihtiyacı doğru analiz etmek, işletmenin sahip olduğu makine ve operatörlerden en verimli şekilde yararlanmak ve stok kontrolünü doğru yapmak gerekir (Rother ve Shook, 1999: 138). Seramik üretiminde fazla üretim yapılması kil, sır, ambalaj ürünleri, işçilik ve enerji gibi üretim kalemlerinin belki satılamayacak ürüne dönüşmesine sebep olur.

1.2.2. Beklemeler

Üretim için malzeme beklenmesi, talimat beklenmesi, onay beklenmesi ve makinenin çalışmasının beklenmesi üretim yapılamamasına sebep olur ve bunların hepsi zaman kaybına ve maliyet artışına sebep verir (Ayçin ve Özveri, 2016: 330-331). İyi bir planlama ile üretim akışı kesintisiz yapılabilecektir. Seramik sektöründe üretime başlanmadan ürünün deseni ve tonu için test numuneleri alınarak kontroller yapılır. Üretime onay verecek yetkili kişilerin doğru zamanda ve yerde bulunmamaları sebebiyle onay süresi gecikir. Bu süreç boyunca üretimi yapacak olan tüm makinelerin çalışır vaziyette bulunması gerektiğinden bekleme kaynaklı fazla enerji tüketimi oluşarak maliyet artışı gerçekleşir. Arıza kaynaklı duruşlar için ise çalışan üretim işçisinin makinelerindeki kötüye gidişi fark edebilmesini sağlayan otonom bakım, makineler arızalanmadan önce bize kötüye gidişi haber veren kestirimci bakım çalışmaları yapılarak beklenmedik duruşların önüne geçilebilecektir. Tüm bu çalışmalar makinelerin çalışma sürelerinin ve çalışan moralinin artmasını sağlayarak, işletmeler için olumlu sonuçlar getirecektir.

1.2.3. Gereksiz Taşımalar

Hammadde, yarı mamül ve mamülün bir noktadan başka bir noktaya zaruri olmadan taşınması ürüne değer katmayan bir faaliyettir ve etkili bir israf türüdür. Taşıma ile fazladan iş gücü, depolama alanı ve maliyet oluşur (Öksüz vd., 2017: 4). Seramik sektöründe sevke hazır seramiklerin stok alanına gelişi güzel konulmaması gerekmektedir. Buna uyulmaması sevk zamanı gelen ürünlerin sevkiyat çalışanları tarafından aranmasına, ihtiyaç duyulan ürünlerin hazırlanabilmesi için etrafındaki diğer ürünlerin forklifler ile başka yerlere taşınmasına ve verimsiz bir depolama alanının oluşmasına sebep olmaktadır. Malzemelerin, yarı mamül ve mamülün kullanım alanlarına yakın bir noktada düzenli stoklanması gereksiz taşıma israfını ortadan kaldırılabilecektir. Bu sayede israftan kurtulmanın yanında üretim sahasında bir düzen oluşacak, çalışanların rahat hareket etmesine katkı sağlanacaktır.

1.2.4. Hatalı Üretim

Üretim süreçlerinde müşteri istek ve beklentilerine uymayan hatalı işlemlerin yapılması ile üretilen ürün ekstra zaman, emek ve malzeme kullanımı gerektirdiğinden maliyet oluşturan bir israf türüdür (Liker, 2004: 38). İşletme içinde çalışan moralinde düşüşe sebep olduğu gibi hatalı ürünün müşteriye ulaşması işletme itibarında zedelenmeye sebebiyet verir. Seramiğin müşterinin istemiş olduğu ebatlarda üretilmesi için her bir ürünü her seferinde aynı kalite ve standartlarda üretilmesi için ürün bilgi formları tutulmaktadır. Bu formlarda her bir süreçte neler yapılmalı, hangi sıralamayla yapılmalı, hangi değerler arasında çalışılmalı gibi üretimin her seferinde doğru olmasını sağlayacak bilgiler yer almaktadır. Tüm işletmelerde her seferinde doğru ürünü üretebilmek hedefiyle, hatanın olduğu işletme süreçlerinde standartlar yoksa oluşturulmalı, varsa gözden geçirilmeli, kontrol operasyonu koyulmalıdır.

1.2.5. Gereksiz Hareket

Üretim esnasında çalışanların ve makinelerin yapmış oldukları, ürüne herhangi bir değer katmayan hareketlerdir (Ayçin ve Özveri, 2016: 328). Bu hareketler çalışanların ve makinelerin ekstra efor, zaman ve enerji sarf etmesine sebep olmakla birlikte iş kazası riskini de arttırmaktadır. Bu gereksiz hareketlerin iş olmadığını ve müşteri gözünde hiçbir değer oluşturmadığını bilerek operasyonları düzenleyerek bu israf ortadan kaldırılabılır.

1.2.6. Gereksiz İşlem

Müşterinin talep ettiğiinden fazlasını gerçekleştirmek için yapılan işlem ve standardizasyon faaliyetleri sebebiyle oluşan israf türüdür (Bodek, 2004: 25).

En yüksek sınıflı seramikler olarak tanımlanan teknik porselen/granit seramiklerin su emme değeri % 0,5 ten az olmalıdır. Bu değer sağlanabilmesi hammadde tane boyutuna, pres çalışma basıncına, pişirme sıcaklık ve süresine bağlıdır. Bu değerlerin çok yüksek tutulması ile elde edilecek olan %0,05 su emme değerinin müşteri açısından hiçbir faydası yoktur ve bu değerlerin yüksek tutulması ekstra maliyet getirmektedir, hem müşteri hem de işletme adına gereksiz işlemlerdir.

1.2.7. Stok

Stok sebebiyle büyük depolama ihtiyacı, aşırı kaynak ihtiyacı, firede artış, gereksiz hareket ve taşımalar meydana gelir (Uçan, 2014: 30).

İhtiyaçtan fazlasını bulundurmak işletme içerisinde kargaşaya, istenileni bulmada zaman kaybına, çalışma alanının daralmasına hatta daha fazla alana ihtiyaç duyulmasına sebep

olur. Bunun neticesinde gereksiz çalışan hareketleri ve gereksiz taşımalar meydana gelecektir. Bu işlemler işletmelerde firede artış meydana getirip daha fazla kaynak ihtiyacı doğuracaktır.

1.2.8. Kullanılmayan yetenek

İşi yapan kişi, o işi en iyi bilen kişidir. İşletmelerdeki tüm faaliyetler de insan kontrolünde gerçekleşmektedir ve bu faaliyetlerin tümünde zorlukları, hataları, aksaklıkları işi yapan çalışanlar bilmektedir. Çalışanlarımızı iyi analiz etmeli olumlu yönlerinden en iyi şekilde yararlanılmalıdır (Begam vd., 2013: 17). Çalışanların işlerini yaparlarken gördükleri problem ve israfların çözümünde çalışanların başarılı yönlerinden, deneyimlerinden, yetenek ve kabiliyetlerinden faydalanılmalıdır. Bazı iş operasyonlarında bizzat kendi çalışanının bilgi ve becerisini devreye sokmak belki hiçbir bedel ödenmeden o operasyondaki problem ve israfı ortadan kaldırmaya yeterli olabilmektedir. Bu sebeple çalışanlar yetenekleri konusunda iyi analiz edilmeli, fikirlerini söylemek konusunda teşvik edilmeli, mümkün olduğu kadar iş süreçlerine dahil edilmelidir. Çalışanları dinlememek, onların fikir ve yetenekleri neticesinde oluşabilecek gelişme fırsatlarından yararlanmamak israfın en zor tespit edileni ve en büyüğüdür (Liker, 2004, s:28).

1.3. Yalın Üretim Teknikleri

Maliyet ve teslimat süresini azaltmak, kaliteyi arttırmak, proses akışını düzenleyip geliştirmek, müşterilerin istek ve taleplerine cevap verilebilmek ve bunların yanında insan kaynağını geliştirmeyi sağlayan yalın teknikler bulunmaktadır (Vinodh ve Joy, 2012: 1602).

Ohno, 1950 yılında Kore Savaşı sonrasında, artan talebi zor da olsa karşılayabilmeyi yalın üretim sisteminin temelini oluşturacak olan yöntemlerin (yalın araçlar) uygulanmasının sağladığını ifade etmiştir (Ohno, 2018: 119).

Bu bölümde aşağıdaki yalın üretim teknikleriyle ilgili bilgiler verilecektir;

- Tam Zamanında Üretim
- Sıfır Hatalı Üretim
- Toplam Üretken Bakım
- 5S Kuralı
- Toplam Ekipman Etkinliği
- Tekli Dakikalarda Kalıp değişimi
- PUKÖ Döngüsü

- Pareto Analizi
- Balık Kılçığı Diyagramı
- Kök Neden Analizi
- Sürekli Gelişim (Kaizen)
- Değer Akış Haritalama

1.3.1. Tam Zamanında Üretim

İlk olarak 1970'lerin başında Japon işletmelerinde uygulanmaya başlayan, sonrasında küresel yayılım gösteren, yalın üretim tekniğidir. Yalın üretimin en önemli unsuru olarak sistemin omurgasını oluşturan Tam Zamanında Üretim (TZÜ), üretimin her aşamasında israfların yok edilmesini, maliyetlerin en aza indirilmesini, performans ve verimliliğin artırılmasını sağlayan bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Upton, 1998: 1103).

TZÜ, ürün/hizmet ya da işlerin tam olarak doğru zamanda, doğru miktarda ve hatasız sağlanması için oluşturulan bir sisteme dayanmaktadır. Bu sebeple sipariştten, müşteriye teslimata kadar olan adımlarda gereklilikleri yerine getirmenin yanı sıra, kalite ve üretkenlikte artış, maliyetlerin düşürülmesi konusunda da devrim yaratmıştır. Imai'ye göre; böyle bir üretim sistemi aşağıda sayılan özelliklere sahiptir (Imai, 2014: 154);

- Müşteri ve üretim süreci birbiriyle yakın ilişkilidir. Kısa akış süresi sayesinde, siparişin alınmasıyla birlikte üretim başlamakta ve değer oluştuğu yerde çalışanlar, ürünün üretimi sırasında sürekli müşteri memnuniyetini düşünmektedirler.
- Üretim sistemi, müşteri taleplerinin karşılanmasında oldukça esnekler. Modellerin sürekli yenilenmesi ve en az düzeyde stok bulundurulması sağlanmaktadır.
- TZÜ, üretim hattındaki anormalliklere çok çabuk yanıt veren bir üretim sistemi olduğundan; hatalı üretim söz konusu ise tüm hattın durdurulması gerekmektedir.
- TZÜ, esnek üretimin programlanmasına uygun bir sistemdir.
- Bu tarzdaki bir üretim sistemi, işletmeler tarafından piyasaya ilişkin daha doğru tahminler yapılabilmesine olanak sağlamaktadırlar.

Üretim aşamalarında, itme sistemi yerine çekme sistemini kullanmak, sürekli gelişimin sağlanmasına, müşteri beklentilerinin karşılanmasına önem verir. İsrafin, katma değer sağlamayan faaliyetlerin yok edilmesine ve maliyet azalışına odaklanan TZÜ sıfır stok veya

çok düşük seviyede stok ile çalışılmasını, üretim süreçlerindeki atıl zaman ve faaliyet kullanımı azaltmaktadır (Kaplanoğlu, 2012: 35). Türkiye’de tam zamanında üretim sistemine geçilebilmek için kalite yönetimi iyi organize edilmeli, sağlam ve güçlü bir altyapı sağlanmalıdır (Yıldız ve Atanoğlu, 2011: 56).

1.3.2. Sıfır Hatalı Üretim (Jidoka)

Yalın üretim israfı mücadeleyi ön planda tutan bir sistemdir. İsraf oluşmadan yapılan faaliyetin durdurulması büyük önem arz etmektedir. Jidoka kavramı 1900’lü yılların başında Sakichi Toyoda’nın Tekstil üretiminde herhangi bir ipliğin kopması veya dolaşması durumunda üretimi durduran makine tasarlamasıyla doğdu (Yalın Enstitü, 2023). Müşteri talep ve isteklerine düşük maliyet, yüksek kalite ile cevap verebilmek için en küçük hata durumunda üretimin durdurulması kaçınılmazdır. Yalın üretim sisteminin Jidoka tekniği ile arızaların, hatalı, uyumsuz ve fazla üretim yapılmasının önüne geçilebilmektedir (Ohno, 2018: 132).

Jidoka kavramı sayesinde hata oluşmaya başladığı anda karar vermek için kendi bağımsız yeteneklerini kullanabilen makineler geliştirilerek kullanılmaktadır. Bu sayede operatörler birden fazla makineyi kontrol altında tutabilmektedir. Operatörler hata, arıza gibi anormalliklere zamanında müdahale ederek, zamanlarını daha iyi kullanabilmektedir. Jidoka sayesinde süreci aksatan anormallikler için üretimin durdurularak problemin belirlenmesi, çözümü ve bir an önce TZÜ’nün verimli akışına tekrar dönülmesi sağlanabilmektedir (Suzaki, 2005: 119). Temel amaç; bir hata ile karşılaşıldığında, bu hatanın daha fazla israflara neden olmadan çözümünün bulunması ve oluşan israfın yok edilmesidir (Gecü, 2008: 3).

Jidoka’nın dört temel prensibi şu şekilde ifade edilebilir (Yalın Enstitü, 2023);

1. Makinelere üretim esnasında ürünleri kontrol ettirmek,
2. Üretimde hata oluştuğu an üretimi durdurmak ve uyarı vermek,
3. Makinelerden gelen geri bildirim ile operatörlerin sorunlara hızlı bir biçimde çözüm yolları bulması ve aynı zamanda düzeltici-önleyici tedbirler almasını sağlamak,
4. Makine ve insan çalışmasını birbirinden ayırarak çok sayıda makinenin yönetilebilmesine olanak tanımak.

1.3.3. Toplam Üretken Bakım

Müşteri istek ve taleplerinin en kısa zamanda ve doğrulukta karşılanması için işletmelerdeki ekipman teknolojileri ve otomasyonlar gün geçtikçe artmaktadır. Buna bağlı olarak da bakımın, bakım için gereken insan gücünün, eğitim, bilgi, becerinin ve

organizasyonun önemi işletmeler için artmaktadır.

Toplam Üretken Bakım (TÜB), tüm çalışanları kapsamına alan ve çalışanların verimli bakım faaliyetlerine katılımıyla, makine arızalarının azaltılması, süreç verimliliği, bakımın organize edilmesi ve buna benzeyen problemlerin ortadan kalkmasını amaçlayarak israfı önlemeye çalışan bir araçtır (Suzaki, 2005: 148). TÜB, Toplam Kalite Kontrolüne (TKK) benzemekle birlikte sadece bozulan makinenin bakımını değil, makine arızalarının önlenmesini amaçlayan bir tekniktir.

Toplam üretken bakımın amaçları şu şekilde sıralanabilir (Chiarini, 2013: 98):

- Ürün kalitesi geliştirmek,
- İşletmedeki verimliliği arttırmak,
- Makinelerin sürekli temizlenmesi sağlamak,
- Makine bakım faaliyetlerini azaltmak,
- İşletmedeki oluşacak arıza sürelerini azaltmak,
- İşçilerin makineler konusunda bilgi sahibi olmasını sağlayarak üretimin uzun süreler aksamamasına yardımcı olmak.

Toplam Üretken Bakımın amacı arıza oluştuğunda arızaya müdahale edip düzeltmek değildir. TÜB daha derinlemesine bakarak arızanın ana nedenine ulaşmayı, sürekli iyileştirmeler yaparak ‘sıfır duruş’, ‘sıfır hata’ ve ‘sıfır kalite kaybı’ hedefine doğru giderek mükemmeli yakalamayı hedefler (Birdoğan, 2001: 169).

TÜB’e göre bakımın yapılabilmesi için 5 temel bileşenin bilinmesi gerekir (Steinbacher ve Steinbacher, 1993).

1. Bakım Önleme: Makine ekipmanlarının en az bakım gerektirmesi, servise kolayca ulaşılması ve ilgili ekipmanların kolayca tedarik edilebilmesi.

2. Kestirimci Bakım: Ekipmanların fiziksel parametrelerinin, trendlerinin ölçülmesi, bilinen mühendislik limitleriyle karşılaştırılması, sonuçların analizi, yorumlanması ve arızalara yol açabilecek sorunların ekonomik biçimde etkisiz kılınması ve düzeltilmesi.

3. Düzeltici Bakım: Ekipmanların çalışma performansının geliştirilmesi veya geliştirilmesi için uygun ortamın sağlanması.

4. Önleyici Bakım: Ekipmanların verimli çalışabilmesi için periyodik bakımlarının

belirlenip, çizelge oluşturularak planlanan bakımların yapılması.

5. Otonom Bakım: Üretim personellerinin bakım süreçlerine dahil edilerek, ekipmanlarının kontrollerini sağlaması ve çalıştığı ekipmanın ihtiyaçlarını öngörmesi.

TÜB'ün çalışan ve işletmeye sağladığı faydalar şu şekildedir (Alparslan, 2015: 17);

- Operatörler için daha temiz, düzenli ve güvenli bir iş çevresi oluşur. Operatörler bilgi, beceri ve kabiliyetlerini artırma imkanına ulaştıkları için problemlerin belirlenip ortaya koyulması kolaylaşır, daha verimli makinelerde daha uygun metotlarla çalışma sağlanarak yapılan işin kalitesi artar.

- Ekipmanlar temiz ve uygun şartlarda muhafaza edildiklerinden arızalar azalır, yetkin personelin gereksiz işlere harcadığı emek ve zaman ortadan kalkar, gereksiz problemlerin azalması ile ortaya çıkan zamanın yetenek geliştirme ve kişisel gelişimde kullanılması sağlanır, üretim personeli ile yakın çalışma artarak iş birliği güçlenir.

- İşletmede aylık arıza oranı düşer, defolu mal sayısı azalır, toplam donanım verimliliği artar.

Görener ve Yenen (2007)'e göre Toplam Üretken Bakım sistemi ile birlikte makinelerin daha az arızalanması ve performanslarının artmasıyla birlikte sağladığı faydalar şu şekilde sıralanır;

- Tezgah verimliliğinin arttırılması (Sıfır işgücü kaybı, sıfır bekleme süresi, sıfır hatalı üretim),

- Ürün kalitesinin arttırılması, hataların azaltılması (Sıfır hatalı üretim),
- İş kazalarının azaltılması (Sıfır işgücü kaybı),
- Bakım kalitesinin arttırılması, arızaların azaltılması (Sıfır bekleme süresi, Sıfır işgücü kaybı),

- Iskartanın azaltılması (Sıfır hatalı üretim),
- Stokların azaltılması (Sıfır stok),
- Grup çalışmalarının arttırılması,
- İyileştirme fikirlerinin arttırılması,
- Kültür değişiminin sağlanması,
- Teknik eğitimin arttırılması.

Toplam Üretken Bakımının uygulanmasındaki adımlar Tablo 1.2'de verilmiştir (Görener ve Yenen, 2007: 56).

Tablo 1.2. Toplam üretken bakımının uygulanmasındaki adımlar

AŞAMALAR	ADIMLAR	DETAYLAR
HAZIRLIK	1.Üst Yönetim Tarafından İşletmede TÜB Uygulanacağı İlanı	İşletme yöneticileri öncü olarak, konuyu ve önemini duyururlar. Çalışanlar genel olarak bilgilendirilir ve uygulamanın faydası açıklanır.
	2.TÜB Konusunda Tanıtım ve Eğitim Faaliyetlerinin Başlatılması	TÜB'ün içeriği ve uygulanabilirliği konusunda seviyesine göre çalışanlara eğitimler verilir. Çalışanlar motive edilmeye çalışılır.
	3.Organizasyonel Yapının Oluşturulması	TÜB uygulamalarının sürekliliğini sağlamak için bir organizasyon kurulması, çalışma kurallarını belirleyerek, işlerlik kazandırılması safhasıdır.
	4. TÜB Konusunda Temel Politika ve Hedeflerin Belirlenmesi	Var olan koşulların analiz edilmesi, temel politika ve hedeflerin belirlenmesi adımıdır.
	5. TÜB için Ana Planın Hazırlanması	Detaylı uygulama planı hazırlanır.
UYGULAMA	6.TÜB Başlama Vuruşu Yapılması	Planın hazırlanmasından sonra tüm çalışanların katılacağı bir organizasyonla uygulamalar başlatılır. Bu aşamadan sonra, her çalışan kritik önemdedir.
	7. Ekipman Yönetim Sisteminin Kurulması	Sürekli iyileştirme takımlarının çalışmaları ile kayıpları önleyecek faaliyetlere odaklanılır.

Tablo 1.2. (Devamı)

AŞAMALAR	ADIMLAR	DETAYLAR
UYGULAMA	8. Otonom Bakım Sistemi Kurulması	Arızalar için önlem alınması, üretim araçlarının periyodik bakımının bir bölümünün makine başında çalışan operatörler tarafından yapılmasıdır.
	9. Planlı Bakımın Geliştirilmesi	Üretim araçlarının gruplandırılması, üretim araçlarına ait dosyaların oluşturulması, alt grupların ayrılması, eylemlerin tanımlanması, uygulamanın takibi ve kontrolünü içerir.
	10. Önleyici Mühendislik Faaliyetlerinin Yerine Getirilmesi	Elde edilen sonuçların yeni ekipmanlara aktarılması ve ömür çevrim maliyeti analizi yapılmasıdır.
	11. Operasyon ve Bakım Yetenekleri Geliştirilmesi için Eğitim	Tüm düzeylerdeki çalışanların eğitimlerinin süreklilik kazanmasıdır.
SÜREKLİLİK	12. TÜB Sisteminin Korunması ve Yeni Hedeflerin Belirlenmesi	Değerlendirme yapılması, hedeflerin güncellenmesi gibi aşamaları içerir.

1.3.4. 5S Kuralı

Bakım, temizlik ve işyeri organizasyonu, fabrika organizasyonlarının iyileştirilmesi sürecinde yönetim için ilk sırada yer almaktadır. Bir işletmenin, iyileştirme faaliyetleri konusundaki tutumunun belirlenmesi için, fabrika içerisinde dolaşılması ya da üretim alanındaki bakım ve temizlik uygulamalarının gözden geçirilmesi yeterli olabilmektedir (Suzaki, 2005: 45).

Çalışma alanının etkili bir organizasyonu ve işin standartlaştırılmasına yönelik tasarlanan faaliyetler serisinden oluşan 5S faaliyetleri (Şekil 1.2) Japonca ‘S’ harfi ile başlayan 5 tane kelimenin baş harflerinden oluşmaktadır; Seiri (Ayıklama), Seiton (Düzenleme), Seiso (Temizleme), Seiketsu (Standartlaştırma) ve Shitsuke (Disiplin) şeklinde sıralanmaktadır (Imai, 2014: 66).



Şekil 1.2. 5S adımları

1. Seiri (Ayıklama): İhtiyaç duyulmayan malzeme ve ekipmanlardan çalışma sahasının arındırılmasını sağlayan çalışmaları ifade etmektedir (Tekin vd., 2018). Öncelikle bulunduğu yere, kullanım sıklığına, kullanıcıya uygunluğuna göre malzemeler tasnif edilmeli, hangi malzemelerin saklanacağı, hangi malzemelerin atılacağı belirlenmelidir. Ayıklama işlemi yapılırken; çalışma sahasında dağınıklığa sebebiyet veren gereksiz eşya olup olmadığı, tüm malzemelerin sınıflandırma, depolanma ve etiketlenme işlemlerinin gerçekleştirilip gerçekleştirilmediği vb. konularına dikkat edilmelidir. Uygulama; tesis içindeki tüm alanlar için yapılmalıdır. Nihai olarak ayıklanan gereksiz malzemeler usulünce atılmalı, uzaklaştırılmalı

veya hurdaya gönderilmelidir (Çakırkaya ve Acar, 2016: 849).

2. Seiton (Düzenleme): Bu adımda alet ve ekipmanlar kullanım seviyesine göre sınıflandırılmalı ve en fazla gerekli olana kolayca ulaşılabilir şekilde yerleştirilmelidir. Her bir ekipmanın ne sıklıkta kullanıldığına, kullanım noktasına yakınlığına göre düzenlenmesi ihtiyaç duyulan öğeleri bulmayı daha kolay hale getirmektedir, böylece öğeleri aramak için harcanan zaman israfı azaltılabilmektedir (Sakallı ve Çatır, 2018: 478).

3. Seiso (Temizleme): Her zaman temiz ve bakımlı çalışma ortamı sağlamak, malzeme ve ekipmanların korunması amacıyla yapılan çalışmadır (Pheng, 2001: 336). Böyle bir çalışma ortamı iş kazası riskini azaltacak, ürün ve ekipmanların zarar görmesini engelleyecek, çalışan moralini yükseltecektir.

4. Seiketsu (Standartlaştırma): Öncesindeki üç adımın başarısının sürdürülebilir olması için prosedürlerin/standartların ve kurum kültürünün oluşmasını sağlar (Karşıyaka ve Sütçü, 2019: 94).

5. Shitsuke (Disiplin): Önceki dört adımı birbirine bağlayan, süreçlerin tamamını kapsayan çalışmalardır (Çakırkaya ve Acar, 2016: 853). İşletmedeki disiplini sağlamak amacıyla konulmuş basit kuralların takibini bir alışkanlık haline getirmek suretiyle, her an denetiminin sağlanmasıdır. Bütün iş süreçlerinde devamlılığın sağlanmasının yanında; çalışanların eğitimi, kurum bağlılığının oluşturulması, iyileştirmelerin duyurulması, kampanyalar yapılması ve çalışma gruplarının ödüllendirmesi vb. adımlar da bu aşamanın konuları arasındadır (Pheng, 2001: 337).

5S yaklaşımı iş yerinde düzenin sağlanmasını, gereksiz malzeme stoğunun engellenmesini, çalışma ortamını basitleştirerek çalışan veriminin artırılmasını, etkili iş yeri organizasyonuna odaklanılmasını, kalite ve güvenlik artırılırken israfların azaltılmasını sağlamaktadır (Tekin vd., 2018: 269).

1.3.5. Toplam Ekipman Etkinliği

Bir işletmedeki bireysel ekipmanların üretim kabiliyetini ölçmek için Toplam Ekipman Etkinliği (TEE) kullanılmaktadır. TEE, ekipmanların performansına, kullanılabilirliğine ve kalite oranına bağlı bir analiz aracıdır (Muchiri ve Pintelon, 2008: 3026).

TEE ölçümü şu şekilde yapılmaktadır (De Ron ve Rooda, 2006: 4995):

$$TEE = \text{Verimlilik (V)} * \text{Performans (P)} * \text{Kalite (K)} \quad (1)$$

$$V = (\text{yüklenme zamanı} - \text{duruş zamanı}) / \text{yüklenme zamanı} \quad (2)$$

$$P = (\text{teorik çevrim zamanı} * \text{işlenmiş miktar}) / \text{operasyon zamanı} \quad (3)$$

$$K = (\text{işlenmiş miktar} - \text{kusurlu miktar}) / \text{işlenmiş miktar} \quad (4)$$

1.3.6. Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi

Günümüzde işletmeler, müşteriye odak noktasına koyarak hatlarını hızlı değiştirmeyi ve küçük partiler halinde üretim yapmayı, böylece müşterinin ödemek istemediği katma değer yaratmayan faaliyetlerin yok edilmesini hedeflemektedirler (Akyurt ve Eren, 2019). Düşük miktarda olan müşteri taleplerine hızlı cevap verebilmenin vazgeçilmez bir aracı olan Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi (TDKD), işletmelerde sıklıkla yapılması gereken işlemlerdendir. Küçük miktarlardaki farklı müşteri taleplerine karşılık verebilmek için bu işlemin gerçekleştirilme sayısı da artacaktır. Ürün tipi değişimleri esnasında üretim yapılmadığı için israf olarak kabul edilmekte ve iyileştirme faaliyetleri barındırmaktadır (Apilioğulları, 2010: 140).

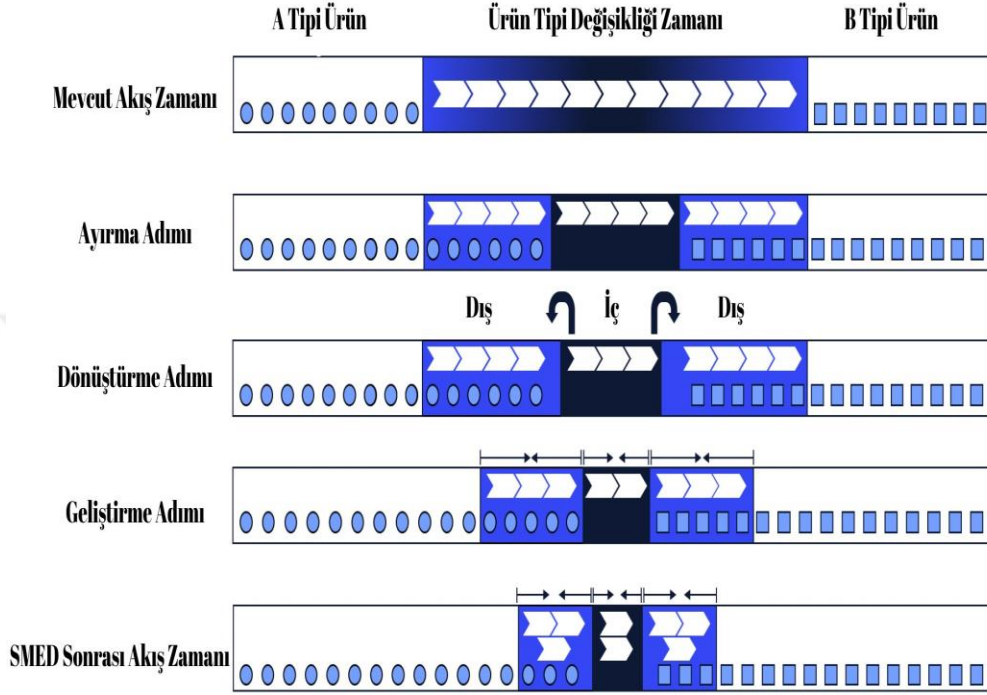
TDKD, süreyi azaltmayı hedefleyen, sistemi makine odaklı bir uygulama gibi görünse de, dayandığı temel ilkelere bakıldığında makineler dışında sistem elemanları için de uygulanabilecek bir prensiptir (Yılmaz, 2012). Shingo'nun tekniği üretim değişimi sürelerini on dakikanın altında, tekli dakikalarda gerçekleştiremeye bile, daha kısa sürede işlemleri gerçekleştirmek için gereken teori ve teknikleri ifade eder (Aslandere, 2017: 91). Üretim değişiminin hızlanması ile üretim partilerinin boyutu ve stoklar azalmakta, aynı zamanda üretimsiz geçen zaman azalacağı için daha verimli çalışan makineler ile üretim miktarında da artış olmaktadır. Kazanılan yüksek TEE sayesinde işletmeler piyasadaki talep değişikliklerine hızlı cevap verebilecek esnekliğe kavuşmuş olurlar (Suzaki, 2005: 54).

İşletmelerdeki TDKD uygulamaları (Şekil 1.3) üç adımda özetlenebilir (Shingo, 2019: 51):

1. İç ve dış hazırlık süresinin ayrılması: TDKD uygulamasında en önemli adım işlemlerin iç hazırlık süresi mi yoksa dış hazırlık süresi mi olduğuna karar vermektir. İç hazırlık süresi genellikle hatalardan kaynaklandığından, görevleri harici olarak sınıflandırmak en iyisidir.

2. İç hazırlık zamanını dışa çevirme: Normal hazırlık zamanları %30-50 arasında azaltılabilir. Bunun için içten dışa çevrilmesi ve ilk aşamada sınıflandırılması gerekir. Öncelikle, dış hazırlık süresinin yanlış belirlenip belirlenmediğine ilişkin prosedürler tekrar gözden geçirilir. Ardından bu aşamaları dış hazırlık süresine dönüştürmek için yeni yollar aranır.

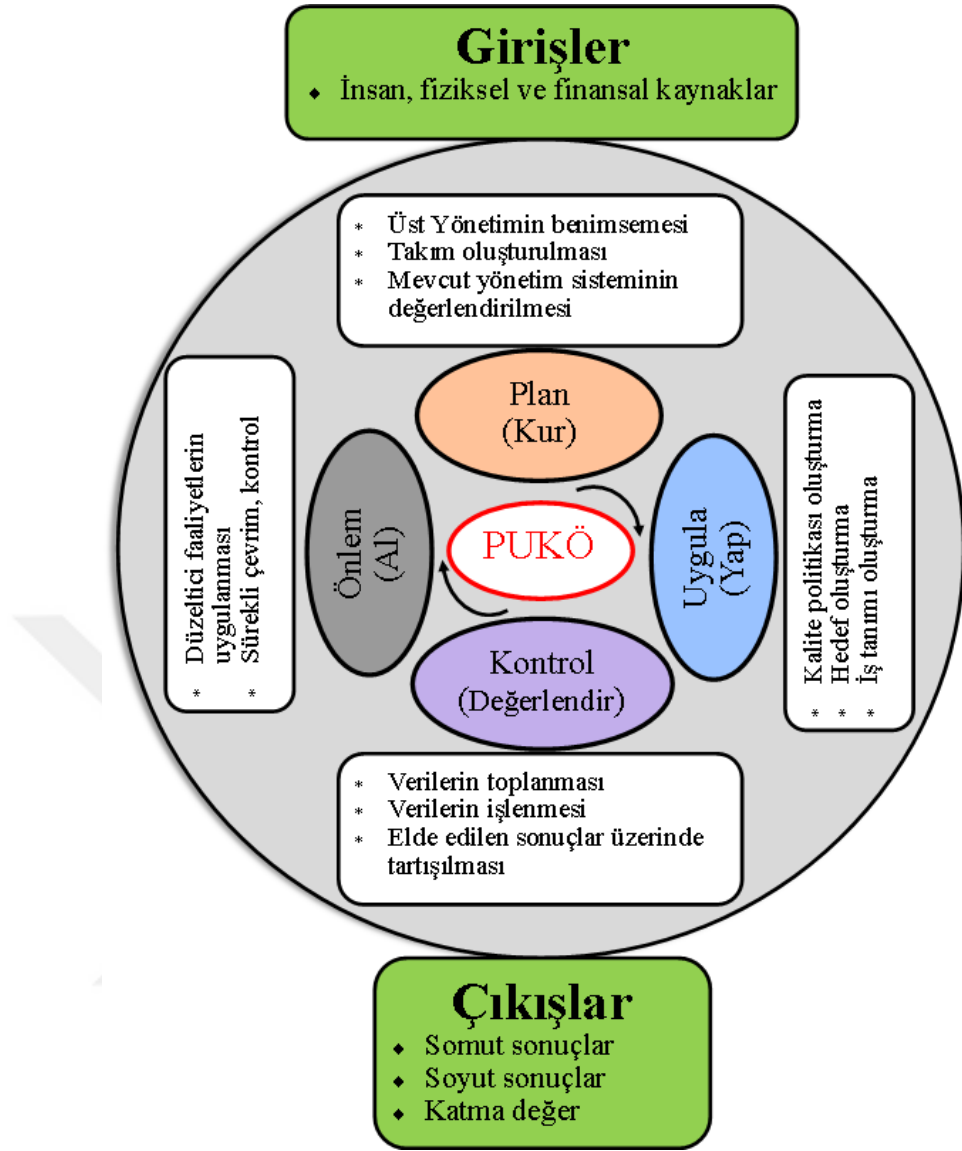
3. Hazırlık zamanı sürecinin tüm açılardan geliştirilmesi: Bu aşamada her operasyonun detaylı bir şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Aslında önemli olan tek bir dokunuşla kalıp değişimidir. Bu nedenle, tüm hazırlık süresi prosedürleri olabildiğince basitleştirilmeli ve her operatör bunu kendi başına tamamlayabilmelidir.



Şekil 1.3. Ürün tipi değişim zamanları

1.3.7. PUKÖ Döngüsü

Edwards Deming toplam kalite ile yönetim felsefesini, klasik yönetim anlayışlarına eleştiride bulunarak, işletmeler ve çalışanlardan örnekler vererek toplam kalite anlayışının temellerini oluşturmuştur. Kalitede sağlanan iyileşmenin giderleri azaltacağını ve verimi yükselterek pazar payını artıracığını savunmuştur (Şimşek, 2007). Deming, Walter Andrew Shewhart'ın kitabında yayınladığı yöntemi geliştirerek PUKÖ döngüsü adını verdiği sistematik bir yaklaşım oluşturmuştur. Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al kelimelerinin baş harflerinden oluşan PUKÖ döngüsü, sürekli iyileştirmeyi amaçlayan bir yöntemdir (Moen, 2009; Walasek vd., 2011). PUKÖ döngüsü Şekil 1.4'te gösterilmektedir.



Şekil 1.4. PUKÖ döngüsü (El-Morsy vd., 2014).

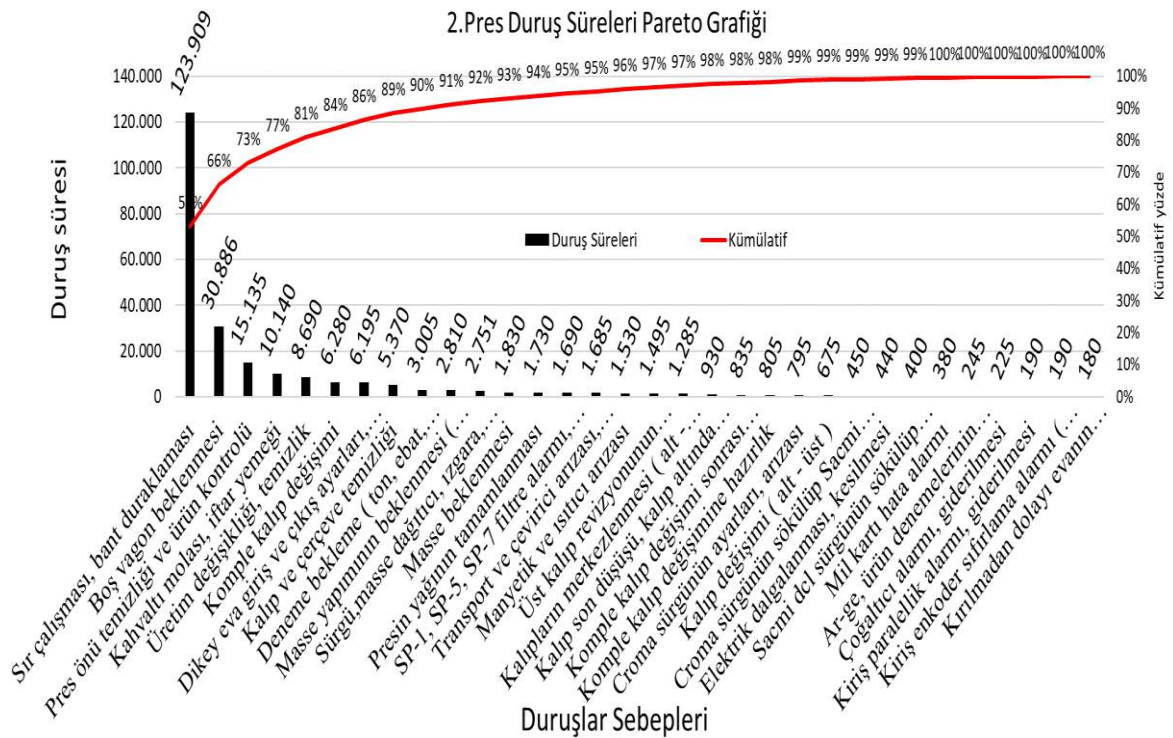
Şekil 1.4’de görüldüğü gibi PUKÖ döngüsünde ilk olarak, planlama ile kuruluşun amacının tanımlanmasına sonra uygulanmasına ihtiyaç vardır. Daha sonra ise, planlanan hedeflere ne kadar ulaşıldığının kontrolü yapılır. Eğer hedeflere ulaşıldıysa yapılan uygulama faaliyetleri ile kontrol edilir. Son adım, planlanan hedefler ile uygulamalar arasında ortaya çıkan farklılıkların ve sapmaların sebeplerini araştırılmasıdır. Bunlar için önleyici faaliyetler bulunulur. İstenilen hedeflere ulaşılamaması durumunda Planla adımıyla başlanarak PUKÖ döngüsü adımları tekrarlanır. PUKÖ döngüsünü birkaç kez tekrarlanmak gerekebilmektedir. Böylece süreçlerde veya ürünlerde mevcut kusurları en aza indirmek veya ortadan kaldırmak mümkün olabilmektedir (Carvalho ve Leite, 2021: 311).

1.3.8. Pareto Analizi

Romanya doğumlu Amerikalı bir mühendis ve yönetim danışmanı olan Joseph Moses JURAN, 1941 yılında İtalyan iktisatçı ve sosyolog olan Vilfredo PARETO'nun çalışmaları ile karşılaşmıştır. Pareto'nun çalışmalarında İtalya topraklarının yaklaşık %80'inin nüfusun %20'sine ait olduğu ifade edilmiştir. Juran bu çalışmaları okuduktan sonra sorunlarının %80'inin olası nedenlerin %20'sinden kaynaklandığını gözlemlemiştir (Newman, 2005). Pareto'nun matematiksel modelinin 80/20 kuralı ile bağlantısı Juran'ın yaptığı gözlemler ile açıklanmıştır. Juran, kendi gözlemleri ile elde ettiği sonuçları değerlendirerek önemli azınlık (%20) önemsiz çoğunluğa (%80) ilişkin prensibi Pareto Prensibi olarak adlandırmıştır (Crawford, 2001).

Bu bağlamda özellikle kalite kontrol verilerinde problemlerin sebepleri tespit edilirken hangi hataların daha büyük bir yüzdeye sahip olduğu bu teknikten yararlanılarak kolayca tespit edilebilir. Elde edilen verilerin tasnif edilmesi ile değişik sayıdaki önemli sebepleri, daha az önemde olan sebeplerden ayırmak için kullanılan, karar almada yol gösteren bir tekniktir (Özcan, 2001: 153).

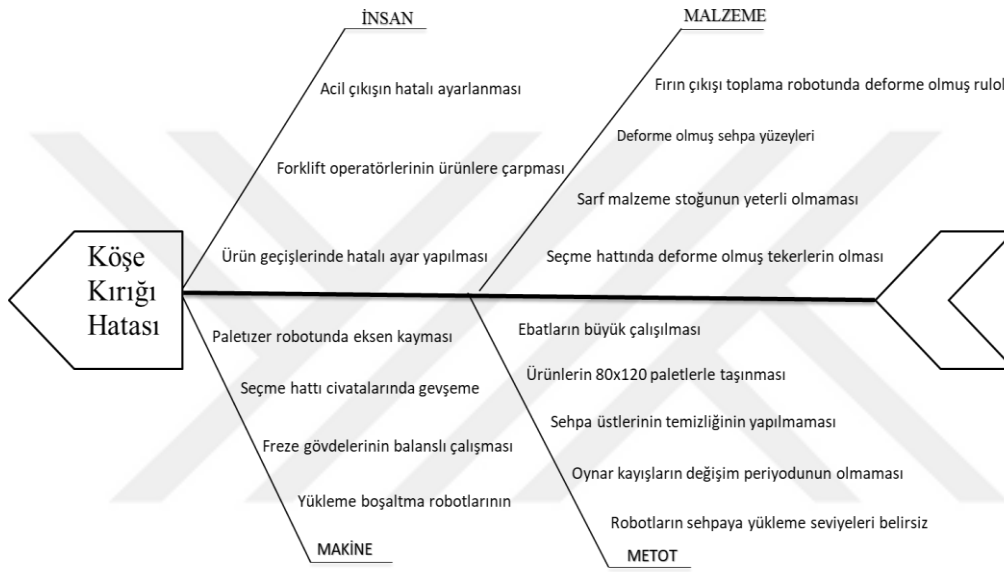
Şekil 1.5'de hat duruş süresine göre yapılan bir pareto grafiğinde birkaç çeşit duruşun toplam duruş miktarının büyük bir kısmını oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 1.5. Pareto analizi

1.3.9. Balık Kılçığı Diyagramı

1960'larda Kawasaki tersanelerinde kalite yönetimi süreçlerine öncülük eden Kaoru Ishikawa tarafından oluşturulmuştur (Shahbazpour Asiabi, 2022: 37). Problemlerin kök nedenleriyle birlikte gösterildiği ve neden-sonuç ilişkisinin sistematik bir şekilde ele alındığı bir analiz yöntemidir. Probleme neden olan etkenlerin, önce ana etkenler, daha sonra ana etkene bağlı alt etkenlerin birlikte gösterildiği, şekil olarak balık kılçığını andıran diyagramdır (Apilioğulları, 2018: 166). Seramik fabrikasında köşe kırığı hata oranını azaltmak için yapılan çalışmada oluşturulan balık kılçığı diyagramı Şekil 1.6'da verilmiştir.



Şekil 1.6. Balık kılçığı diyagramı

Oluşturulan balık kılçığı diyagramında İnsan, Malzeme, Makine ve Metot başlıkları ele alınmıştır. Beyin fırtınası yapılarak her bir başlığın altına problem sebepleri listelenmektedir. Problemin çözümünde ihtiyaç durumuna göre Ölçüm, Çevre vb. başlıklar eklenebilir, değiştirilebilir veya çıkartılabilir (Şeker S. E., 2014: 3).

1.3.10. Kök Neden Analizi

Kök neden analizinde, karşılaşılan sorunun çözümü için açık nedenlerin de ötesine geçilmektedir. Balık kılçığı analizinde problemlerin sebepleri üzerinde durulmaktaydı, kök neden analizinde ise probleme neden olan sebeplerin kök nedeni tespit edilene kadar neden sorusu sorulmaktadır (Marchwinski, 2007: 71).

Yalın üretim sistemi bilimsel yaklaşım sistematliğini benimsediği için çalışanlarından da problemin temel nedenine ulaşana kadar sistematik olarak “neden” sorusunun tekrarlamasını istemiştir. Böylece sorunların kök nedenlerine ulaşılabilen ve problemin tekrarlanmasının

önüne geçilebilmektedir. Tablo 1.3’de seramik fabrikasında yapılmış olan kök neden analizi örneği verilmiştir.

Tablo-1.3. Kök neden analizi

Kök Neden Analizi						
No	Sebebe	1.N	2.N	3.N	Kök Neden	İyileştirme
1	Acil çıkışta karoların üst üste binmesi	Acil çıkış bandının karo çıkış hızına göre yavaş olması	Redüktör hızı istenilen hıza uygun değil		Redüktör hızı istenilen hıza uygun değil	Redüktör hızının istenilen hıza getirilmesi
2	Acil çıkış bandı sonunda palet üzerindeki karoya yeni gelen karonun çarpması	Palet üzerine karo biriktikçe banttan gelen karo ile aynı seviyeye gelmesi	Kullanılan sehpanın seviyesinin sabit olması		Kullanılan sehpanın seviyesinin sabit olması	Sehpanın yüksekliğinin ayarlanmasını sağlayacak düzener tasarlanacak
3	Sehpaya karoların düzgün dizilmemesi	Oynar kayışın aşınması kaynaklı	Değişim periyodu belirli değil		Kayış değişim periyodu belirlenecek	Otonom bakım standardına eklenecek
		Ruloların aşınması	Değişim periyodu belirli değil		Rulo değişim periyodu belirlenecek	Otonom bakım standardına eklenecek
4	Sehpa kaynaklı köşe kırığı	Sehpa yüzeylerinin düzgün olmaması	Sehpa yüzeylerinin deforme olması		Sehpa yüzeylerinin deforme olması	Sehpa yüzeylerinin deforme olması
		Sehpa yüzeylerinin temizlik olmaması	Sehpa üstünün temizliğinin yapılmaması		Sehpa üstünün temizliğinin yapılmaması	Pişirme bölümü temizlikten sorumlu olacak otonom bakıma işlenecek
		Sehpanın aşırı yüklenmesi	Fırın çıkışı robot yükleme miktarı belli değil		Fırın çıkışı robot yükleme miktarı belli değil	Fırın çıkışı robot yükleme miktarı tablo yapılacak
5	Seçme hattı - Ayırıcı kaynaklı köşe kırığı	Temas kaynaklı kırık	Waks yıkanması yada az atması	Makine tank - hortum - tabanca periyodik bakımı yok	Makine tank - hortum - tabanca periyodik bakımı yok	Otonom bakımına eklenecek
		Seçme hattı ayarının hatalı yapılması	Personellerin ayarları kendine göre yapması		Personellerin ayarları kendine göre yapması	Seçme hattı talimatları hazırlanacak
		Seçme hattı tekerlerinin aşınması	Sürtünme kaynaklı aşınma	Değişim periyodu belirli değil	Değişim periyodu belirli değil	Otonom bakım standardına eklenecek
		Ayırıcı istif kaldırıncı ayaklarının kauçuklarının aşınması	Sürtünme kaynaklı aşınma	Değişim periyodu belirli değil	Değişim periyodu belirli değil	Otonom bakım standardına eklenecek

1.3.11. Sürekli Gelişim (Kaizen)

Kaizen Japonca olan ‘Kai’ ‘Değişim’, ‘Zen’ ‘İyi Olmak’ kelimelerinden oluşmaktadır. Kelime anlamı olarak sürekli iyileştirmek ve daha iyiye değişim anlamına gelmektedir. İşletmelerdeki tüm proseslerin her aşamasında oluşan problem ve israfların azaltılması için ilgili her seviyeden personel tarafından kullanılan hızlı ve kapsamlı bir araçtır. (Chiarini, 2011: 99).

Hızlı değişen piyasa durumlarına karşılık iş süreçlerinde iyileştirmelerin amaçlandığı sürekli gelişim faaliyetleridir. Tam olarak “daha iyiye doğru değişim” anlamında kullanılan ve “sürekli gelişim” şeklinde yorumlanan Kaizen süreci ile israfların en aza indirilmesi ya da yok edilmesi hedeflenmektedir (Emiliani, 2004: 177).

“Daha iyisi için değişim” ise, kalitenin veya müşteriler tarafından değerli olan (yenilik, kullanım kolaylığı, zamanında teslimat, dayanıklılık, düşük maliyet gibi) faktörlerin iyileştirmeyle sonuçlanan değişikliği ifade etmektedir (Emiliani, 2005: 39).

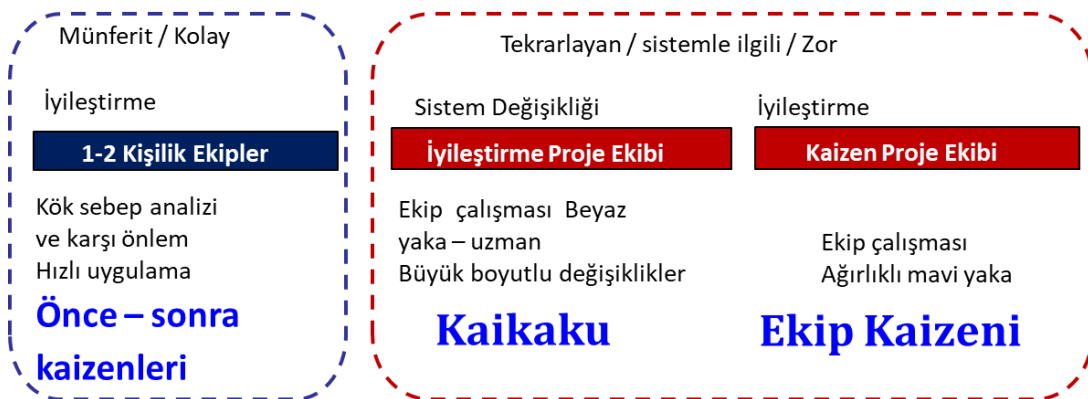
Kaizen, müşteri memnuniyeti üzerine kurulmuştur ve üst düzey yöneticilerden en alt kademede bulunan tüm çalışanlara kadar bütün çaba müşteri memnuniyetine yoğunlaşmaktadır (Imai, 2003: 207). Sürekli gelişim yaklaşımında, müşteriler tarafından kabul edildiği sürece,

sürekli gelişimler yoluyla ana hedefe ulaşmak için kullanılması gereken araç, yöntemler ya da teknikler sınırsızdır (Binti Awi, 2016: 84).

Bir işletmenin bütün kademelerinde çalışan herkesin birlikte çalışması ve iyileştirmeler yapmaya aktif olarak katılım göstermesi anlamına gelen sürekli gelişim faaliyetlerine, işletme içindeki tüm fonksiyonların dahil edilmesi gereklidir. Küçük ve kademeli, ancak istikrarlı olan iyileştirmeler yoluyla zaman içinde önemli sonuçlar sağlanmaktadır (Santos ve Tontini, 2018: 980).

Kaizen türleri için literatürde tam bir sınıflandırma yer almamaktadır. Genel olarak üç farklı grupta incelenebilir (Imei, 1986) . Şekil 1.7’de gösterilmekte olan bu gruplar; küçük (veya hızlı), büyük (veya standart) ve yönetim seviyesinde (veya genişletilmiş) Kaizenler olarak sınıflandırılabilir. Bu Kaizen çeşitleri şu şekilde tanımlanır;

- **Küçük Kaizen:** Önce-Sonra olarak tabir edilen, bir hafta veya daha kısa sürede uygulamaya geçirilebilen, en fazla iki operatör tarafından gerçekleştirilen, fiziki değişiklik ile iyileştirmenin yapıldığı bir Kaizen çeşididir.
- **Büyük Kaizen:** Ekip Kaizeni olarak tabir edilen, Küçük Kaizen’e göre daha karmaşık ve sıklıkla rastlanmayan problem çözümünde kullanılan, genellikle dört-altı kişinin katılımıyla gerçekleştirilebilen, kök neden belirlenip karşı önlemlerin alınmasıyla ve bu önlemlerin etkinliğinin süreçte doğrulanması ile elde edilen sonuçların devamlılığını sağlayan bir Kaizen çeşididir.
- **Yönetim Seviyesinde Kaizen (Kaikaku):** Karmaşık ve sürekli karşılaşılan problemlerin çözümünde kullanılan, farklı bakış açılarını ele alabilmek için fazla kişinin katılım sağlaması istenilen, çalışmanın her adımının görsellikle kayıt altına alındığı, genellikle haftalar veya aylar süren büyük boyutlu Kaizen çeşididir.



Şekil 1.7. Kaizen çeşitleri

Özünde Kaizen, üretkenliği artırmayı, israfı azaltmayı ve gereksiz zor işleri ortadan kaldırmayı sağlayan ve sonu olmayan bir iyileştirme yolculuğudur. Kaizen, sürekli ve tutarlı bir şekilde uygulandığında, çalışanların problem ve israflara olan bakış açılarını değiştirerek önce çalışanlara sonrada ise işletme kültürüne değer katar.

1.3.12. Değer Akış Haritalama

Değer Akışı Haritalama (DAH), mevcut hizmet/ürün veya ürün grubunun müşteriden tedarik zincirine kadar geçtiği tüm süreçlerde değer akışının gösterildiği, ele alınan süreç boyunca, ürüne değer katan ve katmayan faaliyetleri göstererek, israfların ortaya çıkartıldığı bir haritalama aracıdır (Bilici ve Kosanoğlu, 2021). İşletmeler küçük ve tek bir ürün üretimi yapmadığı sürece, bütün ürün grubunun aynı haritada gösterilmesi karmaşıklık sebebi olmaktadır. Değer akış haritalandırma, tek bir ürün gurubu için hammaddeden, ürüne dönüşmesine ve müşteriye teslim aşamasına kadar geçen süreyi kapsamaktadır. Malzeme akışlarının yanında, üretimi ve bilgi akışlarını da kontrol eden bir haritalamadır. (Braglia, Carmingnani ve Zammori, 2006: 3930).

Kısaca, ürünlere ya da ürün ailelerine ilişkin, değer akışlarında gerçekleşen faaliyetlerin tümünün bir gösterimi şeklinde tanımlanan (Womack ve Jones, 1998: 426) değer akışı haritalama, süreçlerin içindekinin görülmesi için kullanılan bir tekniktir. Duvar karosu üretimine ait değer akış haritası Şekil 1.8’de gösterilmiştir. Bu haritalama görseli, katma değer sağlayan ve sağlamayan faaliyetlerin belirlenmesini sağlayarak yalın uygulama sürecini hızlandırarak işletmenin rakipleri karşısında fiyat, hız ve doğru ürün konusunda avantajlar sağlamasına yardımcı olur. Prosesin neresinde gecikme olduğunu, kısıtlamayı ve aşırı envanteri bir bakışta görmeyi sağlar. Değerli olanı alma ve sürdürme, değerli olmayanı ise elimine etme ile birlikte, değer akış haritalama tekniği; yalın üretim hedeflerine (sıfır stok, sıfır zaman kaybı, sıfır işgücü kaybı, sıfır bekleme, sıfır gereksiz hareket, sıfır kırtasiye işleri ve harcamaları, sıfır hatalı üretim, sıfır fazla süreç kaybı) katkı sağlar (Aslandere, 2017: 40).



Şekil 1.8. Duvar karosu değer akış haritası

Sağdan sola doğru uzanan bilgi akışı ile soldan sağa doğru uzanan malzeme akışından meydana gelen DAH iki haritadan oluşmaktadır (Johnson, 2012: 8). Bunlar, mevcut durum haritası ve yeni mevcut durum haritasıdır. DAH aracılığıyla sürecin haritalanması için standart semboller kullanılmakta ve tedarikçilerden müşterilere kadar bir ürün/hizmet veya ürün ailesinin tüm akışı takip edilmektedir (Chiarini, 2011: 98). Mevcut durum haritası, işletmenin ideal durumu olan yolculuğunda yapılması gereken ilk ve en önemli adımdır. (Rother ve Shook, 1999: 4).

Yalın bir değer akışında kullanılan başlıca değerlendirme ölçütleri şunlardır:

- **Takt zamanı:** Müşterinin hangi sıklıkta ürün talep ettiğinin belirlenmesinde kullanılan zamanın ifadesidir (Apilioğulları, 2013, s. 59). Takt zamanının amacı üretimin müşteri tarafından talep edilen süre ile örtüşmesini sağlamak olarak görüldüğünden yalın üretimin en önemli noktası olarak tanımlanmaktadır. Bir hücre içinde tek parçalı akış oluşturulduğunda, bu hücrenin işlemesi için hangi hıza göre tasarlanması gerektiği, makine kapasitesi, kaç çalışana ihtiyaç olacağı takt süresine göre belirlenmektedir. Takt zamanı hesaplandıktan sonra buna bağlı olarak makine ve operatör sayısı belirlenmektedir. Örneğin, müşterinin 1.000 m² seramik talebinin olduğu ve vardiya başına kullanılabilir net çalışma süresinin (yemek ve molalar düşüldükten sonra) 7 saat olduğu bir işletmede, çalışılan süre (7 saat*60 dk*60 sn) 25.200 saniyedir. Takt zamanı ise (25.200/1.000 m²) 25,2 saniyedir. Bu, müşteri talebinin karşılanması için, her 25,2 saniyede 1 m² ürün üretilmesi gerektiği anlamına gelmektedir

- Çevrim süresi: Bir operatörün işlemi bitirmesi için gerekli olan gerçek zamanı ifade etmektedir (Imai, 2014, s. 157). Bir süreç tarafından parça veya ürün tamamlanma sıklığıdır ve bitmiş ürünün hücrenin sonuna ne sıklıkla geldiğini ifade etmektedir. Çevrim süresinin takt zamanından daha kısa olması aşırı üretim olduğunu göstermektedir.

- Katma değer süresi: Müşteri tarafından, parasının ödenmesi konusunda istekli olduğu, ürünü dönüştüren iş elemanlarının süresi olarak tanımlanmaktadır (Rother & Shook, 1999, s. 21).

- Değer yaratmayan süre: Müşterinin görüşüne göre ürüne değer yerine ekstra maliyet katan, müşterinin para ödemek istemediği, ürüne değer katmayan işler için harcanan süredir (Marchwinski, 2007, s. 19).

- Akış süresi: Bir ürünün, bir süreçte veya değer akışında başlangıçtan bitişe doğru hareketi boyunca geçen süredir (Sarı, 2018: 70).

Mevcut durumdan, hedef duruma ulaşıldığında ya da planlanan işler uygulandığında, hedef durum artık mevcut durum olacağından sonsuz bir döngü ortaya çıkar. Bu da sürekli iyileştirmeyi desteklemektedir (Elbert, 2013: 41). Mevcut değer akışında değişiklikler planlanarak mevcut değer akışının yanında yapılan çalışmaların ardından değişiklikleri gösteren yeni mevcut durum değer akışı haritalaması da oluşturulmalıdır. Değer akışı haritalamada mevcut durum ile yeni mevcut durumu gösteren haritaların çizilmesi, iyileştirilen durumlardaki farklılıklara odaklanılmasını sağlamaktadır. Yalın işletmelerde her seviyeden personel değer akışının her aşamasını görebilmeli ve kolay anlayabilmelidir. Bu durum, değer akışına tüm çalışanların değer katabilmesini ve değer yaratmak için kolay yollar bulunmasını sağlar (Bırakmaz, 2013: 119). Mevcut durum için değer akışı çizilmesi ile yeni mevcut durum için değer akışı çizilmesi arasında bir döngü vardır. Bu döngüde sürekli iyileştirmeler yapılarak, iş planı ve uygulamalar ile yeni mevcut durum haritaları çizilir. Seranit seramik fabrikasında uygulanan döngü örneği Şekil 1.9'da verilmiştir.



Şekil 1.9. Değer akışı haritalama döngüsü

Değer akışı haritalaması ile imalattaki tek bir proses yerine, sürece dayalı akış incelenerek sadece tek bir prodesteki israfların değil; değer akışı yolu boyunca oluşan tüm israfların altında yatan sebeplerin görülmesini sağlar. DAH, proseslerin nasıl olması gerektiğini anlatarak, kolay ve açıklayıcı bir dil meydana getirir ve bilginin de düzenli şekilde akışını sağlar. İsrafları engelleyici planların oluşturulup, Kaizen fikirlerinin ortaya konulduğu noktaların rahat bir şekilde gözlemlendiği değer akış haritaları oldukça anlaşılır bir biçimde çizilmelidir. Çizilen haritanın basit ve anlaşılır olması, üzerinde yapılan tartışmalarında verimliliğini arttırmaktadır (Jones ve Womack, 2001: 8).

2. UYGULAMA

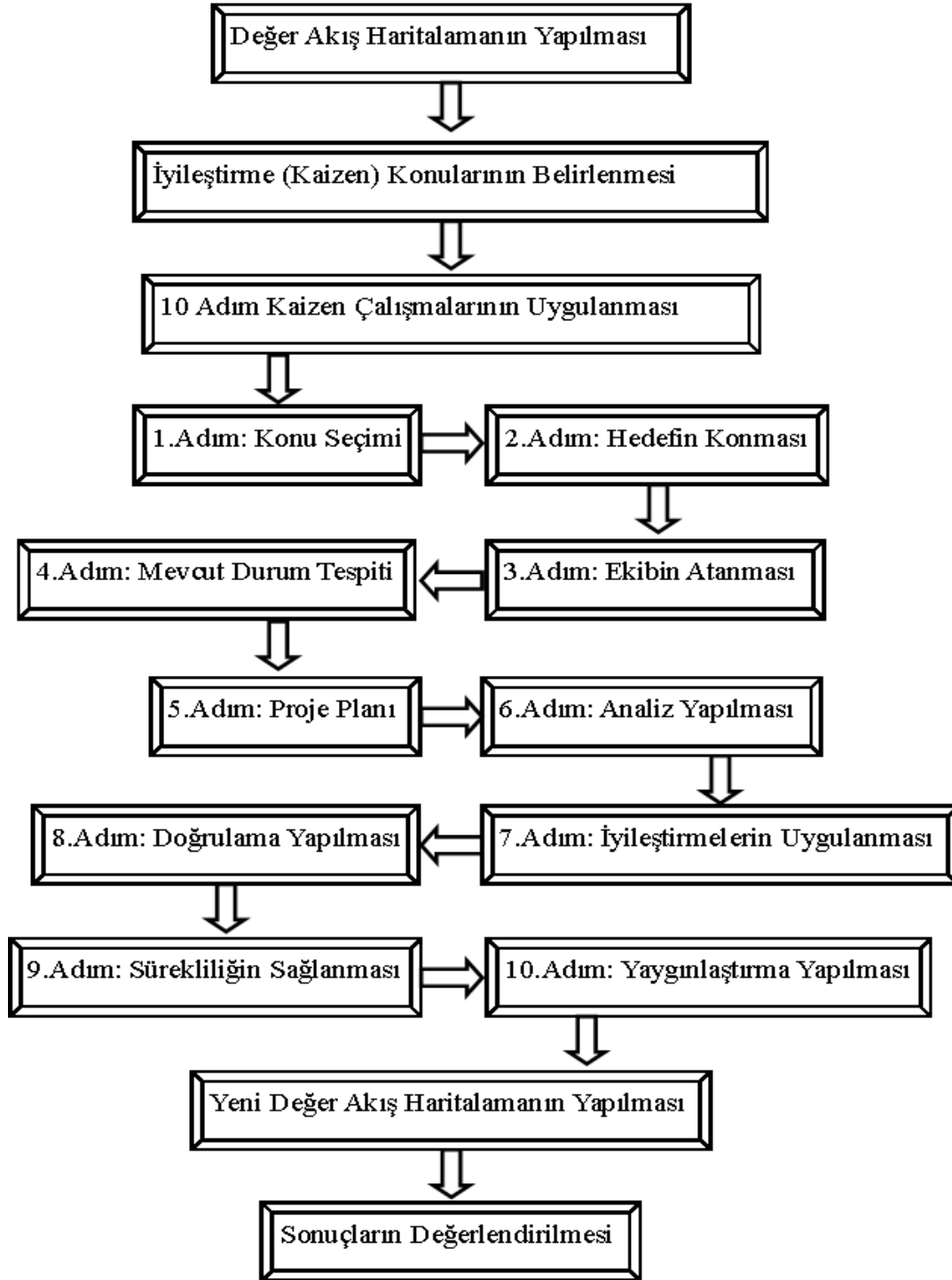
2.1. Uygulamanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, 200'ün üzerinde çalışanı ile yurtiçi ve yurtdışı için seramik üretimi yapan Seranit Granit Seramik Sanayi ve Ticaret A.Ş. işletmesinde üretim sürecinde yaşanan sorunlara çözümler üreterek üretim süreçlerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca üretim sürecindeki hataların sebeplerini ve etkilerini belirleyerek problemlerin detaylandırılması ve bu problemlerin çözülebilmesi için önerilerin sunulması da hedeflenmiştir. İşletmede hazırlama, şekillendirme, sırlama, pişirme, ebatlama, kalite ayırma ve paketleme gibi birçok önemli proses bulunmaktadır. Birden fazla ebat ve birden fazla ürün ailesi bulunan işletmede yalın üretim sürecinin aşamaları, yapılan çalışmalar ve sonuçları incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında en fazla üretim yapılan ebat ve ürün ailesinin üretim hattına ilişkin mevcut durum haritaları ele alınmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda hammadde tedarikçiden ürünün müşteriye sevkiyatına kadar hataların meydana geldiği tüm proseslerde üretim sürecinin iyileştirilmesi için değer akış haritalama tekniği kullanılmıştır. Bu çalışma ile elde edilen sonuçların aynı sektörde faaliyet gösteren diğer işletmelere yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

2.2. Uygulamanın Metodolojisi

Değer akışı, müşteriye ürün veya hizmet oluşturmak için tedarikçiden müşteriye kadar olan prosesler boyunca ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür. DAH, ürün oluşumundaki süreçlerin bütününe ele alarak ürünün geçtiği değer akışı boyunca oluşan bilgi akışının görülmesine ve anlaşılmasına yardımcı olan bir tekniktir. DAH ile amaçlanan değer akışının her adımını ele almak, değer katan faaliyetlerin ve israfların hangi proseslerde oluştuğunu görselleştirmek, hangi süreçlerde iyileştirmeler yapılabileceğini görebilmektir. DAH, süreçlerin derinlemesine analiz edilmesine olanak sağlayarak, hangi süreçlerde iyileştirmeler yapılması gerektiğiyle ilgili bilgi sağlar. Tedarikçiden müşteriye kadar tüm proseslerde malzeme ve bilgi akışı sahada gözlem yapılarak toplanmalıdır. Seramik üretimi gerçekleştiren işletmede, yalın üretim tekniklerinden ilki olan değer akış haritalama tekniği kullanılmıştır. Takip edilen uygulama safhası Şekil 2.1' de verilmiştir. Sahada gözlemler yapılmış, işletme yetkilileriyle yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilerek malzeme ve bilgi akışına ait veriler toplanmıştır. Mevcut durum değer akış haritasının çıkarılmasıyla birlikte iyileştirme yapılabilecek süreçler fabrika yetkilileri ile birlikte belirlenerek Kaizen çalışmalarının konuları belirlenmiştir. Kaizen çalışmaları esnasında konuyla ilgili olası problemlerin belirlenmesinde balık kılçığı analizinden, problemlerin kök nedenlerine inebilmek için neden-neden analizinden

yararlanılmıştır. Belirlenmiş olan konularla ilgili fabrika çalışanlarından ekipler oluşturularak Kaizen çalışmaları yapılmış, çalışmalardan elde edilen verilerle yeni değer akışı haritası oluşturulmuştur. Yeni değer akış haritası hazırlanarak, mevcut durum değer akış haritası ile karşılaştırılmıştır. Yeni değer akış haritası gelinen noktayı göstermesi açısından önem arz etmektedir. Yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen veri, bilgi ve bulgular çalışmamızda paylaşılmıştır.



Şekil 2.1. Uygulama adımları

2.3. Uygulamanın Yapıldığı İşletme ve Üretim Bilgileri

Porselen Yer ve Duvar Karosu sektöründe faaliyet gösteren Seranit Üretim İşletmesi'nin ana merkezi ile üretim tesisi farklı illerde bulunmaktadır. Bilecik organize sanayi sınırları içerisinde bulunan fabrikanın genel görünümü Şekil 2.2'de gösterilmektedir. Satış ve pazarlama, üretim plânlaması, insan kaynakları ve kurumsal sosyal sorumluluk, yönetim ve finans gibi bölümleri ana merkezde bulunmaktadır.



Şekil 2.2. Fabrika genel görünümü

1992 yılında Türkiye'nin ilk porselen fabrikası olarak Bilecik'te Bilecik Organize Sanayi Bölgesinde 102 bin metrekare alana kurulan Seranit, 10 yılın sonunda 2002 yılında Türkiye'nin en büyük holdinglerinden biri olan Sinpaş Holding bünyesine katılmıştır. Kurulduğu günden bugüne “mükemmellik yolculuğuna tüm paydaşlarını dahil ederek ilerleyen, topluma ve dünyaya katkı sunan öncü dünya markası olmak” vizyonuna uygun olarak çalışmalarını sürdürmektedir. Ürünlerini hayata, mekanlara ve çevreye değer katan kalite anlayışı ile ulusal ve uluslararası standartlarda çevre dostu ürünler olarak üretmektedir. Super white Teknik Porselen, Aquanit Porselen Duş Karosu gibi özel ürünler üreterek ilklerin öncüsü olan Seranit; 10x10 cm'den 90x135 cm'e kadar farklı birçok ölçüdeki geniş ürün yelpazesıyla dünya çapında 60 ülkede 300'e yakın satış noktasında 55 seri ürün, 2500'ü aşan renk ve efekt ile hizmet vermektedir. Seranit; konut, hastane, alışveriş merkezleri, ulaşım ağları, kültür merkezleri, turizm yapıları ve marketler gibi pek çok farklı alanda uygulanan ürünleri ile

projelerde yer almaktadır. Seranit'in üstün teknolojisi ve kalitesi ile üretilen geniş ürün yelpazesini, yurt içinde ve 60 ülkede 300'den fazla satış noktası ile dünyanın her yerine taşımaktadır.

Seranit fabrikasının müşteriden gelen günlük üretim talebi 11000 m²'dir. Buna karşın fabrika günlük 9529 m² üretim yapabilmekte ve müşteriden gelen günlük üretim miktarını karşılayamamaktadır. Bundan dolayı fabrikada üretim fazlası stok oluşmamaktadır. Fabrika itme sistemi yerine çekme sistemini kullanarak bölümler arasında sıfır stok veya çok düşük seviyede stok ile çalışmalarını sürdürmektedir. Çekme sistemi planlama departmanı tarafından yönetilmektedir. Planlama departmanı müşterinin talepleri doğrultusunda üretilecek ürün çeşit ve miktar bilgilerini ilgili üretim departmanlarına bildirerek üretim süreçlerindeki atıl zaman ve faaliyet kullanımı azaltmaktadır.

Seramik karo üretim süreçleri temel olarak duvar karo, yer karo, porselen karo, sırlı porselen karo ve dekor sınıflarına ayrılmaktadır. Yer ve duvar karo üretimine ait iş akışı Şekil 2.3'de verilmiştir. Bünyenin üst yüzeyinin sır olarak adlandırılan bir cam tabakası ile kaplanmasıyla sırlı seramik karolar üretilmektedir. Bu tabaka karolara renk, parlaklık, desen gibi estetik özelliklerin yanında, sertlik, düşük su geçirimi gibi olumlu teknik özellikler kazandırmaktadır.



Şekil 2.3. Yer ve duvar karosu üretimine ait iş akışı

Çoğunluğu yerli kaynaklardan temin edilen hammaddeler (kil, silis, kaolen, feldspat, pegmatit, kalsit vb) değirmenler için Şekil 2.4’de görüldüğü gibi belli reçete oranlarında hazırlanıp, öğütülür. Sonrasında Şekil 2.5’de görülen otomatik tartım üniteleri ile istenilen karışımlar hazırlanır. Bu hazırlanan reçeteye göre seramik malzemenin özellikleri (Örn. Su emme, mukavemet.) değişiklik gösterir.



Şekil 2.4. Hammadde alanı



Şekil 2.5. Bunker alanı

Seramik çamuru hazırlanmak üzere Şekil 2.6'da görülen hammadde değirmenlerine alınır, bu değirmenlerin iç astarı genellikle alüminadan oluşmaktadır. Yaklaşık 7 saatlik bir süre de gerçekleşen öğütme işleminde belirli oranlarda alubit bilyalar kullanılır. Reçetelere göre değirmene alınan malzeme miktarı farklı olduğu için su oranı silikat oranı ve bilya sayıları farklıdır.



Şekil 2.6. Değirmenler

Değirmenlerde çamur hale gelen seramik malzeme granül hale getirilmek için spreycum dryer fırınına gönderilir. Spreycum dryer fırınına gönderilmek üzere havuzlarda depo edilen seramik çamuru alt tabakada birikme yaşanmaması için daimi olarak karıştırma işlemine tabi tutulur. Havuzlardan hidrolik pompalarla eleklerden geçen çamur Şekil 2.7’de görülen spreycum dryer fırınına gönderilerek granül hale getirilir.

600°C hava ile buluşan malzemeler granülleşir ve granül boyut aralığı 60-1000 mikron arasındır. 60 mikrondan küçük granüller emiş fanı ile ayrılır. Spreycum dryer içerisinden çıkan granül %5-6 nem oranına sahiptir.



Şekil 2.7. Spray dryer

Granül hale getirilen hammadde Şekil 2.8’de görülen hidrolik pres makinalarında yaklaşık olarak 4600 ton basınca maruz bırakılarak şekillendirme işlemi yapılmaktadır. Preslenmiş granül madde karo görünümüne kavuşur ancak son derece yumuşak ve dağılmaya müsaittir. Bu yüzden içerisinde bulunan nemi uzaklaştırmak için ön kurutma işlemi uygulamak gerekmektedir.



Şekil 2.8. Pres

Presleme işlemi sonrasında bünyede bulunan nemi uzaklaştırmak üzere karolar kurutma fırınlarına gönderilir. Kurutma işlemi 100-200°C dereceleri arasında gerçekleştirilir ve nem oranı %0.5 civarına düşürülür. Kurutma işlemi gerçekleşen karoya estetik bir görünüm için Şekil 2.9’da görülen sırlama hatlarında ve Şekil 2.10’daki İnkjet makinelerinde sırlama ve desen baskı işlemi gerçekleştirilir. Seramik yüzey içinde bulunan frit hammaddesi yüzeye camsı özellik kazandırmaktadır.



Şekil 2.9. Sırlama hattı



Şekil 2.10. İnkjet makinesi

Kurutma ve sırlama işlemi gerçekleşen karo pişirilmek üzere Şekil 2.11’de görülen uzun fırınlara alınır yavaş yavaş pişirilen karo yavaş yavaşta soğutularak çatlama ve patlama riski en aza indirilerek pişirilir. Pişirme süresi yaklaşık olarak 50 dk. civarında ve pişirme bölgesi (cehennem bölgesi) yaklaşık olarak 1250°C derece civarındadır.



Şekil 2.11. Fırın ve stok alanı

Pişerek mukavemetini kazanan ürünler Şekil 2.12’de görülen ebatlama hatlarında nihai ebatına ebatlanır.



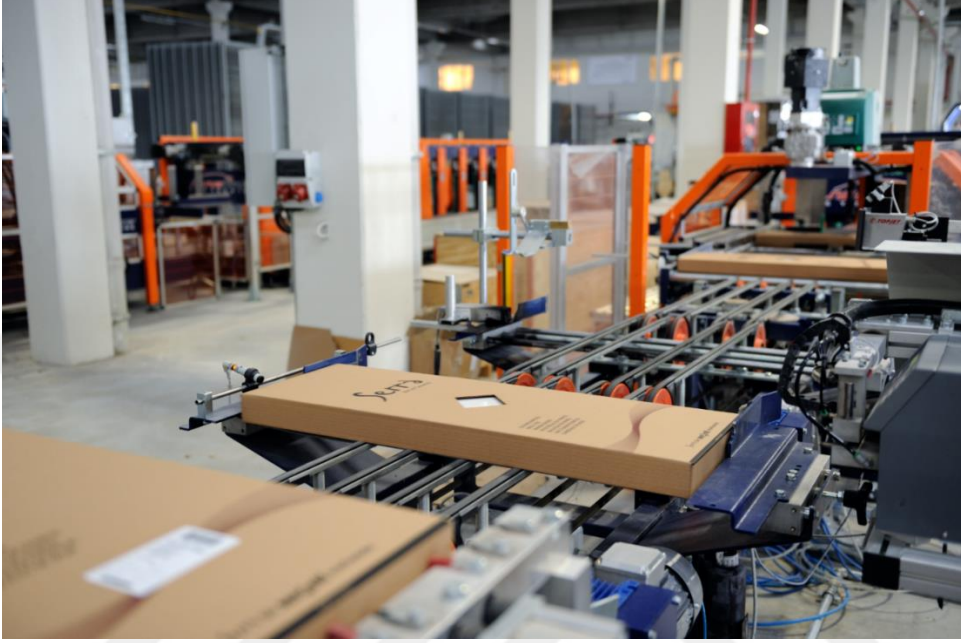
Şekil 2.12. Ebatlama

Üretim aşamaları biten seramik karolar üretim yapan firmanın TSE standartlarına göre belirli kontrollerden geçerek üretim ve sevkiyat işlemleri onaylanır. Bu kalite yöntemlerinden başlıcaları şunlardır;

- Mukavemet testi
- Aşınma testi
- Kimyasal madde dayanım testi

- Su emme testi
- Geçirgenlik testi gibi ana karakteristik kontroller yapılır.

Kalite ayırından geçen ürünler Şekil 2.13’de görülen paketleme hatlarında paketlenerek üzerine ürüne ait bilgilerin bulunduğu barkod işlenir.



Şekil 2.13. Paketleme

Şekil 2.14’de görülen sevkiyat alanından müşteri talebine uygun olarak ürünlerin sevki gerçekleştirilir.



Şekil 2.14. Sevkiyat alanı

2.4. Sırlı Porselen Karo Üretim Fabrikasında Uygulama

Seranit Sırlı Porselen Karo Üretim İşletmesi'nin, yalın üretim sisteminin uygulanması kararını vermesiyle birlikte, yalın dönüşüm için çalışmalara başlanmıştır. İlk aşamada, üretim sürecinin mevcut durumunun tespiti ve israfların belirlenerek yok edilmesi sürecinde yol göstermesi amacıyla mevcut durum haritaları oluşturulmuştur. Ancak işletmenin seramik alanında faaliyet gösteriyor olması nedeniyle, her bir sürecinde gerçekleştirilmesi gereken çok fazla işlem adımı bulunmaktadır. Ana süreçler temelinde birleştirilerek mevcut durum değer akış haritası oluşturulmuştur.

2.4.1. Mevcut Durum Değer Akış

Mevcut durum değer akış haritalamada önemli göstergelerden olan takt zamanının yorumlanabilmesi için süreçlere ilişkin çevrim sürelerine gereksinim vardır. Çevrim süresi, bir ürünün veya hizmetin tamamlanması için gereken toplam süreyi ifade etmektedir. Aynı zamanda üretim verimliliğini ve etkinliğini değerlendirmek için önemli bir ölçüttür. Çevrim süresi takt zamanından yüksek olan proseslerde iyileştirme çalışmalarının yapılması proseslerde daha verimli ve rekabetçi bir üretim süreci sağlar. Hammaddelerin mamül haline gelmesi sürecindeki her aşama için gereken çevrim süreleri (cycle time) Tablo 2.1'de sunulmuştur.

Tablo 2.1. Sırlı porselen karo üretim fabrikasında süreçler bazında çevrim süreleri

Süreçler	Çevrim süreleri dk/m ²	Çevrim süreleri sn/m ²
Çamur hazırlama	0,0067	0,402
Masse hazırlama	0,0064	0,385
Şekillendirme	0,075	4,5
Sırlama	0,075	4,5
Pişirme	0,15	9
Ebatlama	0,124	7,47
Kalite ayırım	0,124	7,47
Paketleme	0,124	7,47
Toplam	0,6851	41,11

Bir haftada 6 iş günü faaliyet gösteren üretim işletmesi için 1 ay 24 iş gününe denk gelmektedir. Fabrikada 8'er saatlik 3 vardiya olarak çalışılmaktadır.

Çalışma süresinin hesaplanması:

$$\text{Toplam süre} = 8 \text{ saat} * 60 \text{ dk} = 480 \text{ dk}$$

➤ Yemek molası: 30 dk

➤ 1. Çay molası: 15 dk

➤ 2. Çay molası: 15 dk

$$1 \text{ Vardiyalık Çalışma Süresi (dk)} = 480 - (30+15+15) = 420 \text{ dk}$$

$$3 \text{ Vardiyalık Çalışma Süresi (dk)} = 420 * 3 = 1260 \text{ dk}$$

$$\text{Çalışma Süresi (sn)} = 420 \text{ dk} * 60 \text{ sn} = 25.200 \text{ sn}$$

Müşteri talebinin günlük 11.000 m² olduğu işletmede, işgücü sayısının dikkate alınmaması durumunda takt zamanı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

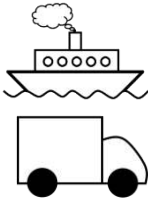
$$\text{Takt zamanı} = \text{Mevcut Çalışma Süresi (sn)} / \text{Müşteri Talebi}$$

$$\text{Takt zamanı (sn)} = 1260 / 11.000 = 0,1145 \text{ dk/m}^2 = 6,87 \text{ sn/m}^2$$

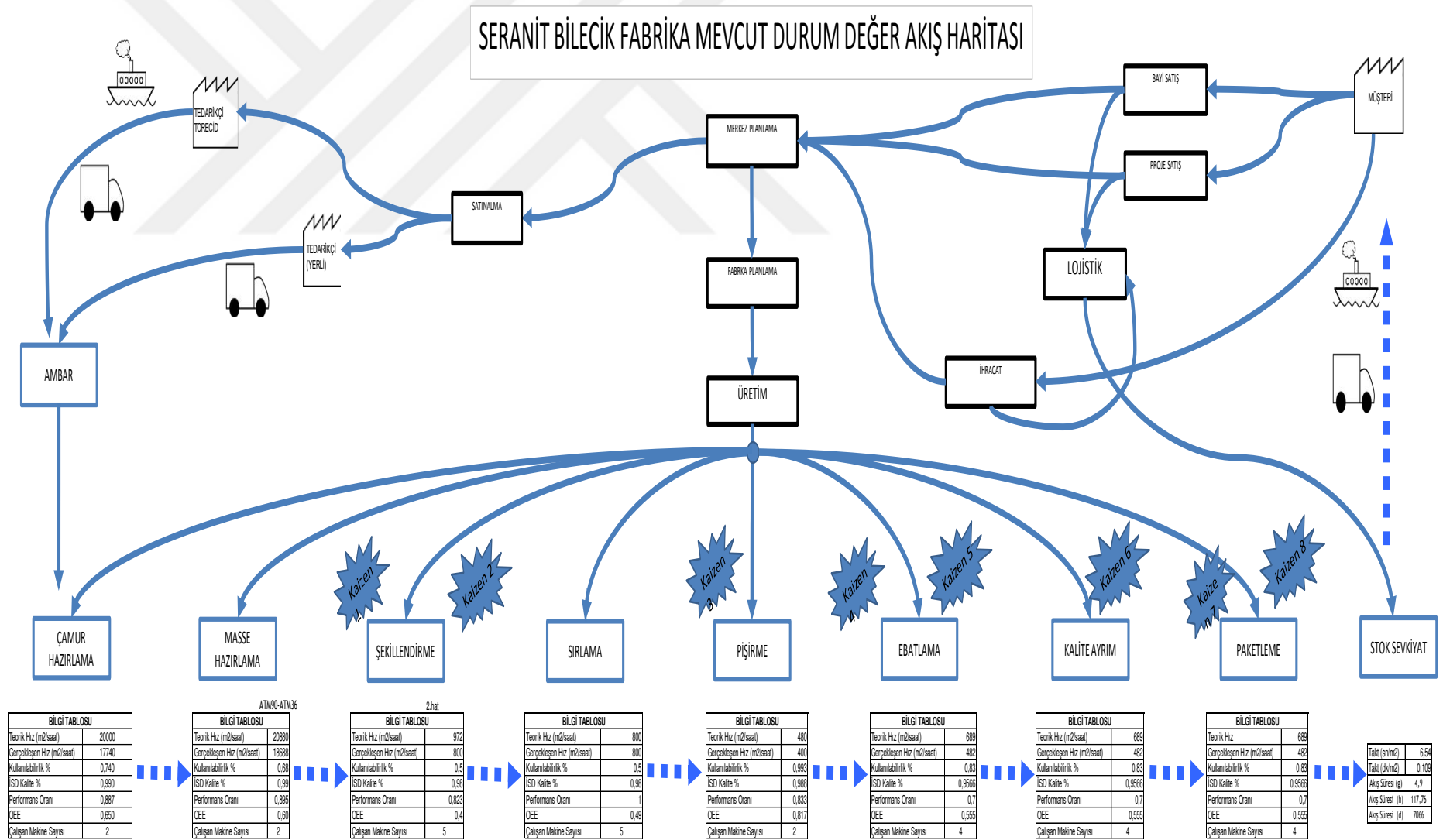
Hesaplanan 6,87 saniyelik takt zamanı ile Tablo 2.1'de detayları verilen süreçler bazındaki çevrim sürelerine bakıldığında Pişirme, Ebatlama ve Paketleme bölümlerinin takt zamanından uzun sürelerle sahip oldukları görülmektedir. Yapılacak olan iyileştirme çalışmaları ile bu bölümlerin çevrim sürelerinin takt zamanına giderek yaklaşacağı öngörülmektedir.

Mevcut değer akışının çizilmesinden önce tablonun daha iyi yorumlanması adına değer akış haritalama sembolleri ve taşıdıkları anlamları Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Değer akış haritalama sembolleri (Bilici, 2019: 16)

Sembol	Sembol adı	Sembol tanımı																
	Müşteri / Tedarikçi	Malzeme akışının başlangıç noktası olan tedarikçiyi ve üretim yapılan müşteriyi göstermek amacıyla kullanılan semboldür. Tedarikçi haritanın sol üst köşesine yerleştirilir, müşteri ise haritanın sağ üst köşesine yerleştirilir.																
<table border="1"><thead><tr><th colspan="2">BİLGİ TABLOSU</th></tr></thead><tbody><tr><td>Teorik Hız (m2/saat)</td><td></td></tr><tr><td>Gerçekleşen Hız (m2/saat)</td><td></td></tr><tr><td>Kullanılabilirlik %</td><td></td></tr><tr><td>İSD Kalite %</td><td></td></tr><tr><td>Performans Oranı</td><td></td></tr><tr><td>OEE</td><td></td></tr><tr><td>Çalışan Makine Sayısı</td><td></td></tr></tbody></table>	BİLGİ TABLOSU		Teorik Hız (m2/saat)		Gerçekleşen Hız (m2/saat)		Kullanılabilirlik %		İSD Kalite %		Performans Oranı		OEE		Çalışan Makine Sayısı		Bilgi Tablosu	Üretim sürecinde yapılan işlemleri göstermek amacıyla kullanılan semboldür. İçerisine proste yapılan işlemlere ait veriler ve gerekli bilgiler yazılır.
BİLGİ TABLOSU																		
Teorik Hız (m2/saat)																		
Gerçekleşen Hız (m2/saat)																		
Kullanılabilirlik %																		
İSD Kalite %																		
Performans Oranı																		
OEE																		
Çalışan Makine Sayısı																		
	Sevkiyat Araçları	Tedarikçiden hammaddenin gelmesini ve üretilen ürünün müşteriye teslimini gösteren semboldür.																
	Akış Oku	Fabrikada, hammaddenin üretim esnasında bir süreçten diğerine geçtiğini gösteren semboldür.																
	Elektronik Haberleşme	Üretimin yapılabilmesi amacıyla, üretim planlama bölümünün müşteri, tedarikçi ve fabrika içi bölümler ile yaptığı haberleşme çeşididir. Elektronik haberleşme ile süreçler kısaltılmaktadır.																
	Kaizen Patlaması	İyileştirme yapılması gereken süreçleri göstermek ve Kaizen planlamaları için kullanılan semboldür.																

İşletmeden alınan veriler ile birlikte yukarıda verilen sembollerin kullanılmasıyla hazırlanan fabrikaya ait mevcut durum değer akış haritası Şekil 2.15'te verilmiştir.



Şekil 2.15. Seranit fabrikası mevcut durum değer akış haritası

2.4.2. Kaizen Konu Seçimleri

Hazırlanmış olan değer akış haritası (Şekil 2.15) incelendiğinde Hazırlama bölümünde bulunan Çamur hazırlama ve Masse hazırlama kısımlarının saatlik hızlarının sırasıyla 17.740 m²/h ve 18.688 m²/h olduğu görülmektedir. Bu değerler Şekillendirme ve Sırlama (800 m²/h), Pişirme (400 m²/h), Ebatlama/Kalite/Paketleme (482 m²/h) değerlerinden büyüktür (Şekil 2.15). Dolayısı ile Çamur hazırlama ve Masse hazırlama kısımları için çalışma yapılmayarak üretim maliyetlerini oluşturan iş gücü, zaman ve para konularında israf önlenmiş olacaktır.

Fabrikanın üretilen sevk edebileceği üretim miktarını bölümlerinin içindeki en düşük hıza sahip bölüm belirlemektedir. Üretim hızı en düşük olan bölüm fabrikanın darboğazıdır. Bu bakış açısı ile bakıldığında Pişirme bölümünün TEE değerinin en yüksek olmasına rağmen gerçekleştirebildiği saatlik üretim miktarının 400 m²/h ile diğer bölümler arasında en düşük miktarda olduğu görülmektedir (Şekil 2.15). Müşteri siparişlerini karşılayabilmek adına fabrikanın günlük üretim miktarının arttırılabilmesi için darboğaz oluşturan Pişirme bölümünün üretim miktarının arttırılması gerekmektedir.

Bölümlerin üretim miktarını etkileyen unsurlardan biri kullanılabilirlik diğer performans değeridir. Bölümlerin duruş miktarı az olduğunda çalışılan zaman planlanan zamana yakın olacağından kullanılabilirlik yüksek çıkacaktır. Bölümlerin üretim hızı teorik üretim hızına yakın olduğunda performans yüksek çıkacaktır. Bu unsurların hesaplanmasında aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır.

$$\text{Üretim Miktarı} = \text{Teorik Üretim hızı} \times \text{Performans} \times \text{Kullanılabilirlik}$$

$$\text{Teorik Üretim Hızı} = \text{Üreticinin verdiği birim zamandaki üretim hızı}$$

$$\text{Performans} = \text{Üretim hızı} / \text{Teorik üretim hızı}$$

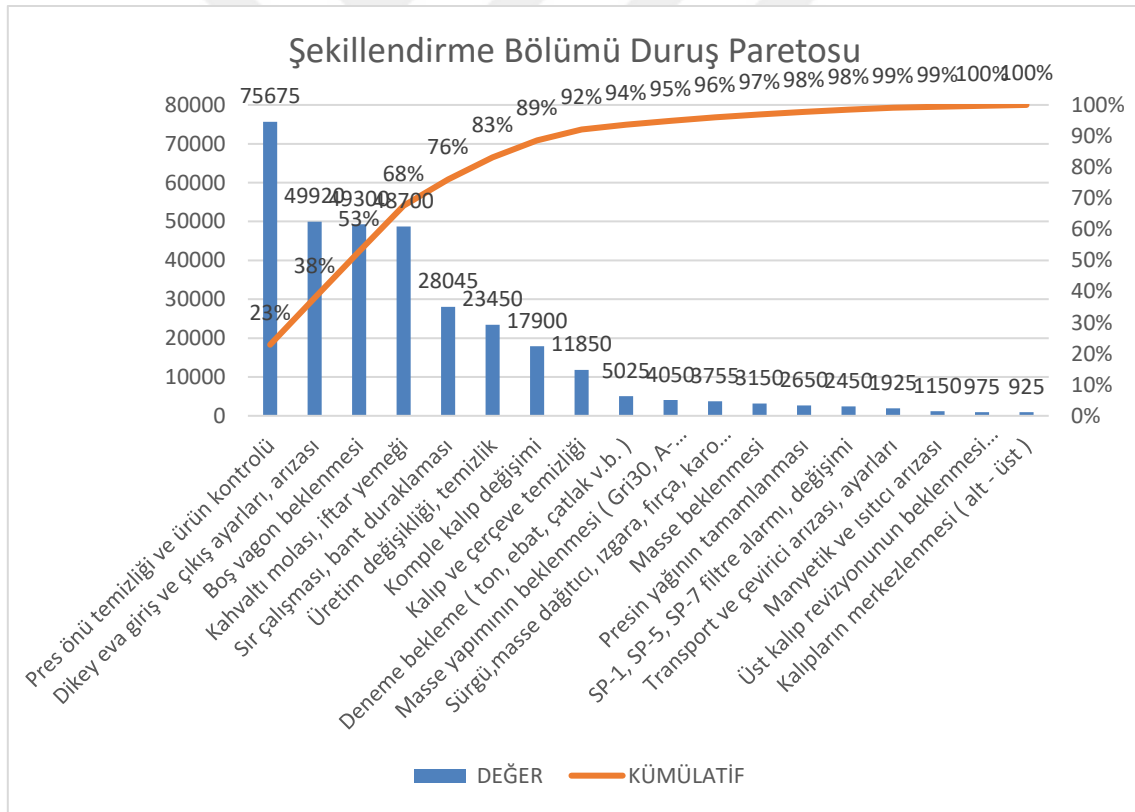
$$\text{Kullanılabilirlik} = \text{Çalışılan zaman} / \text{Planlanan zaman}$$

Şekil 2.15'te verilen Pişirme bölümüne ait değerlere bakıldığında kullanılabilirliğin 0,993 ve performansın 0,883 değerine sahip olduğu görülmektedir. Üretimde artış sağlanabilecek kısım olarak kullanılabilirlik değerine oranla düşük olan performans değeri ön plana çıkmaktadır. Fırın hızlandırıldığında seramik karonun teknik değerlerinden ve kalite ölçütlerinden olan deformasyon değerinin olumsuz etkilendiği fabrika yöneticileri tarafından bildirilmiştir. Bu sebeple fırından alınacak üretim miktarı artışı karşısında engel teşkil eden deformasyon konusu üzerine Kaizen çalışması yapılması fabrika yöneticileri ile kararlaştırılmıştır. Bu sebeple Pişirme bölümü için “Deformasyon Hatasının Azaltılması

Kaizeni” oluşturulmuştur.

Tek başına Pişirme bölümün saatlik üretim miktarının artırılması öncesindeki Şekillendirme bölümü ve sonrasındaki Ebatlama-Kalite ayırım-Paketleme bölümlerinde darboğaz olmasına sebep olacaktır. Bu nedenle bu bölümlerinde TEE değerlerinde artış sağlanmalıdır.

Şekillendirme bölümünün TEE’yi oluşturan değerleri incelendiğinde 0,5 değeri ile kullanılabilirliğin düşük değere sahip olduğu görülmüştür. Kullanılabilirlik değerinin düşük olması bölümün plansız duruşlarından kaynaklanmaktadır. Şekillendirme bölümüne ait olan vardiya formlarındaki duruş verilerinden Şekil 2.16’da verilen şekillendirme bölümü duruş pareto grafiği oluşturulmuştur. Oluşturulan pareto analizi ile şekillendirme bölümünün duruş maddelerinin tasnif edilmesi sağlanmıştır. Pareto grafiğinde duruş süreleri büyükten küçüğe sıralandığı için çalışma yapılması gereken konularda önem sırasına göre büyükten küçüğe sıralanmış olduğundan çalışılması gereken konular kolaylıkla belirlenmiştir.



Şekil 2.16. Şekillendirme bölümü duruş paretosu

Bu duruşlardan “Pres önü temizliği ve ürün kontrolü” duruşu ile “dikey eva giriş ve çıkış ayarları, arızası” duruşu TEE değerini düşüren plansız duruşlardır. Bu problemlerin giderilmesi ile ilgili Kaizen çalışmaları yapılmasına karar verilmiştir. Duruşların % 80 ine kadar

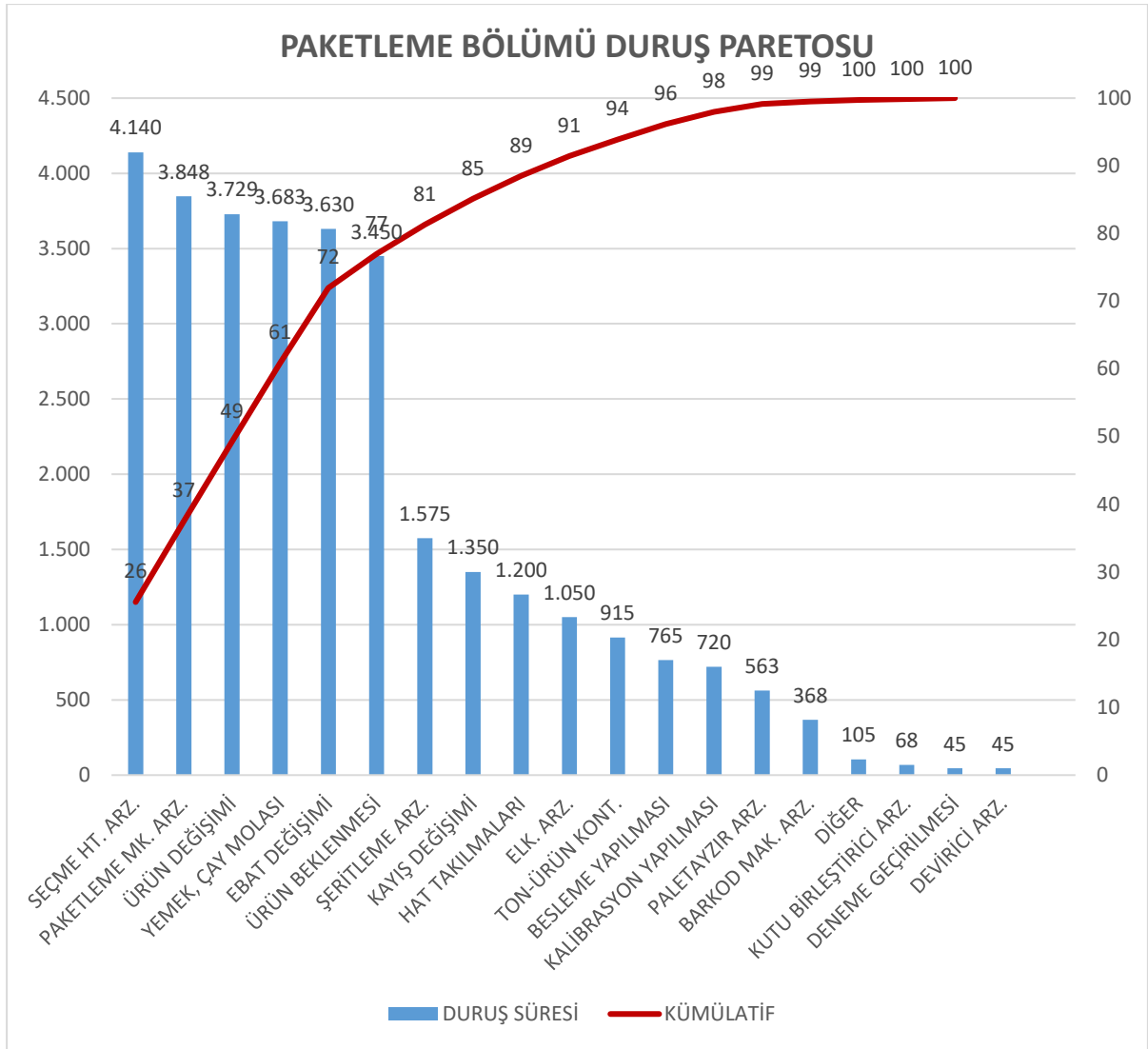
olan diğerk duruşlar incelendiğinde bunların TEE değerini dūřurmeyen planlı duruşlardan oldukları görülmektedir, bu sebeple fabrikanın bu bölümü için başka Kaizen  alışması belirlenmemiştir.

Pişirme bölümü sonrasındaki    bölüm (Ebatlama-Kalite ayırım-Paketleme) birbirlerine bağlı çalıştıklarından hepsi için tek bir TEE değeri hesaplanmaktadır. TEE  arpanları incelendiğinde 0,7’lik performans değeri ile 0,83’l k kullanılabilirlik değerlerinin birbirine yakın olduğu görüldüğünden her ikisi ile ilgili Kaizen  alışmaları yapılmasına karar verilmiştir.

Daha  nceki yıllarda bu bölümlerin hızlanması sağlandığında Ebatlama kısmında “Dalma” ve “Gönye” hatalarında artışlar olduğu fabrika yönetimi tarafından belirtilmiştir. Bu hatalar TEE’yi oluşturan üç  arpanı (Kullanılabilirlik, Performans, Kalite) etkilediğinden bu hata başlıkları ile ilgili Kaizen  alışmaları başlatılmasına karar verilmiştir.

Kalite ayırım kısmında hızın artırılması makinenin ölçümlerinde belirsizlikler oluşturduğundan, makine ürünleri tanımsız kategorisine ayırmakta ve bu ürünler makineden tekrar geçirilerek yeniden işlem israfına sebep vererek hem üretim kaybına, hem iş gücü ve zaman kaybına sebep olmaktadır. Bu konu ile ilgili Kaizen  alışması başlatılarak performans ve kullanılabilirlik kaybının azaltılması hedeflenmiştir.

Paketleme bölümünün TEE’yi oluşturan değerleri incelendiğinde kullanılabilirlik değerinin düşük olması bölümün plansız duruşlarından kaynaklanmaktadır. Paketleme bölümüne ait olan vardiya formlarında tutulan duruş verilerden şekil 2.17’de oluşturulan pareto grafiği ile temel duruş nedenleri belirlenmiştir.



Şekil 2.17. Paketleme bölümü duruş paretosu

Bu duruşlardan “Seçme hattı arızası” duruşu ile “Paketleme makinesi arızası” duruşu TEE değerini düşüren plansız duruşlardan ilk ikisidir ve bu problemlerin giderilmesi ile ilgili Kaizen çalışmaları yapılmasına karar verilmiştir. Duruşların % 80 ine kadar olan diğer duruşlar incelendiğinde bunların TEE değerini düşürmeyen planlı duruşlardan oldukları görülmektedir, bu sebeple fabrikanın bu bölümü için başka Kaizen çalışması belirlenmemiştir.

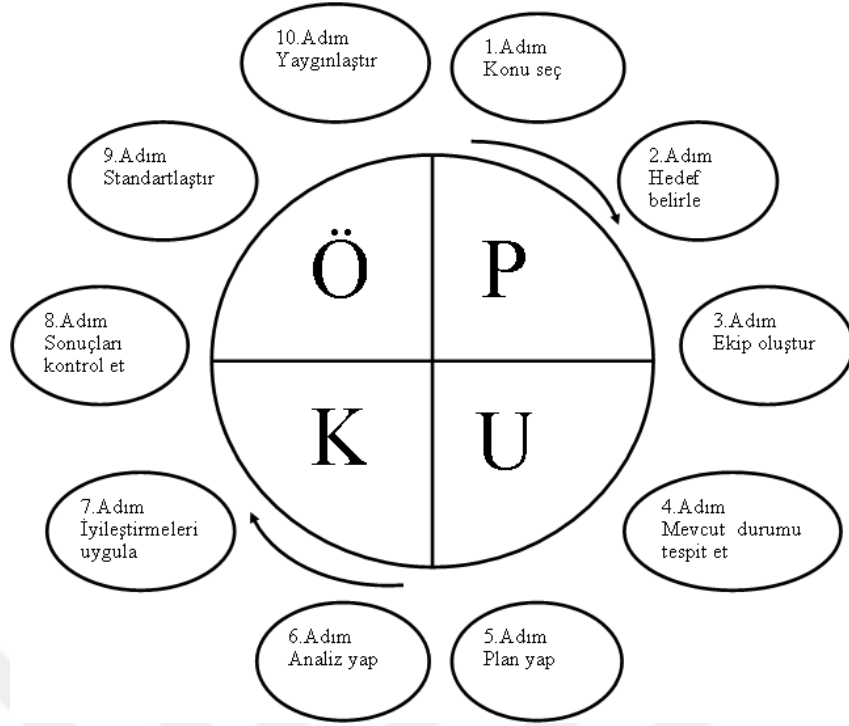
Fabrikanın değer akış haritasının incelenmesi sonrasında belirlenen Kaizen çalışmaları Tablo 2.3’te toplu olarak verilmiştir.

Tablo 2.3. Belirlenen Kaizen çalışmaları

Kaizen Konusu	Kaizenin çalışılacağı bölüm	TEE artışı sağlanacak çarpan
Pres temizliği ve ürün kontrol süresinin azaltılması	Şekillendirme	Kullanılabilirlik
Dikey eva duruşlarının azaltılması	Şekillendirme	Kullanılabilirlik
Deformasyon hatasının azaltılması	Pişirme	Performans Kalite
Dalma hatasının azaltılması	Ebatlama	Performans Kullanılabilirlik Kalite
Gönye hatasının azaltılması	Ebatlama	Performans Kullanılabilirlik Kalite
Geri besleme üretim kaybının azaltılması	Kalite Ayrım	Kullanılabilirlik
Paketleme ürün değişim süresinin azaltılması	Paketleme	Kullanılabilirlik
Paketleme duruş ve arıza süresinin azaltılması	Paketleme	Kullanılabilirlik

2.4.3. Kaizen Uygulama Şablonunun Oluşturulması ve Uygulanması

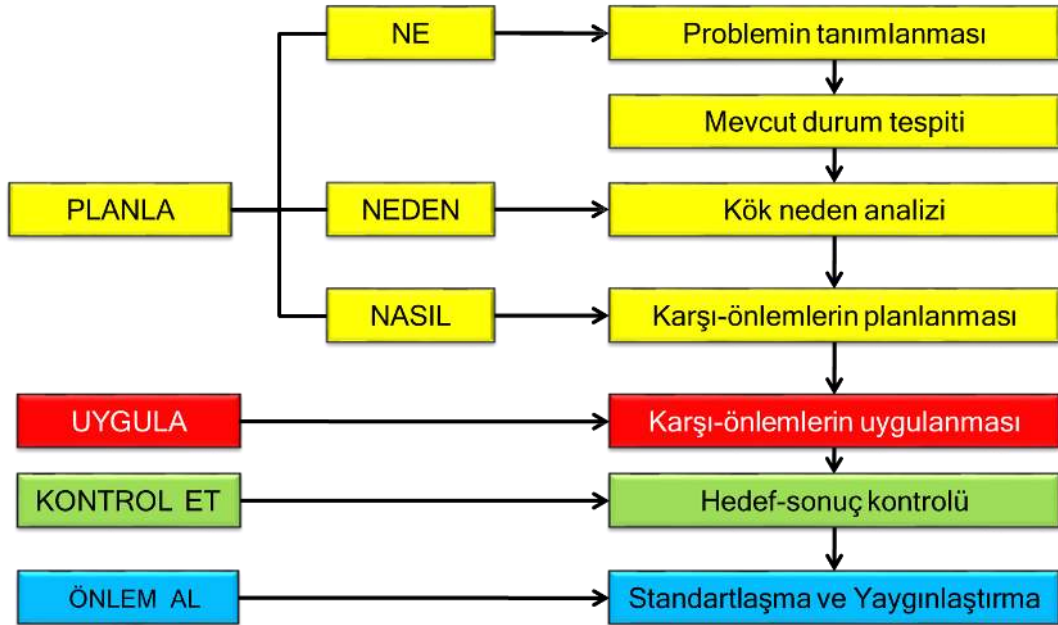
Yapılan tüm Kaizen çalışmalarında PUKÖ döngüsünün planla, uygula, kontrol et, önlem al sistematğine göre çalışmıştır. Çalışmalarda Şekil 2.18’de verilen PUKÖ çevrimine bağlı Kaizen çalışma adımlarına sadık kalınmıştır.



Şekil 2.18. Çalışmalarda uygulanan PUKÖ çevrimine bağlı Kaizen çalışma adımları

Yapılan tüm Kaizen çalışmalarında PUKÖ döngüsünün planla, uygula, kontrol et, önlem al sistematğine göre çalışmıştır ve Şekil 2.19’da verilen Kaize problem çözme yaklaşımı adımları uygulanmıştır.

Kaizen Problem Çözme Yaklaşımı



Şekil 2.19. Kaizen problem çözme yaklaşımı

Şekil 2.20’deki Kaizen Adımları’nda belirtildiği gibi Kaizen uygulamalarında öncelikle iyileştirme yapılacak konu belirlenir. Konu çalışanların önerilerinden, birimlerin tuttukları verilerin analizinden bulunabileceği gibi üst yönetim tarafından da belirlenebilir. Sonrasında ulaşmak istenilen spesifik, ölçülebilir, erişilebilir, sonuç odaklı ve terminli bir hedef belirlenir. Kaizen tipine göre, uzman ve konuyla ilişkili kişilerden oluşan iyileştirme ekibi oluşturulur.



2.20. Kaizen adımları

Konuların belirlenmesinin ardından ekip lideri ile ulaşmak istenen hedef belirlenerek çalışmanın yürütüleceği ekip oluşturulur. Oluşturulan ekip ile mevcut durum analiz edilerek konuyla ilgili tespitlerde bulunulur. Daha sonrasında sırasıyla proje planı ve kök-neden analizleri gerçekleştirilir. Kök neden analizi aşamasında Pareto analizi, Balık kılçığı, Neden-neden analizi vb. metodlar sayesinde problemlerin kaynağı tespit edilir, çeşitli çözüm önerilerinde bulunulur. Uygun çözüm önerileri için uygulama planı oluşturularak öneriler uygulamaya alınır. Yapılan iyileştirme ile ortaya çıkan sonuçlar en başta belirlenen hedefler ile kıyas edilir. Gerçekleştirilen iyileştirme projesinin tüm çalışanlarca benimsenip uygulanması için standartlaştırma ve yaygınlaştırma çalışmaları yapılır.

Belirlenen Kaizen konularından “Paketleme bölümü duruş ve arıza sürelerinin azaltılması” Kaizeni örnek olarak seçilerek, 10 Kaizen adımı detaylı şekilde aşağıda ele

alınmıştır. Geriye kalan konular detaylı verilmeyip sonuçlarına ait veriler ilerleyen bölümlerde verilecektir. “Paketleme bölümü duruş ve arıza sürelerinin azaltılması” Kaizenindeki 10 Kaizen adımının detayları aşağıdaki gibidir;

1.Adım: Konu seçimi:

Paketleme makinelerinden kaynaklı arıza ve takılmalar nedeniyle zaman kaybı yaşanmakta, dolayısı ile üretim kaybı yaşanmaktadır. Bu sebeple Şekil 2.22’deki paketleme bölümü duruşları paretosunda 7988 dk/yıl ile ilk sırada görülen bu başlık konu olarak seçilmiştir.

2.Adım: Hedefin belirlenmesi:

Ekip olarak yapılan toplantıda duruş süresinde yapılacak % 40’lık bir iyileşmenin istenilen üretim miktarı artışı sağlayacağı görüşülmüş ve hedef %40 olarak belirlenmiştir.

3.Adım: Ekibin atanması:

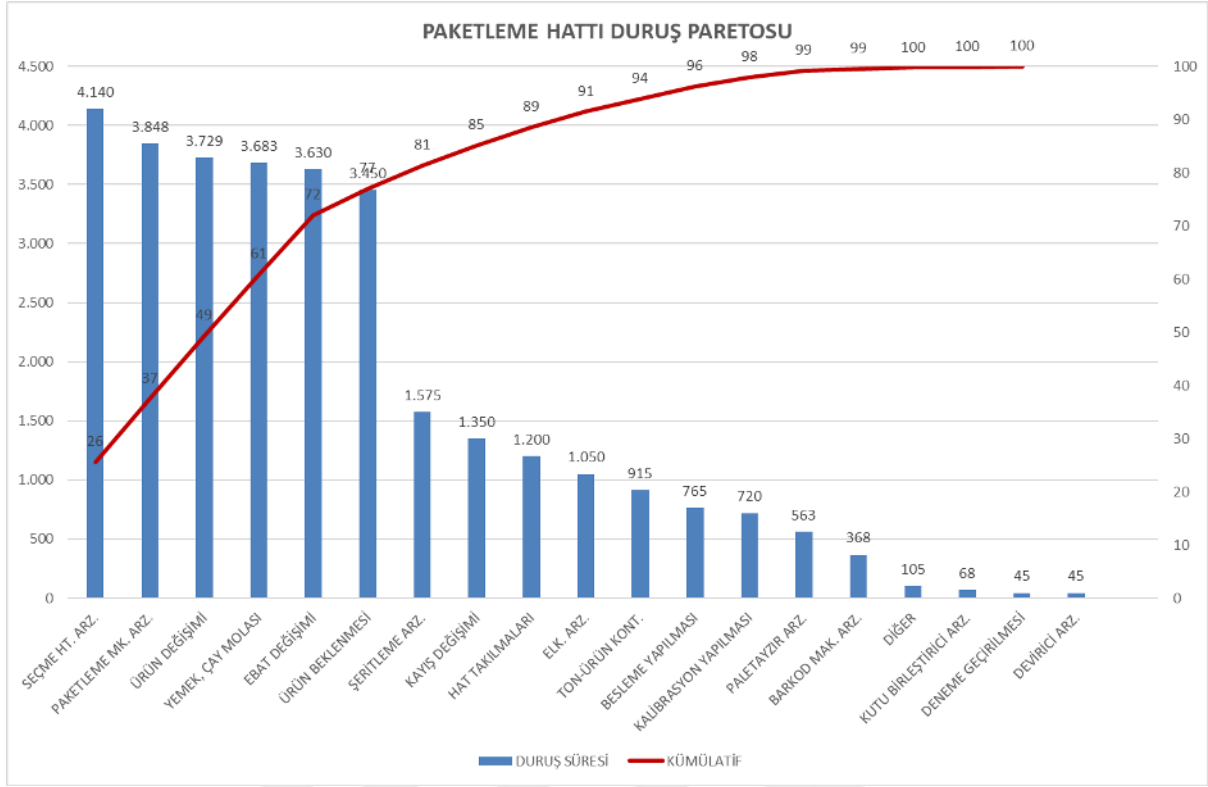
Problemin çözümüne katkıda bulunabilecek kişiler bilgi ve tecrübe birikimleri göz önünde bulundurularak belirlenmiş ve Kaizen ekibi oluşturulmuştur (Şekil 2.21).

KAİZEN EKİBİ						
LİDER	ÜYE	ÜYE	ÜYE	ÜYE	ÜYE	ÜYE
PAKETLEME TEKNİSYENİ	ARGE MÜHENDİSİ	PAKETLEME VARDİYA AMİRİ	PAKETLEME VARDİYA AMİRİ	PAKETLEME VARDİYA AMİRİ	MAKİNE BAKIM İŞÇİSİ	MAKİNE BAKIM İŞÇİSİ

Şekil 2.21. Kaizen ekibi

4.Adım: Mevcut durum tespiti:

Şekil 2.22’de verilen Paketleme bölümünün duruşlarına ait pareto analizi sayesinde mevcut durum tespiti yapılmıştır. Buna göre seçme hattı arızaları ve paketleme makinesindeki arızalar plansız duruş kapsamında ilk iki sırada olduğundan bu iki maddeyle ilgili çalışma yapılmasına karar verilmiştir.



Şekil 2.22. Paketleme bölümü duruş paretosu

5.Adım: Proje planı:

Proje planı, yapılacak Kaizen çalışmasının amacının ve hedefinin tutarlı bir şekilde yol alması açısından önemlidir. Proje planı hedeflenen tarihe göre çalışmanın nerede olduğunu ve nereye gitmesi gerektiğini gösteren bir yol haritasıdır. Kaizen ekip lideri ile oluşturulan proje planında 10 Kaizen adımı için yılın hangi haftasında hangi adımda olunacağı planlanmıştır. Hazırlanan proje planıyla, çalışmanın ilerlemesinde hangi hafta da hangi adımda olunduğu kontrol edilmiş, çalışmanın başarılı sonuçlanması açısından yol haritası olarak kullanılmıştır. Kaizen çalışmasının kapsamını ve ilerlemesini gösteren proje planı Şekil 2.23'te gösterilmektedir.

KAIZEN PROJE PLANI

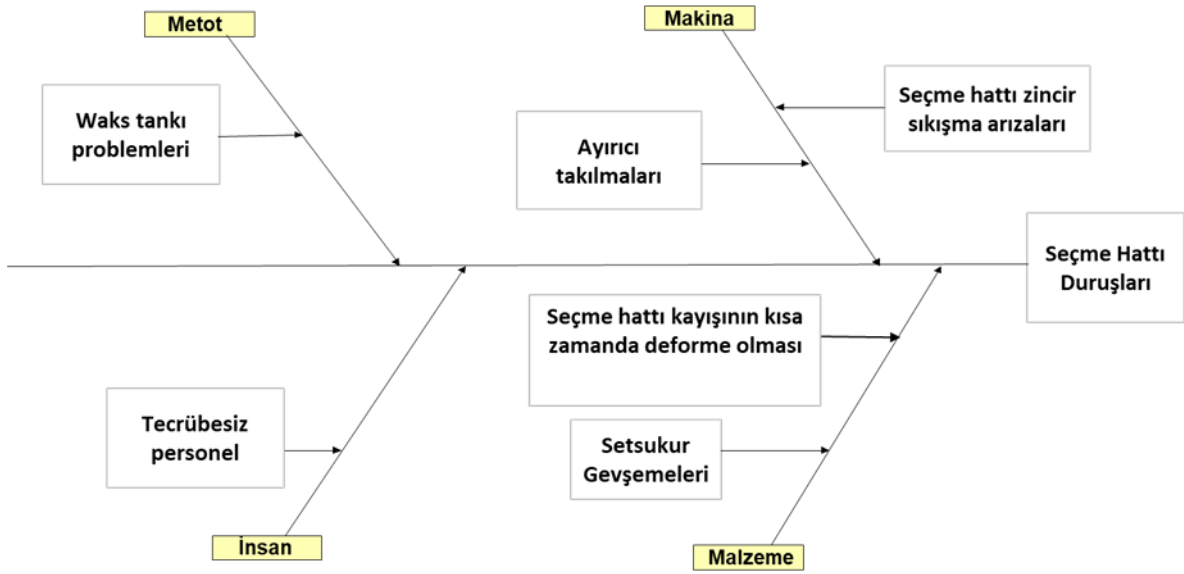


Adım	Faaliyetler	Hafta	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Konunun seçilmesi	Plan.																				
		Gerçek.																				
2	Hedef belirleme	Plan.																				
		Gerçek.																				
3	Ekibin oluşturulması	Plan.																				
		Gerçek.																				
4	Problemin Tanımlanması & Mevcut durum tespiti	Plan.																				
		Gerçek.																				
5	Proje planının hazırlanması	Plan.																				
		Gerçek.																				
6	Kök Neden Analizi	Plan.																				
		Gerçek.																				
7	Çözüm planının hazırlanması ve çözümlerin uygulanması	Plan.																				
		Gerçek.																				
8	Sonuçların kontrolü ve hedef ile karşılaştırılması	Plan.																				
		Gerçek.																				
9	Standartlaştırmanın yapılması	Plan.																				
		Gerçek.																				
10	Yaygınlaştırma planının oluşturulması ve Kaizen Sunumun	Plan.																				
		Gerçek.																				

Şekil 2.23. Proje planı

6.Adım: Analiz:

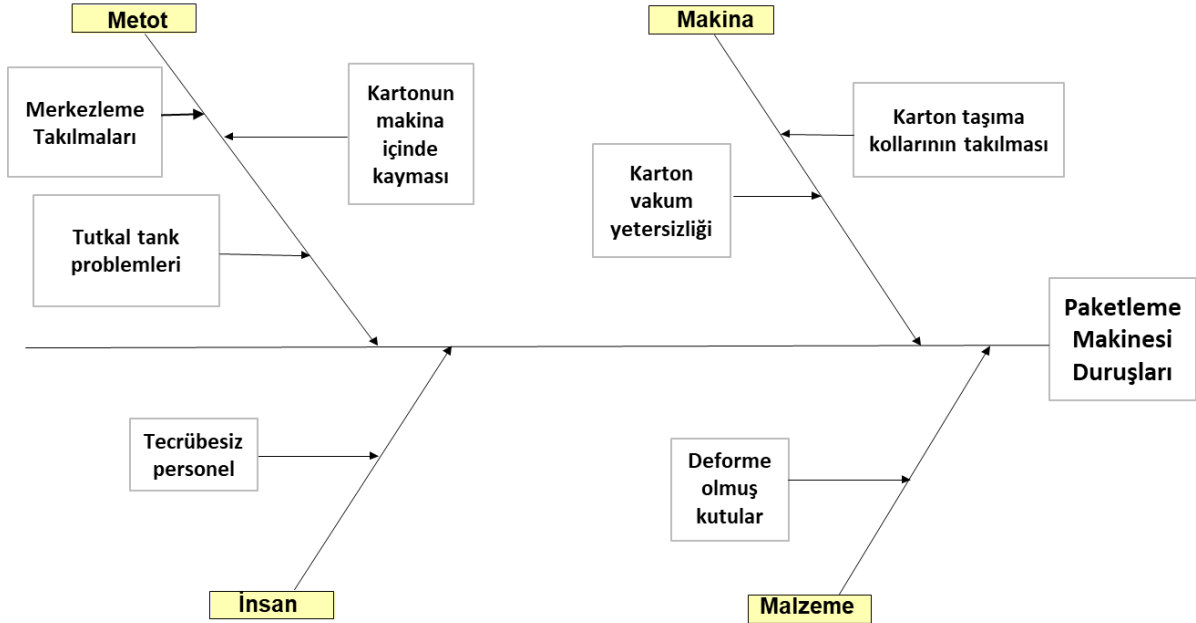
Balık kılçığı analizi, problemin tüm olası sebeplerini ve aralarındaki ilişkiyi net bir şekilde belirlemeye yardımcı olmaktadır. İlk olarak, problem balık kılçığının baş kısmına yazılmıştır. Sonra problemin üzerinde etkili olabilecek ana başlıkların (Makine, Metot, Malzeme, İnsan) altına ekibin yaptığı beyin fırtınasından çıkan problemin olası sebepleri sırayla belirtilmiştir. Yapılan beyin fırtınasıyla problemler üzerinde açıkça tartışılmış, problemi oluşturan birçok nedenin görülmesi ve anlaşılması sağlanmıştır. Çalışanların katılımıyla daha iyi iletişim ve bireysel gelişim ortamı oluşturulmuştur. Seçme hattına ait balık kılçığı analizi Şekil 2.24'te verilmiştir.



Şekil 2.24. Seçme hattına ait balık kılçığı analizi

Balık kılçığı ile belirlenen problemin olası sebepleri, neden-neden analizinin sebep kısmına yazılır. Her bir sebebe neden sorusu sorularak problemin kök sebebi bulunana kadar sebep derinlemesine incelenir ve çözüm önerileri belirlenir. Seçme hattına ait Neden-neden analizi Ek-1’de verilmiştir.

Paketleme makinesine ait balık kılçığı analizi Şekil 2.25’de, Neden-neden analizi Ek-2’de verilmiştir.



Şekil 2.25. Paketleme makinesine ait balık kılçığı analizi

7. Adım: İyileştirmelerin uygulanması:

Aksiyon planı, iyileştirmelerin planlanması ve uygulanmasını sağlayan yapılacaklar listesidir. Ayrıca Kaizen çalışmasının hedefe ulaşması için gerekli aksiyonların takip edilmesini sağlaması yönünden önemli bir unsurdur. Neden-neden analizleri sonucunda belirlenmiş olan her bir iyileştirme önerisi Seçme Hattı Aksiyon Planının (Tablo 2.4) ve Paketleme Hattı Aksiyon Planının (Tablo 2.5) aksiyon kısmına yazılmıştır. Her bir aksiyonun yapılması ve takibi için bir sorumlu ve hedef tarih atanmıştır.

Tablo 2.4. Seçme hattı aksiyon planı

Seçme Hattı Aksiyon Planı

NO	TARİH	AKSİYON	SORUMLU	HEDEF TARİH	AÇIKLAMA	DURUM
1	13.02.2023	Tank ve hortumların soğuyan bölgelerini, elyaf ve yalıtım malzemeler ile kaplama	Nurettin AKCAN	20.02.2023	İşletmemizde bulunan, fırın yalıtım malzeme ve elyaflarından kullanılarak kaplama işlemi yapılacaktır.	YAPILDI
2	22.02.2023	Hortum üzerine kısıcı vanaların monte edilmesi	Muhammed YILMAZ	22.03.2023	Hortum üzerine kısıcı vanaların monte edilmesi	YAPILDI
3	7.03.2023	Zincir bakla sayısının standartlaştırılması	Murat KARA	7.04.2023	Zincir bakla sayısı eşitlenmesi	YAPILDI
4	13.02.2023	Planlı bakımlarının yapılması.	Harun KESKİN	13.03.2023	Seçme hattı zincirinin, dişli, rulman ve kama yataklarının planlı bakıma alınması	YAPILDI
5	17.03.2023	Ayırıcı kauçuklar sökülüp, 90o döndürülerek temas yüzeyinin artırılması	Fatih ERKMEN	17.04.2023	Orijinal tasarımda 4 adet karo olmasına rağmen 8 adet çıkartıldığı için, kauçukların yetersiz kalması	YAPILDI

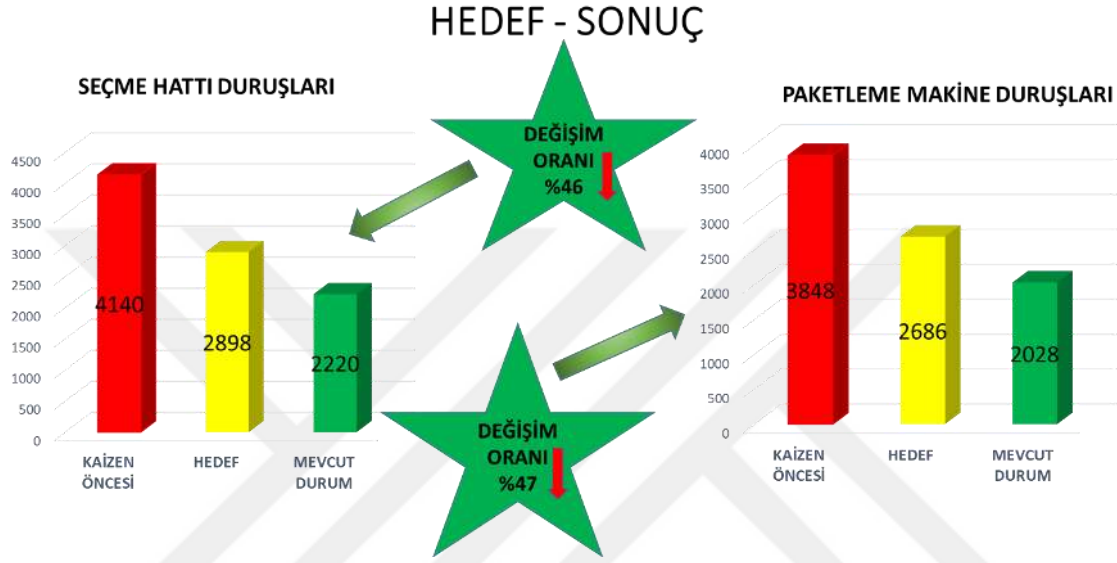
Tablo 2.5. Paketleme makinesi aksiyon planı

Paketleme Makinesi Aksiyon Planı

NO	TARİH	AKSİYON	SORUMLU	HEDEF TARİH	AÇIKLAMA	DURUM
1	03.03.2023	Tank ve hortumların soğuyan bölgelerini, elyaf ve yalıtım malzemeler ile kaplanması	Nurettin AKCAN	07.03.2023	İşletmemizde bulunan, fırın yalıtım malzeme ve elyaflarından kullanılarak kaplama işlemi yapılacaktır.	YAPILDI
2	03.03.2023	Hortum üzerine kısıcı vanaların monte edilmesi	Muhammed YILMAZ	07.03.2023	Tabancalardan tutkalın farklı miktarda gelmesi üzerine, hortumların üzerine kısıcı vanalar monte edilerek tabancalara giden hava basıncı eşitlenecektir. Sonuç olarak da tabancalardan tutkal miktarları eşitlenecektir.	YAPILDI
3	31.03.2023	Rulmanların otonom bakım kontrolüne alınması	Adem YILMAZ	07.04.2023	Rulmanların deforme olması	YAPILDI
4	31.02.2023	Yan desteklerin konumunun içeriye ve ileriye alınması	Murat KARA	14.03.2023	60*120 cm kartonun desteklerden aşağıya düşmektedir. Yan desteklerin konumları düzeltilerek bu sorun azaltılacaktır.	YAPILDI
5	10.03.2023	İnce ve elastik vantuz kullanılması	Harun KESKİN	10.05.2023	Vantuzların sert ve kalın olması	YAPILDI

8. Adım: Doğrulama:

Paketleme bölümü duruş ve arıza sürelerinin azaltılması Kaizeninde Seçme hattı duruşları ve paketleme makinesi duruşları aksiyon planlarında yer alan her bir aksiyonun uygulanmıştır. Seçme hattında başlangıçta 4.140 dk olan duruş %46 iyileşme ile 2.220 dk olarak gerçekleşmiştir (Şekil 2.26). Paketleme makinesinde başlangıçta 3.848 dk olan duruş %47 iyileşme sağlanarak 2028 dk olarak gerçekleşmiştir (Şekil 2.26).



Şekil 2.26. Seçme hattı ve paketleme hattı Kaizen çalışması sonuçları

9. Adım: Sürekliliği sağlamak:

Yapılan iyileştirmelerin sürekliliğini sağlayabilmek için kullanılan malzemelerin kullanım yerleri resimleri ile birlikte Tablo 2.6'da verilmiştir.

Tablo 2.6. Kaizen çalışmasında kullanılan malzemeler

Kullanılan Malzeme	Kullanılan Bölüm	Kullanım Yeri	Çözülen problem	Resim
Elyaf ve yalıtım malzemesi	Seçme hattı Paketleme hattı	Tutkal ve waks tankları	Tank ve hortumların soğuk havaya maruz kalması engellendi	
Kısıcı vana	Seçme hattı Paketleme hattı	Hortum üzerine	Hortumlarda aynı debide hava akışı sağlandı	
Vantuz	Paketleme hattı	Karton taşıma kolu	Vantuzun yüzeye tutunuşu artırıldı	
Kauçuk	Seçme hattı	Ayırıcı	Temas yüzeyi artırılarak tutuş kuvvetlendirildi	

10. Adım: Yaygınlaştırma:

Planlanıp yapılan iyileştirmelerin bölümdeki başka makinelere de uygulanarak iyileştirmelerin yaygınlaştırılmasını sağlamak adına hazırlanan yaygınlaştırma planı Şekil 2.27’de verilmiştir.

YAYGINLAŞTIRMA FORMU								
Yaygınlaştırma Çalışması				Yaygınlaştırma Yapılacak Yerler	Yaygınlaştırma Yapılacak Tarih			
No	Yapılan Çalışma	Çalışmanın Uygulandığı Bölüm / Makine	Fotoğraf	Aynı Çalışmanın Uygulanacağı Bölüm / Makine	☐ ☒			
					Eyl.23	Eki.23	Kas.23	Ara.23
1	Tank ve hortumların soğuyan bölgelerine elyaf ile yalıtım yapılmıştır.	Seçme / Paketleme hattı 2. makine		Seçme / Paketleme hattı 1. ve 3. makine	☒			
2	Hortum üzerine kısııcı vanalar takılmıştır.	Seçme / Paketleme hattı 2. makine		Seçme / Paketleme hattı 1. ve 3. makine	☒			
3	Ayrıcı kauçuklar 90 derece döndürülerek temas yüzeti arttırılmıştır.	Seçme hattı 2. makine		Seçme hattı 1. ve 3. makine		☒		
4	İnce ve elastik vantuz kullanıldı	Paketleme hattı 2. makine		Paketleme hattı 1. ve 3. makine				☒

Şekil 2.27. Yaygınlaştırma planı

Değer akış haritasından yapılması planlanan tüm Kaizen konularında yukarıda örneğini verdiğimiz 10 Kaizen adımı uygulanmış ve çalışmaların sonucunda elde edilmiş veriler Tablo 2.7’de toplu olarak verilmiştir.

Tablo 2.7. Yapılan Kaizen çalışmalarının verileri

Numara	Kaizen Konusu	Kaizenin çalışılacağı bölüm	TEE artışı sağlanacak çarpan	Öncesi	Sonrası
1	Pres temizliği ve ürün kontrol süresinin azaltılması	Şekillendirme	Kullanılabilirlik	75675 dakika/yıl	0 dakika/yıl
2	Dikey eva duruşlarının azaltılması	Şekillendirme	Kullanılabilirlik	49920 dakika/yıl	17520 dakika/yıl
3	Deformasyon hatasının azaltılması	Pişirme	Performans Kalite	55 dakika	45 dakika
4	Dalma hatasının azaltılması	Ebatlama	Performans Kullanılabilirlik Kalite	482 m ² /h	668 m ² /h
5	Gönye hatasının azaltılması	Ebatlama	Performans Kullanılabilirlik Kalite	482 m ² /h	668 m ² /h
6	Geri besleme üretim kaybının azaltılması	Kalite Ayrım	Kullanılabilirlik	5742 dakika/yıl	2490 dakika/yıl
7	Paketleme setup süresinin azaltılması	Paketleme	Kullanılabilirlik	4140 dakika/yıl	2318 dakika/yıl
8	Paketleme arıza süresinin azaltılması	Paketleme	Kullanılabilirlik	7988 dakika/yıl	4232 dakika/yıl

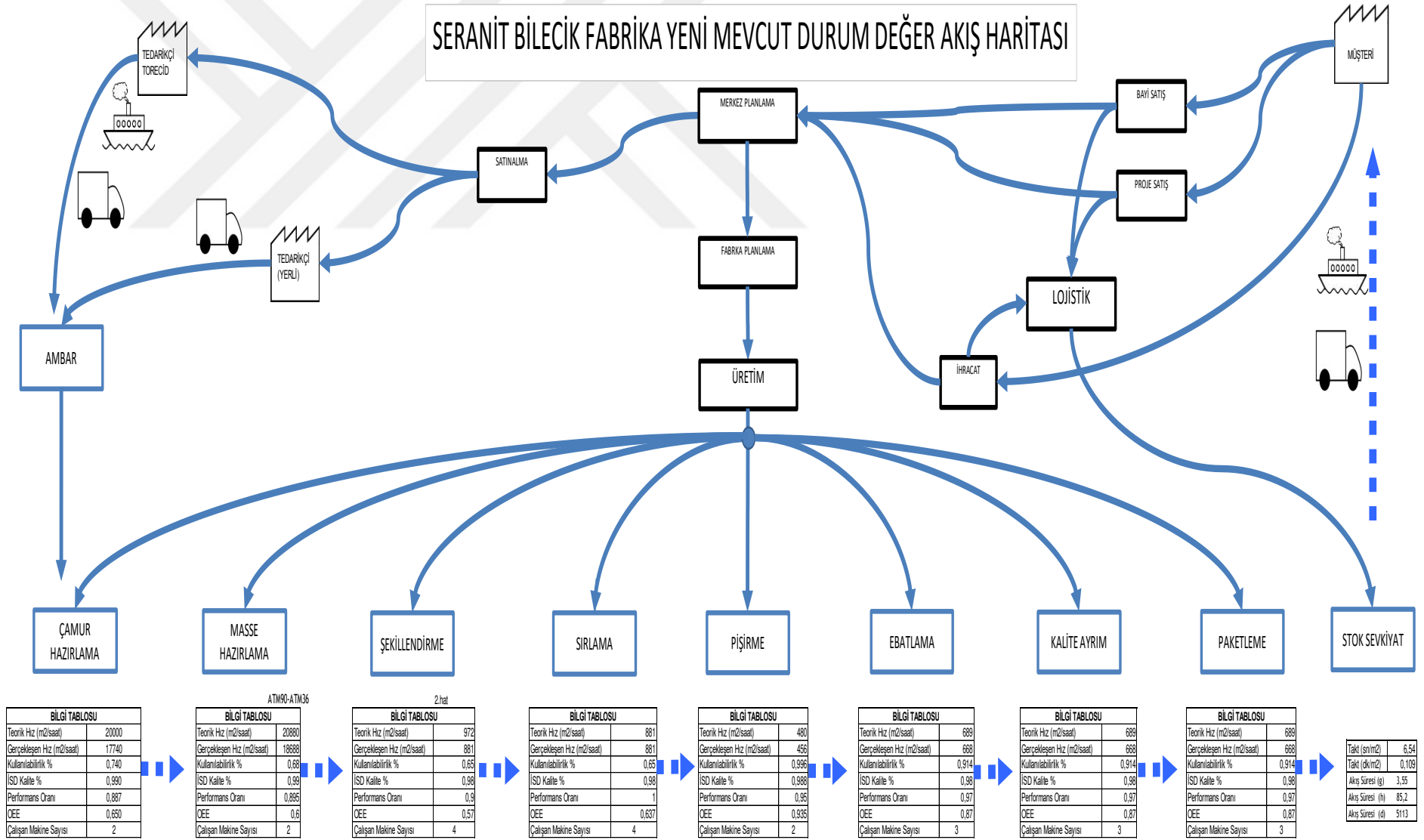
1 numaralı “Pres önü temizliği ve ürün kontrol süresinin azaltılması” Kaizen çalışmasıyla duruş süresi 0 dakikaya düşürülmüştür. 2 numaralı Kaizen çalışmasıyla duruş süresi 17.520 dakikaya düşürülmüştür. 3 numaralı Kaizen çalışmasıyla fırın pişirme süresi 45

dakikaya düşürülmüştür. 4 numaralı Kaizen çalışmasıyla saatlik üretim 668 m²'ye çıkmıştır. 5 numaralı Kaizen çalışmasıyla saatlik üretim 668 m²'ye çıkmıştır. 6 numaralı Kaizen çalışmasıyla yıllık duruş süresi 2490 dakikaya düşürülmüştür. 7 numaralı Kaizen çalışmasıyla yıllık duruş süresi 2.318 dakikaya düşürülmüştür. 8 numaralı Kaizen çalışmasıyla yıllık duruş süresi 4.232 dakikaya düşürülerek yapılan tüm Kaizen çalışmalarında olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

2.5. Yeni Mevcut Durum Değer Akış Haritası

Yapılan Kaizen çalışmalarının ardından işletmeden alınan yeni veriler ile yeni mevcut durum değer akış haritası çizilmiştir (Şekil 2.28). Değişiklik gösteren değerlerin daha rahat görülüp anlaşılabilmesi için TEE durum değerleri Tablo 2.8'da verilmiştir.





Şekil 2.28. Seranit fabrikası yeni mevcut durum değer akış haritası

Tablo 2.8. Yapılan Kaizen çalışmaları durum değerleri

Bölüm	Çamur hazırlama		Masse Hazırlama		Şekillendirme		Sırlama		Pişirme		Ebat./Kalite/Paket.	
Durum	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası
Teorik Hız (m ² /h)	20000	20000	20880	20880	972	972	800	881	480	480	689	689
Gerçekleşen Hız (m ² /h)	17740	17740	18688	18688	800	881	800	881	400	456	482	668
Kullanılabilirlik %	0,74	0,74	0,68	0,68	0,5	0,65	0,5	0,65	0,993	0,996	0,83	0,914
İSD Kalite %	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,988	0,988	0,9566	0,98
Performans Oranı	0,887	0,887	0,895	0,895	0,82	0,9	1	1	0,833	0,95	0,7	0,97
OEE	0,65	0,65	0,6	0,6	0,4	0,57	0,49	0,637	0,817	0,935	0,555	0,87
Günlük üretim m ²	315062	315062	304982	304982	9599	13647	9600	13744	9529	10900	9607	14660

Çamur hazırlama ve Masse hazırlama bölümlerinin üretim değerleri yeterli görüldüğünden bu bölümlerde çalışma yapılmamış dolayısıyla verilerinde değişiklik oluşmamıştır. Şekillendirme bölümünde yapılan çalışmalar neticesinde gerçekleşen hız %10,12 artış ile 881 m²/h değerine, kullanılabilirlik %8,33 artış ile 0,65 değerine, performans oranı %9,35 artış ile 0,9 değerine, TEE ise %42,5 artış ile 0,57 değerine ulaşmıştır. Bu değer artışları ile Şekillendirme bölümünün günlük üretim miktarı $[(972 \times 0,65 \times 0,9), (Teorik\ hız \times Kullanılabilirlik \times Performans\ oranı)]$ 13.647 m² ile müşteri talebi olan 11.000 m² değerinin üzerine çıkmıştır. Sırlama, Ebatlama/Kalite/Paketleme bölümlerinin verilerinde de benzer şekilde iyileşmeler mevcuttur ve günlük üretim değerleri müşteri talebinin üzerinde gerçekleşebilmiştir. Pişirme bölümünün üretim değeriyle fabrika günlük üretimi 9.529 m² değerinden 10.900 m² değerine çıkmıştır ve yapılan çalışmaların olumlu sonuçları görülmektedir. Yalın üretim sisteminin temelinde Kaizenler ile sürekli iyileştirme yapılarak hedefe doğru yol almak vardır. Bu yaklaşımla Pişirme bölümünde günlük müşteri talebine ulaşabilmek için yeni Kaizen çalışmalarına yer verilerek hedefe ulaşmak gerekmektedir.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

3.1. Araştırmanın Sonuçları

Rekabet şartlarının sürekli değiştiği ve sürekli gelişen dünya pazarlarına uyum içerisinde kalmak işletmeler açısından önem arz etmektedir. Tüketici istek ve ihtiyaçlarındaki sürekli değişim, ürünlerin, dolayısıyla üretim sistemlerinin sürekli güncellenmesi, yenilenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir. Son yıllarda teknolojinin hızlı gelişmesine bağlı olarak şirketler arası rekabet artmıştır. Şirketler sürdürülebilirlikleri için her geçen gün kendilerini yenilemek zorundadırlar. Üretim sürecinin her aşamasında israfların yok edilmesine odaklanan yalın üretim sisteminde, yüksek kalitedeki ürünlerin/hizmetlerin, hızlı ve zamanında tesliminin en düşük maliyetle başarılabilmesi için yalın araçlardan/tekniklerden yararlanılmaktadır. Böylece, katma değer sağlamayan faaliyetin, katma değer sağlayan faaliyete dönüştürülmesi mümkün olmaktadır.

Yalın üretim sisteminin daha çok imalat sektöründe uygulandığı görülmüştür. Ürün ve süreçlerin karmaşıklığı ile yedi temel israfa yol açabilecek süreçlerin fazla olmasının maliyet artışına büyük oranda etki etmesi, bu durumun sebebini oluşturmaktadır.

Yalın üretim sistemini uygulayacak işletmeler israflarını tespit edebilmek için ilk önce mevcut durum haritalarını çıkarılmalıdır. Çıkarılan mevcut durum haritalarında yapılan iyileştirmeler sonucunda, gelecek durum haritaları oluşmaktadır. Mevcut durum haritalarıyla gelecek durum haritaları arasında sürekli bir iyileştirme söz konusudur. Bu evrede, sürekli iyileştirmeyi amaçlayan Kaizen yöntemi etkili olmaktadır.

Bu çalışmada yalın üretimin uzun vadeli düşünmeye odaklı felsefesi ve sürekli akış mantığı açıklanmış, yalın üretim teknikleri anlatılarak yalın üretimin seramik sektöründe başarıyla uygulanabileceği gösterilmiştir. İşletmenin üretimini gerçekleştirdiği ürünler içerisinde seçilen ürün ailesinin mevcut durumu için değer akış haritası yöntemi kullanılarak darboğazlar tespit edilmiş ve uygulanan yalın üretim teknikleri ile israfların en az düzeye indirilmesi sağlanmıştır. Bu çalışmaları sürekli bir hale getirebilmek amaçlı TEE değerleri hesaplanmış ve yapılan iyileştirmelerin etkisi TEE değişimi ile ölçülmüştür.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında yalın üretim sisteminin, üretim hatlarında oluşan israfları yok edebileceği, müşteri talep ve isteklerini en kısa sürede yerine getireceği, işletmeye esnek bir yapı kazandıracağı, maliyetleri düşüreceği ve verimliliği arttıracığı seramik sektörü uygulaması ile bir kez daha ortaya konulmuştur.

3.2. Araştırmanın Varsayım ve Sınırlılıkları

Bu tez çalışmasındaki örnek olay analizinin yapılabilmesi için işletmeden alınan üretim bilgileri, işletmenin paylaştığı bilgiler ile sınırlı olduğundan; alınan bu bilgilerin doğru olduğu ve gerçek durumu yansıttığı varsayılmaktadır.

Seramik üretimi yapan bir işletmede yapılan incelemeler ve analizler sonucu yalın üretimle ilgili yararlı bulgulara ulaşılmıştır. Ancak; araştırmadaki bazı sınırlılıklar nedeniyle, elde edilen verilerin genelleştirilmesinde bazı sorunlar yaşanabilir. Bu sınırlılıklar aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

Aynı sektörde faaliyet gösteren küçük ve orta büyüklükteki işletmelerde de bu çalışmalar yapılabilir. Lakin işletmenin, ölçeği, yönetiliş şekli ve vizyon farklılıkları neticesinde, üretim yöntemlerinde farklı sistemler vuku bulabileceğinden, aynı bulgulara rastlanabileceği gibi farklı sonuçlara da ulaşılması mümkündür.

Farklı coğrafi bölgelerde faaliyet gösteren işletmelerde de yalın üretim çalışmaları yapılabilir. Fakat hammadde temini, kültürel farklılıklar, çevresel faktörler vb. diğer farklılıklar neticesinde farklı sonuçlara ulaşılması imkan dahilindedir.

Bu çalışmada, sadece seramik üretimi gerçekleştiren işletme dikkate alınmıştır. Başka sanayi sektörlerinde (tekstil, makine, elektrik, metal gibi) yapılacak çalışmalardan farklı sonuçlar elde edilebilir. Bununla birlikte, bu çalışmada gerçekleştirilen araştırma daha farklı üretim yapan diğer sanayi sektörlerinde, aynı türde yapılacak çalışmalara, rehberlik edebilecek özellikler taşımaktadır.

3.3. Araştırmanın Literatüre Katkısı

Hem Türkiye’de hem de uluslararası literatürde yapılan araştırmalar sonucunda, çoğunlukla yalın düşünce yaklaşımı, yalın üretim sistemi ve araçlarına yönelik araştırmaların yapıldığı tespit edilmiştir. Ancak, seramik sektöründe değer akışı konusuna odaklanan araştırma olmaması nedeniyle, yapılan bu araştırmanın önemli bir boşluğu kapatacağı öngörülmektedir. Bu araştırma kapsamında bir işletmede uygulanan örnek olay analizi ile elde edilen sonuçların, bu işletmelere bir rehber olacağı düşünülmektedir.

3.4. Geleceğe Yönelik Araştırma Konuları

Yalın üretim faaliyetleri sürekliliği olan çalışmalardır. Burada yapılan iyileştirmeler israf kaynaklarının tam olarak ortadan kalkması veya darboğazlardan ya da başka noktalardan doğacak sorunların tamamının giderilmesi anlamına gelmemektedir. Öncelikli olarak Pişirme bölümünde müşteri günlük üretim talebi olan 11.000 m² miktarına yaklaşılmıştır, bu değerin üzerine çıkmak adına Kaizen çalışmaları kesintisiz devam etmeli ve sürekli iyileştirmelerle işletme, müşteri odaklı, daha düşük maliyetle, daha yüksek kalitede ürünler sunarak rekabet avantajını kaybetmemelidir.

Çalışanların tam katılımını sağlama ve çalışanların yeteneklerinden maksimum düzeyde faydalanma kapsamında yalın üretim sistemi bilgilendirme eğitimlerine başlanarak, çalışanların önerdikleri fikirler doğrultusunda uygulanan çalışmaları teşvik etmek noktasında ödüllendirme çalışmaları yapılmalıdır.

Araştırmanın genellenebilirliği, araştırmanın kapsamıyla sınırlı olduğundan; farklı sektörlerde faaliyet gösteren ve farklı organizasyonel yapıdaki diğer işletmelere yönelik daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Yalın üretimin diğer teknikleriyle de çalışmalar yapılarak incelemelerde bulunulması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Adams, J.** (2006). Stop Wasting Time, Effort, Money!. Supply House Tims, 48(11), 26.
- Akgül, O.** (2020). *Rehberli Turlarda Algılanan Değer, Akış Deneyimi Ve Davranışsal Niyet İlişkisi: Çanakkale Savaşları Gelibolu Tarihi Alanı Örneği*. (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Akgün, H., & Kiliçarslan, Ü. M.** (2021). Merkezi Hekim Randevu Sistemi Ve Randevusuz Hastaların Bekleme Sürelerine Yönelik Çalışma: Bir Kamu Hastanesi Örneği. 82. Turan: Stratejik Arastirmalar Merkezi, 13(49), 112-121.
- Alanyüz, E.** (2023). *Zeytinyağı İşletmesinde Yalın Üretimde Değer Akış Haritalama Uygulaması*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Alparslan, D.** (2015). *Toplam Üretken Bakım Yönetimi Ve Eti Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.'deki Uygulama*. (Doctoral dissertation, Anadolu University (Turkey)).
- Apilioğulları, L.** (2010). *Yalın Dönüşüm: Verimliliğin Şifresi*. Sistem Yayıncılık.
- Apilioğulları, L.** (2013). *Operasyonel Mükemmellik*. 1. Baskı, İstanbul, Sistem Yayıncılık.
- Aslandere, M.** (2017). *Yalın Üretime Geçiş Çalışmaları; Değer Akış Haritalama, Bireysel Öneri Sistemi, Kaizen Çalışmaları: Büyük Ölçekli Firmalarda Uygulamalar*. (Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ayçin, E., & Özveri, O.** (2016). Yalın Üretim Uygulamalarında İsrafın Azaltılması İle Performans Ölçütleri Arasındaki İlişkilerin Ve Etkileşimin DEMATEL Yöntemiyle Analizi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(35), 325-353.
- Akyurt, İ. Z., & Eren, E.** (2019). Hazırlık Süresinin Azaltılmasında Smed Yöntemi Uygulaması. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 15(3), 315-331.
- Begam, M. S., Swamynathan, R., & Sekkizhar, J.** (2013). Current Trends On Lean Management—A Review. *International Journal Of Lean Thinking*, 4(2), 15-21.
- Bırakmaz, Ö.** (2013). *Yalın Üretimin Uygulanmasında Karşılaşılan Problemler*. Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 119.
- Bilici, S.** (2019). *Değer Akış Haritalama Yöntemi Kullanılarak Tekstil Sektöründe Yalın Üretim Uygulaması*. Yalova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Bilici, S., & Kosanoğlu, F.** (2021). Değer Akış Haritalama ve FMEA Yöntemleri Kullanılarak

Tekstil sektöründe Yalın Üretim Uygulaması. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 33(1), 131-142.

Binti Awi, N. A. (2016). *The Effect Of Lean Kaizen Application On Student's Satisfaction In Malaysian Higher Education Sector*. (Doctoral Dissertation, Coventry University).

Birdoğan, B. A. K. İ. (2001). Toplam Verimli Bakım ve Toplam Kalite Yönetimi İlişkisi. *Öneri Dergisi*, 4(16), 167-171.

Bodek, N. (2004). *Kaikaku: The Power And Magic Of Lean: A Study In Knowledge Transfer*. PCS Inc..

Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (2006). A New Value Stream Mapping Approach For Complex Production Systems. *International Journal Of Production Research*, 44(18-19), 3929-3952.

Busert, T., & Fay, A. (2019). Extended Value Stream Mapping Method: Harmonizing Information Flows For The Control Of Production Processes. *IFAC-Papersonline*, 52(13), 54-59.

Carvalho, C., & Leite, L. (2021). Application of Lean Manufacturing to Reduce Unproductive Times in a Valve Spring Inspection and Packaging Cell. *Int. J. Adv. Eng. Res. Sci*, 8, 305-323.

Chiarini, A. (2011). International Journal of Lean Six Sigma. *Sigma*, 2(4), 332-355.

Chiarini, A. (2013). The Main Methods Of Lean Organization: Kanban, Cellular Manufacturing, SMED And TPM. *Lean Organization: From The Tools Of The Toyota Production System To Lean Office*, 81-116.

Coşkun, E. (2023). *Değer Akış Haritalama Ve Ayakkabı Yan Sanayisinde Uygulanması*. Karabük Üniversitesi. Lüsansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Crawford, W. (2001). Exceptional Institutions: Libraries And The Pareto Principle. *American Libraries*, 32(6), 72-74.

Çakirkaya, M., & Acar, Ö. E. (2016). 5S Tekniği Aşamaları ve Makarna Sektöründe Bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30(4).

Daniyan, I., Adeodu, A., Mpofu, K., Maladzhi, R., & Katumba, M. G. K. K. (2022). Application Of Lean Six Sigma Methodology Using DMAIC Approach For The Improvement Of Bogie Assembly Process In The Railcar Industry. *Heliyon*, 8(3).

De Ron, A. J., & Rooda, J. E. (2006). OEE And Equipment Effectiveness: An

Evaluation. *International Journal of Production Research*, 44(23), 4987-5003.

Elbert, M. (2018). *Lean Production For The Small Company*. Crc Press.

El-Morsy, A., Shafeek, H., Alshehri, A., & Gutub, S. A. (2014). Implementation Of Quality Management System By Utilizing ISO 9001: 2008 Model İn The Emerging Faculties. *Life Science Journal*, 11(8), 119-125.

Emiliani, M. L. (2004). Improving Business School Courses By Applying Lean Principles And Practices. *Quality Assurance In Education*, 12(4), 175-187.

Emiliani, M. L. (2005). Using Kaizen To İmprove Graduate Business School Degree Programs. *Quality Assurance In Education*, 13(1), 37-52.

Gecü, B. (2008). *İç Lojistik Sistemlerinin Yalın Üretim Bakış Açısıyla Yeniden Tasarlanması Ve Otomotiv Sektöründe Örnek Bir Uygulama* (Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Gökşen, Y. (2003). *Geleneksel Üretimden Esnek Üretime: Karşılaştırmalı Bir İnceleme*. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Görener, A., & Yenen, V. Z. (2007). İşletmelerde Toplam Verimli Bakım Çalışmaları Kapsamında Yapılan Faaliyetler Ve Verimliliğe Katkıları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(11), 47-63.

Hicks, B. J. (2007). “Lean Information Management: Understanding and Eliminating Waste”, *International Journal of Information Management*, sayı:27, ss.236-237.

Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key To Japan’s Competitive Success*. New York, ltd: McGraw-Hill.

Imai, M. (2003). *Kaizen: Japonya'nın Rekabetteki Başarısının Anahtarı*. Kalder.

Imai, M. (2014). *Gemba Kaizen: Sürekli İyileştirmeye Sağduyulu Bir Yaklaşım*. Nobel Akademik Yayıncılık.

Johnson, H. T. (2012). Lean Dilemma: Choose System Principles Or Management Accounting Controls—Not Both. *Lean Accounting: Best Practices For Sustainable İntegration*, 1-16.

Jones, T. D., Womack, P. J. (2001). *Bütünü Görmek*, (Çev.: Ayperi Okur, Bülent Kılıç, Ülkü Kulaç), Yalın Enstitü Yayınları, İstanbul, 105s.

Kağnıcıoğlu, H., Aydın, S., Hasgöl, S. & Anagün, S. (2012). *Üretim Yönetimi (1.Baskı)*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Kaplanoglu, E. (2012). *Değer Mühendisliği, Hedef Maliyetleme Ve Kaizen Karmasının Elektronik Sektöründe Uygulanması*. Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.

Karşıyaka, O., & Sütçü, A. (2019). Mobilya Üretim Süreçlerinde Verimliliği Artırmaya Yönelik 5S Uygulamaları. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 3(2), 87-101.

Klimecka-Tatar, D., & Ingaldi, M. (2022). Digitization Of Processes İn Manufacturing Smes- Value Stream Mapping And OEE Analysis. *Procedia Computer Science*, 200, 660-668.

Korkmaz, Ö. A. (2024). *Application Of Value Stream Mapping With Modular Arrangement Of Predetermined Time Standards To Reduce Lead Time: A Case Study In The Metal Sector*. Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Kökten, E. S. (2021). *Değer Akış Haritalama Yöntemi İle İşletmelerde Üretim Kayıplarının Azaltılması: Ahşap Sektöründe Bir Uygulama*. Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Doktora Tezi.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Education.

Marchwinski, C., & Shook, J. (2007). *Yalın Kavramlar Sözlüğü*. Ayşe Soydan ve Regaip Baran (çev.), İstanbul: Yalın Enstitü Yayınları.

Moen, R. (2009). *Foundation And History Of The PDSA Cycle. Associates İn Process Improvement-Detroit (USA), 2-10.* [Erişim: 05.07.2023, https://deming.org/uploads/paper/PDSA_History_Ron_Moen.pdf]

Muchiri, P., & Pintelon, L. (2008). Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness (OEE): Literature Review And Practical Application Discussion. *International journal of production research*, 46(13), 3517-3535.

Mudgal, D., Pagone, E., Alkhunani, R. A., & Salonitis, K. (2021). Life-Cycle-Assessment Of Cast Stone Manufacturing: A Case Study. *Procedia CIRP*, 104, 624-629.

Newman, M. E. (2005). Power Laws, Pareto Distributions And Zipf's Law. *Contemporary physics*, 46(5), 323-351.

Nihal, T.Ö., Elif, A., Serpil, K., Keskin, Z. & Özgür, Y. (2015). Sağlık Kuruluşlarında Yalın Yönetim Anlayışının Değerlendirilmesinde Bir Eğitim Araştırma Hastanesi Örneği. *Sağlık*

Akademisyenleri Dergisi, 2 (1), 34-39.

Nzengue, A. G. B., Mpofo, K., Mathe, N., Muvunzi, R., & Oyesola, M. (2023). An Integrated Value-Addition in Supply Chain Network for Metal-based Additive Manufacturing. *Procedia CIRP*, 120, 892-897.

Ohno, T. (2018). *Toyota Ruhü*. (C. Feyyat, Çev.). İstanbul: Scala Yayıncılık. (Orijinal baskı, 1997).

Öksüz, M. K., Öner, M., & Öner, S. C. (2017). Yalın Üretim Tekniklerinin Endüstri 4.0 Perspektifinden Değerlendirilmesi. *Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı*.

Özcan, S. (2001). İstatistiksel Proses Kontrol Tekniklerinden Pareto Analizi Ve Çimento Sanayiinde Bir Uygulama. *CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2(2), 151-174.

Özçelik, F. (2011). *Yalın Üretim Uygulayan İşletmeler İçin Muhabebe Sistemi*. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.

Pheng, L.S. (2001). "Towards TQM – Integrating Japanese 5-S Principles with ISO 9001:2000 Requirements", *The TQM Magazine*, Sayı: 13, Konu: 5, 334–341.

Rother, M., & Shook, J. (1999). *Görmeyi Öğrenmek: Değer Yaratmak Ve İsrafi Ortadan Kaldırmak İçin Değer Akışı Haritalama*. İstanbul: Yalın Enstitü Yayınları.

Sakallı, K., & Çatır, O. (2018). 5s Tekniğı: Restoran İşletmeleri İçin Bir Model Önerisi (5s Technique: A Model. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 473, 484.

Santos Bento, G. D., & Tontini, G. (2018). Developing An Instrument To Measure Lean Manufacturing Maturity And Its Relationship With Operational Performance. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29(9-10), 977-995.

Sarı, E. B. (2018). Üretim Hattı Tasarımında Değer Akış Haritalama Tekniğinin Kullanılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (56), 67-81.

Shahbazpour Asiabi, A. (2022). *Swot Analizi, Yalın Üretim Teknikleri Ve Erp İle Kobi'ler İçin İyileştirme Yol Haritasının Oluşturulması*. Atatürk Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.

Shingo, S. (2019). *A Revolution In Manufacturing: The SMED System*. Routledge.

Steinbacher, H. R., & Steinbacher, N. L. (1993). *TPM For America: What It Is And Why You Need It*. Productivity Press.

Suzaki, K. (2005). *İmalatta Mükemmellik Yolu Sürekli İyileştirme Teknikleri*. Saadet Özkal

(çev.). Otoyol Sanayi Yayınları, İstanbul, Türkiye.

Şeker, S. E. (2014). Sebep Etki Diyagramları (Cause and Effect Diagrams, Fishbone Diagrams). *YBS Ansiklopedi*, 1(4), 2-4.

Şimşek, H. (2007). *"Toplam Kalite Yönetimi:Kuram, İlkeler, Uygulamalar"*, Seçkin Yayıncılık, 978-975-02-0397-8.

Tekin, M., Zerenler, M. (2013). *Rekabetin Anahtarı: Esnek İşletme (4. Baskı)*. Konya: Günay Yayınevi.

Tekin, M., Aslandere, M., Etlioğlu, M., & Tekin, E. (2018). "Bireysel Öneri Sistemi İle Geliştirilen Proje Uygulaması". *Social Science Development Journal*, 10(3), 263-276.

Tekin, M., Aslandere, M., Etlioğlu, M., & Tekin, E. (2018). Büyük Ölçekli Bir İşletmede 5S Uygulaması. *International Journal of Social And Humanities Sciences*, 2(1), 106-122.

Tikici, M., Aksoy, A. & Derin, N. (2006). Toplam Kalite Yönetiminin Radikal Unsurlarından Birisi Olarak Yalın Yönetim. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (15), 20-33.

Uçan, K. (2014). *Otomotiv Yan Sanayisinde Malzeme Besleme Sisteminin Yalın Üretim Yaklaşımıyla Yeniden Tasarlanması Ve Bir Uygulama*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Uluç S. M. (2022). *Değer Akışı Maliyetleme Ve Karar Verme: Yalın Üretim İşletmelerinde Uygulamalar*. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.

Upton, D. (1998). Just-In-Time And Performance Measurement Systems. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(11), 1101-1110.

Vinodh, S., & Joy, D. (2012). Structural Equation Modelling Of Lean Manufacturing Practices. *International Journal of Production Research*, 50(6), 1598-1607.

Walasek, T. A., Kucharczyk, Z., & Morawska-Walasek, D. (2011). Assuring Quality Of An Elearning Project Through The PDCA Approach. *Archives of Materials Science and Engineering*, 48(1), 56-61.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990), *Dünyayı Değiştiren Makine*. Stabil Kitap.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1998). *Yalın Düşünce*. Optimist Yayın Grubu.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Yalın Düşünce*. Yalın Enstitü Yayınları.

Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The Machine That Changed The World: The Story Of Lean Production--Toyota's Secret Weapon In The Global Car Wars That Is Now*

Revolutionizing World Industry. Simon and Schuster.

Yalın (2024) [Erişim: 12.02.2024, <https://sozluk.gov.tr/>]

Yalın Enstitü (2023). *Yalın Kavramlar-Jidoka Nedir?*. [Erişim: 08.05.2023, <https://www.lean.org.tr/> <https://www.lean.org.tr/yalin-kavramlar-jidoka-nedir/>]

Yılmaz, E. (2012). *Siparişe Göre retim Yapan Sistemlerde Yalın retim Uygulamaları*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Yildiz, F., & Atanoglu, S. (2011). orlu Bölgesinde Faaliyette Bulunan retim İşletmelerinde Tam Zamanında retim Sisteminde Maliyet Muhasebesinin Uygulanması. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (49).

Zahraee, S. M., Tolooie, A., Abrishami, S. J., Shiwakoti, N., & Stasinopoulos, P. (2020). Lean Manufacturing Analysis Of A Heater İndustry Based On Value Stream Mapping And Computer Simulation. *Procedia Manufacturing*, 51, 1379-1386.



EKLER

EK-1 SEÇME HATTI NEDEN – NEDEN ANALİZİ

Seçme Hattı Neden - Neden Analizi						
No	Sebep	1.N	2.N	3.N	Kök Neden	İyileştirme
1	Waks tankı problemleri	Tank ve hortumlarının soğuk havaya maruz kalması			Tank ve hortumlarının soğuk havaya maruz kalması	Tank ve hortumların soğuyan bölgelerini, elyaf ve yalıtım malzemeler ile kaplama
		Hortumların aynı basınçta hava bulundurmaması	Hortum boylarının eşit olmaması		Hortum boylarının eşit olmaması	Hortum üzerine kısıcı vanaların monte edilmesi
2	Seçme hattı zincir sıkışma arızaları	seçme hattı zinciri çalışma esnasında kilitlenmesi	Zincir bakla sayısının eşit olmaması		Zincir bakla sayısının eşit olmaması	Zincir bakla sayısının standartlaştırılması
				Bakımlarının zamanında yapılmamış olmaması	Bakımlarının zamanında yapılmamış olmaması	Planlı bakımlarının yapılması.
3	Ayırıcı takımları	Ayırıcıya gelen istiflerin eksik/fazla ayrılması	Dişli, rulman ve kama yataklarının kısa sürede aşınması	Kullanılan kamalı redükörlerinin uygun olmaması	Kullanılan kamalı redükörlerinin uygun olmaması	Kamalı redükör kullanılması
				Orijinal tasarımı 4 adet karo olmasına rağmen 8 adet çıkartıldığı için	Orijinal tasarımı 4 adet karo olmasına rağmen 8 adet çıkartıldığı için	Ayırıcı kauçuklar sökülüp, 90o döndürülerek temas yüzeyinin artırılması
4	Teerübesiz personel	İşe yeni başlayan personel			İşe yeni başlayan personel	Eksiklik belirlenen personellere eğitim planlanması
5	Seçme hattı kayışının kısa zamanda deforme olması	Malzemesinin kalitesinin düşük olması			Malzemesinin kalitesinin düşük olması	Daha kaliteli malzemeden kayış araştırılması
6	Setsukur gevşemeleri	Zamanla setsukurun yerinden çıkması	Setsukurun gevşemesini önleyici sistem olmaması		Setsukurun gevşemesini önleyici sistem olmaması	Setsukurlar takılırken yerinde kalmasını sağlamak için sıvı contayla birlikte takılması

EK-2 PAKETLEME MAKİNESİ NEDEN – NEDEN ANALİZİ

Paketleme Makinesi Neden - Neden Analizi					
No	Sebeup	1.N	2.N	Kök Neden	İyileştirme
1	Tutkal tankı problemleri	Hortumların soğuk havaya maruz kalması		Hortumların soğuk havaya maruz kalması	Tank ve hortumların soğuyan bölgelerini, elyaf ve yalıtım malzemeler ile kaplandı.
		Hortumların aynı basınçta hava bulundurmaması	Hortum boylarının eşit olmaması	Hortum boylarının eşit olmaması	Hortum üzerine kısıcı vanaların monte edilmesi
2	Karton taşıma kollarının takılması	Taşıma kollarının sallanması	Rulmanların deforme olması	Rulmanların deforme olması	Rulmanların otomatik bakım kontrolüne alınması
3	Kartonun makine içinde kayması	60*120 kartonun desteklerden aşağıda düşmesi		60*120 kartonun desteklerden aşağıda düşmesi	Yan desteklerin konumunun içeriye ve ileriye alınması
4	Merkezeleme takılmaları	merkezeleme civatalarının kırılması	Civata yuvasının yıpranmaya bağlı olarak aşınması ve civatanın yuva içerisinde oynayıp kırılması	Civata yuvasının yıpranmaya bağlı olarak aşınması ve civatanın yuva içerisinde oynayıp kırılması	Kullanılan civata uzatılarak alttan kontrol yapılması
5	Karton vakum yetersizliği	Vantuz emişinin yetersiz olması	Vantuzların sert ve kalın olması	Vantuzların sert ve kalın olması	İnce ve elastik vantuz kullanılması
6	Deforme olmuş kutular	Üretici veya taşıma kaynaklı doformasyon oluşması	Kutuların makineye koyum esnasında kontrol edilmemesi	Kutuların makineye koyum esnasında kontrol edilmemesi	Kutular makineye koyulurken personel tarafından kontrol edilecek
7	Tecrübesiz personel	İşe yeni başlayan personel		İşe yeni başlayan personel	Eksiklik belirlenen personellere eğitim planlanması