

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN BİR REFRAKTER
TUĞLA FABRİKASINDA UYGULANMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:
Çetin BAĞLAN

İSTANBUL, 2017

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN BİR REFRAKTER
TUĞLA FABRİKASINDA UYGULANMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:
Çetin BAĞLAN

Öğrenci No:
140792015

Danışman:
Prof. Dr. Semra Birgün

İstanbul, 2017

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum "Yalın üretim tekniklerinin bir refrakter tuğla fabrikasında uygulanması " adlı çalışmamın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım çalışmaların tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu şerefimle doğrularım.

14.03.2017

Aday : Çetin Bağlan

İmza :



T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

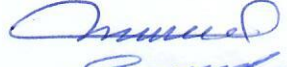


YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 140.79.2015 no'lu Çekim Başlığı num ... 30.8.2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda...6.0 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliği / oyçokluğu ile, ...kabul... kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : Endüstri Mühendisliği
Programı : Endüstri Mühendisliği
Tez Başlığı³ : Yalın Üretim Teknolojilerinin Bir Refrakter Tuğla Fabrikasında Uygulanması

<u>Tez Sınav Jürisi</u>	<u>Öğretim Üyesi</u>	<u>İmza</u>
Danışman	: Prof. Dr. Sena BİREKİN	
Üye	: Doç. Dr. Hakan TOZAN	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. S. Kerem AYTAÇ	

¹ Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak adayı tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

² Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında “kabul”, “düzeltme” veya “red” kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmamda bana yardımlarını esirgemeyen ve yol gösteren değerli hocam Prof. Dr. Semra BİRGÜN ve bana uygulama çalışmalarında yardımlarına esirgemeyen sevgili çalışma arkadaşlarım Nazım GÜL, Sinan GÜLTEKİN, Arif KİPER ile her zaman yanımda olan eşim Selin BAĞLAN'a teşekkür ederim.



Adı ve Soyadı : Çetin Bağlan
Danışmanı : Semra Birgün
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans / 2017
Alanı : Endüstri Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Yalın, 5S, Değer Akışı Haritalama, Hazırlık Süresi
Düşürme, Toplam Verimli Bakım

ÖZET

YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİNİN BİR REFRAKTER TUĞLA FABRİKASINDA UYGULANMASI

İmalat sektöründe performans göstergeleri mali nedenlerden dolayı büyük öneme sahiptir. Bu nedenle üretim sisteminin performansını artırmaya yönelik birçok çalışma yapılmaktadır. Yalın üretim teknikleri firmaların performans artırmada sıklıkla kullanmak istediği başlıca tekniklerdendir.

Bu çalışmada refrakter tuğla sektöründe faaliyet gösteren bir firmada üretim hatlarındaki sorunları çözmek ve süreci iyileştirmek amacı ile yalın üretim tekniklerine başvurulmuştur. Seçilen ürün ailesinin üretim sürecindeki israf kaynaklarının belirlenmesi için değer akış haritalama yöntemi kullanılmıştır. Değer akış haritasının analizi ile hazırlık süreleri, ıskarta ve ara stokların fazla olması gibi değer katmayan israfa neden olan faaliyetler tespit edilmiştir. Oluşturulan gelecek durum akış haritasında Kaizen, Toplam Verimli Bakım, 5S ve Hazırlık Süresi Düşürme gibi yalın üretim araçlarından ve tekniklerinden yararlanılmış, bununla ilgili iyileştirme çalışmaları için planlama yapılmıştır.

Gerçekleştirilen yalın uygulamalar bir yıl boyunca takip edilmiştir. Yalın uygulamalar sonucunda hazırlık süreleri, ıskarta ve ara stok oluşumlarında önemli azalmaların sağlandığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, yeniden haritalama ile önceki, beklenen ve elde edilen değerlerin karşılaştırılması ile uygulama değerlendirilmiştir.

Name and Surname : Çetin Bağlan
Supervisor : Semra Birgün
Degree and Date : Yüksek Lisans / 2017
Major : Endüstri Mühendisliği
Key Words :Lean, 5S, Value Stream Mapping, Set Up Time
Reduction, Total Productive Maintenance.

ABSTRACT

APPLICATION OF LEAN MANUFACTURING TECHNIQUES IN A REFRACTORY BRICK PLANT

Performance indicators plays very important role for manufacturing industry due to financial reasons therefore quite amount of work is being done on improving production performance. Lean manufacturing techniques are main preferred by companies which are performance improvement methods.

Lean production techniques are preferred for this study to solve problems of production lines and improve processes of a refractory producer. Value stream mapping is used to designate waste sources of a pilot product family. By analyzing value stream map, non-value added activities are identified such as set-up times, scrap and work-in-process inventory. To make future state value stream mapping kaizen, total productive maintenance, 5S and set-up-time reduction techniques are used and improvement plan is made.

Applied lean techniques are monitored for one year. Via lean techniques application a great deal of reducing is achieved of preparation time, scrap and work-in-process inventory. Consequently, a new value stream map is arranged after the application of lean techniques; and study is evaluated as the initial, target and obtained situation.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR.....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
1.GİRİŞ	1
2.YALIN ÜRETİM.....	3
2.1. Değer.....	5
2.1.1. Değer Katan Faaliyetler.....	6
2.1.2. Değer Katmayan Faaliyetler.....	6
2.1.3. Değer Katmayan Fakat Yapılması Zorunlu Faaliyetler	6
2.2. Değer Akışı.....	6
2.2.1. İsraf Çeşitleri.....	7
2.3. Akış.....	9
2.4. Yalın Yönetim ve Organizasyon.....	10
3.YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ VE ARAÇLARI.....	13
3.1. Çekme Sistemi.....	13
3.2. Kanban.....	13
3.2.1.Kanban Çeşitleri.....	15
3.2.2.Kanban Kuralları.....	17
3.2.3.Kanban Sistemleri.....	18
3.2.3.1.Kanban Çekme Sistemi.....	18
3.3. Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik.....	20
3.4. Tek Parça Akışı.....	23
3.5.Tek Haneli Dakikalarda Kalıp Değişirme.....	24
3.5.1. Hazırlık Süreleri Kısaltma İlkeleri.....	25
3.5.2. Dört Adım Tekniği.....	26
3.6. 5S Tekniği.....	28
3.7. Poka-Yoke.....	32
3.8. Toplam Verimli Bakım.....	33

3.9. Kaizen.....	38
3.10. Hücresel Üretim Sistemi	40
3.11. Görsel Yönetim.....	43
4. DEĞER VE DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİ.....	45
4.1. Malzeme ve Bilgi Akışı.....	46
4.2. Bir Ürün Ailesi Seçimi	47
4.3. Değer Akış Yöneticisi.....	47
4.4. Mevcut Durum Değer Akış Haritası.....	48
4.5. Gelecek Durum Değer Akış Haritası.....	51
4.5.1. Takt Süresi.....	51
4.5.2. Sürekli Akışa Karar Vermek.....	52
4.5.3. Süpermarket Sistemi Kurulması.....	53
4.5.4. Tempo Ayarlayıcı (Pacemaker) Prosesin Belirlenmesi.....	55
4.5.6. Tempo Ayarlayıcı Proste Üretim Karmaşının Seviyelendirilmesi.....	55
4.5.7. Proses İyileştirmelerinin Yapılması.....	56
4.5.8. Uygulamanın Adımlara Bölünmesi.....	57
4.6. Değer Akış Planı.....	59
5. YAYIN TARAMASI.....	61
6. İMALATÇI BİR FİRMADA YALIN DÖNÜŞÜM ADIMLARI.....	67
6.1. Firma Bilgileri ve Üretim Yapılan Malzemelerin Sınıflandırılması.....	67
6.2. Üretim Süreçleri.....	69
6.3. Değer Akış Haritalama Süreci.....	71
6.3.1. Yalın Üretim Ekibi Kurulması.....	71
6.3.2. Ürün Ailesi Seçimi.....	72
6.3.3. Mevcut Durum Değer Akış Haritası Hazırlanması.....	76
6.3.4. Gelecek Durum Değer Akış Haritası Hazırlanması.....	82
6.3.5. Faaliyet Planının Hazırlanması.....	84
6.4. Planların Uygulanması.....	87
6.4.1. Harman Hazırlama Ünitesi Uygulamaları.....	87
6.4.1.1. Harman Hazırlık Süresinin Azaltılması.....	87
6.4.1.2. Harman Hazırlama Ünitesi Toplam Ekipman Etkinliği.....	89
6.4.2. Şekillendirme Ünitesi Uygulamaları.....	90
6.4.2.1. Kalıp Değiştirme Hazırlık Süresinin Azaltılması.....	90

6.4.2.2.Şekillendirme Ünitesi Toplam Ekipman Etkinliği.....	93
6.4.2.3. Iskarta Oranlarının Düşürülmesi.....	94
6.4.3. Boşaltma Ünitesi Uygulamaları.....	94
6.4.3.1. Boşaltma Hazırlık Süresinin Kısaltılması.....	94
6.4.3.2. Boşaltma Ünitesi Toplam Ekipman Etkinliği Artırılması.....	95
6.4.3.3. 7 Adımlı Kaizen Uygulaması ile Iskarta Oranlarının Azaltılması.....	96
6.4.3.3.1. Problemin Tanımlanması.....	97
6.4.3.3.2. Balık Kılçığı Analizi.....	99
6.4.3.3.3. Hedef Belirleme.....	102
6.4.3.3.4. Kök Neden Analizi.....	103
6.4.3.3.5. Karşı Önlemlerin Belirlenmesi ve İyileştirme Faaliyetlerinin Planlanması.....	104
6.4.3.3.6. Sonuçların Kontrolü.....	104
6.4.3.3.7. Standartlaştırma.....	105
6.4.3.3.8. Kaizen Uygulaması Sonrası A-90 Iskarta Değişimleri.....	106
6.4.4. Paketleme ve Sevkiyat Ünitesi Uygulamaları.....	108
6.4.4.1. Paketleme ve Sevkiyat Ünitesi Hazırlık Süreleri ve Çevrim Süresinin Kısaltılması.....	108
6.4.4.2. Paketleme ve Sevkiyat Ünitesi Toplam Ekipman Etkinliği.....	108
6.4.5. 5S Tekniği Uygulama.....	109
6.4.5.1. Seiri (Ayıklama).....	109
6.4.5.2. Setion (Düzen).....	111
6.4.5.3. Seisio (Temizlik).....	120
6.4.5.4. Seiketsu (Standartlaştırma).....	121
6.4.5.5.Shitsuke (Disiplin).....	121
6.4.6. Toplam Verimli Bakım.....	122
6.4.7. Poka-Yoke Sistemi İçin Öneriler.....	126
6.5. Yeni Mevcut Durum Haritası.....	127
6.6. Uygulanan Yalın Tekniklerin Diğer Pres Duruşlarına Etkisi.....	129
6.6.1. Preslere Uygulanan Kayıp Zaman Analizi.....	130
6.6.2.Yalın Uygulamalar Sonrasında Preslerdeki Kayıp Zaman Değişimleri.....	132
6.7. Değerlendirme.....	136
7.SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	138
KAYNAKLAR.....	142



KISALTMALAR

BFA	: Brown Fused Alumina (Kahverengi Ergimiş Alümina)
C/O	: Changeover (Hazırlık Süresi)
C/T	: Cycle Time (Çevrim Süresi)
ÇK	: Çekme Kanbanı
ERP	: Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlaması)
FIFO	: First In First Out (İlk Giren İlk Çıkar)
ISO	: International Organization For Standardization (Uluslar Arası Standart Organizasyonu)
HÜS	: Hücresel Üretim Sistemi
KN1	: Kontrol noktası 1
KYS	: Kalite Yönetim Sistemi
KOBİ	: Küçük Orta Büyüklükteki İşletmeler
KGM	: Kalite Güvence Müdürlüğü
MC	: Magnesia Carbon (Magnezya Karbon)
SMED	: Single Minute Exchange Of Die (Tek Dakikalık Kalıp Değişimi)
TPM	: Total Productive Maintenance (Toplam Verimli Bakım)
TEE	: Toplam Ekipman Etkinliği
ÜK	: Üretim Kanbanı
VZA	: Veri Zarflama Analizi
3M	: Muda, Mura, Muri (Değer Katmayan, Aşırı Yük, Düzensizlik)

TABLolar LİSTESİ

Tablo 6.1. Kalite bazında sınıflandırılan tuğlaların adet ve tonaj ıskarta değerleri.....	74
Tablo 6.2. Aktivite Planı.....	85
Tablo 6.3. İç ve dış harman hazırlama adımları ve süreleri.....	88
Tablo 6.4. Harman hazırlamada iç hazırlama sürelerinin dış hazırlık sürelerine çevrilmesi.....	89
Tablo 6.5. Mikser üretim duruşlarına bağlı TEE hesaplanması.....	90
Tablo 6.6. İç ve dış kalıp değiştirme adımları ve süreleri.....	91
Tablo 6.7. Kalıp hazırlamada iç hazırlama sürelerinin dış, hazırlık sürelerine çevrilmesi.....	92
Tablo 6.8. L2 Pres üretim duruşlarına bağlı TEE hesaplanması.....	93
Tablo 6.9. Boşaltma ünitesinde duruşlara bağlı TEE hesaplanması.....	95
Tablo 6.10. Ekim 2015 hata türlerine bağlı hurda tuğla adetleri.....	97
Tablo 6.11. P1 BFA 0-1 mm pişme testi.....	101
Tablo 6.12. BFA pişirme ve seçimi.....	102
Tablo 6.13. Mikser periyodik temizliği.....	102
Tablo 6.14. Harman ve kalite doğrulaması.....	102
Tablo 6.15. Karşı önlem detayları ve gerçekleştirilecek aktivite planlaması.....	104
Tablo 6.16. A-90 kaliteli tuğla Major Kaizen uygulama sonrasında ıskarta miktarlarındaki aylık değişimler.....	106
Tablo 6.17. Paketleme ünitesinde duruşlara bağlı TEE hesaplanması.....	108
Tablo 6.18. Presler için belirlenen bakım ve tamir süreleri.....	125
Tablo 6.19. Presleme ünitesinde 120 gün içinde meydana gelen pres duruşları.....	131
Tablo 6.20. Presleme ünitesinde 120 gün içinde meydana gelen pres duruşlarının karşılaştırılması.....	133
Tablo 6.21. Değer akış haritasında belirtilen hedefler ve elde edilen sonuçlar.....	136

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Üretim faaliyetleri (Ohno, 1996).....	7
Şekil 2.2. Geleneksel parti üretimi ve tek parça akışı üretimi (Black, 2008).....	10
Şekil 3.1.Çekme sisteminin yapısı (Durmuşoğlu, 2005).....	13
Şekil 3.2. Çekme kanbanı görüntüsü (Durmuşoğlu, 1997).....	15
Şekil 3.3. Üretim kanbanı görüntüsü (Durmuşoğlu, 1997).....	16
Şekil 3.4. Süpermarket çekme sistemi (Yalçınkaya, 2009).....	18
Şekil 3.5. Temin süresi , a)Büyük parti için, b) küçük parti için, (Durmuşoğlu, 1997).....	22
Şekil 3.6. 5S Adımları.....	29
Şekil 3.7. TVB ve yalın üretim felsefeleri arasındaki ilişki (Ahura ve Khamba, 2008).....	34
Şekil 3.8. Buluş ve Kaizen yaklaşımı karşılaştırılması, a) Buluş yaklaşımı ve gelişme, b)Kaizen yaklaşımı ve gelişme (Ohno, 1988).....	40
Şekil 4.1. Değer akış haritası sembolleri (Rother ve Shook, 1999).....	49
Şekil 4.2. Mevcut durum haritası (Rother ve Shook, 1999).....	51
Şekil 4.3. ACME Stamping Çevrim Süreleri a) Mevcut çevrim, b)Kaizen'den sonra çevrim (Rother ve Shook, 1999).....	53
Şekil 4.4. Süpermarket çekme sistemi (Rother ve Shook, 1999).....	54
Şekil 4.5. Gelecek durum haritası (Rother ve Shook, 1999).....	58
Şekil 6.1. Firmada üretilen ürünlerin sınıflandırması.....	68
Şekil 6.2. Üretilen ürünlerin akış şemaları a)Alumina silikat tuğla, b)Reçine bağlı tuğla, c) Monolitik harç, d) Precast tuğla	70
Şekil 6.3. Şekillendirme ve Fırınlama üniteleri. a)Tuğla presleme görüntüsü, b)Tünel fırın tuğla vagon giriş görüntüsü	71
Şekil 6.4. Kalite hata sınıflarına bağlı ton ve adet bazında tutulan günlük form.....	73
Şekil 6.5. Iskarta adetlerine bağlı farklı tuğla kaliteleri Pareto Analizi.....	75
Şekil 6.6. Iskarta tonajlarına bağlı farklı tuğla kaliteleri Pareto Analizi.....	76
Şekil 6.7. A-90 Alumina Silikat süreci mevcut durum değer akış haritası.....	81
Şekil 6.8. A-90 Alumina Silikat süreci gelecek durum değer akış haritası.....	83
Şekil 6.9. Adet bazında hata türleri Pareto Analizi.....	96
Şekil 6.10. Tuğla durumları, a)A-90 kaliteli tuğla ideal durum ,b) Hatalı durum görüntüsü.....	98
Şekil 6.11. Toplam üretim ıskarta değerleri karşılaştırılması.....	99
Şekil 6.12. Balık Kılçığı Analizi.....	100
Şekil 6.13. Kök Neden Analizi.....	103

Şekil 6.14. Üretim ıskarta adetlerine bağlı 1 yıllık ıskarta yüzde değişimleri.....	107
Şekil 6.15. Üretim ıskarta tonajlarına bağlı 1 yıllık ıskarta yüzde değişimleri.....	107
Şekil 6.16. Kullanılan hata kartı.....	110
Şekil 6.17. Makine bakım atölye tezgahı gereksiz malzemelerin görüntüsü.....	110
Şekil 6.18. 5S çalışma öncesi kalıp hazırlama bölümü genel görüntüsü.....	113
Şekil 6.19. a)5S çalışma sonrası kasa,b) Gruplanan civataların genel görüntüsü.....	114
Şekil 6.20. 5S çalışma öncesi ve sonrası genel görüntüsü.....	115
Şekil 6.21. 5S çalışmasından önce takım odası.....	117
Şekil 6.22. 5S çalışmasından sonra takım odası	117
Şekil 6.23. Kişiye ait olan özel alet ve teçhizat dolabı.....	118
Şekil 6.24. 5S çalışmasından önce ve sonra.....	119
Şekil 6.25. Operatör temizlik kontrol formu.....	120
Şekil 6.26. A-90 Alumina Silikat Süreci yalın üretim teknikleri uygulama sonrası elde edilen şimdiki durum değer akış haritası.....	128
Şekil 6.27. Preslerde meydana gelen duruşlara ait günlük rapor kayıtları.....	131
Şekil 6.28. Zamana bağlı pres duruş nedenleri Pareto Analizi.....	132
Şekil 6.29. Pres duruş nedenlerinin 120 günlük iyileştirme öncesi ve sonrasında karşılaştırılması.....	134
Şekil 7.1. A-90 kaliteli tuğla iyileştirme sonrası aylık maliyet değişimi.....	139
Şekil 7.2. 2014-2015 ile 2015-2016 yılları arasında ıskarta yüzdeleri karşılaştırılması.	140

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerde yaşanan hızlı değişim firmalar arasında rekabetin artmasına ve firmaların sürekli olarak kendilerini yenileme ihtiyacı duymasına neden olmaktadır. Bu değişim sürecinde firmaların rekabet gücünü koruyabilmeleri için büyük yatırımlar yapmaları gerekmektedir. Firmalar ihtiyaç duydukları yatırımları yapmış olsalar bile kendi içlerinde değişime karşı direnç, eksik planlama ve yenilenen sürece uyum sağlayamama ya da sürdürmemeye gibi çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadırlar. Özellikle üretim sektöründe firmaların büyümesine bağlı ortaya çıkan verimlilik, üretkenlik, kaynakların doğru kullanımı ve israfların ortaya çıkması gibi konular üretim yöntemlerinin değişmesine sebep olmuştur. Üretim yöntemlerinde meydana gelen değişim süreci sonucu ortaya çıkmış olan çeşitli üretim yaklaşımları vardır. Bunlardan biri de temeli 1950'li yıllara dayanan Yalın Üretim yaklaşımıdır. Yalın üretim konusunda mevcut kaynaklarda çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yalın üretimin temel amaçları arasında yer alan israfın yok edilmesi, değer artırılması, gerektiği kadar ürün üretilmesi gibi konular üretim sektöründe faaliyette bulunan firmalar için oldukça önemli konular arasında yer almaktadır. Firmaların müşteriden gelen talebe ve gelişen teknoloji ile birlikte büyümesi esnasında israfa neden olan bütün hatalar ve işlemler tespit edilmeli, gerekli performans ölçümleri yapılmalı ve yalın üretim teknikleri kullanılarak israflar ve ürüne katma değer sağlamayan her işlem ortadan kaldırılmalıdır. Değer Akış Haritalama yöntemi yalın üretimin, israfların belirlenmesi için stratejik düzeydeki araçlarından biri olmuştur. Mevcut sistemin değer akış haritasında belirlenen darboğaz noktaları, değer katmayan faaliyetler, üretim akış süresi ve diğer israflar gelecek durum değer akış haritası için yol gösterecektir. Yalın üretimin sunmuş olduğu Çekme Sistemi, SMED (Single Minute Exchange of Die), Kaizen, 5S, Poke-Yoke, TPM (Total Productive Maintenance) gibi yöntemler kullanılarak değer katmayan faaliyetler ve israflar elimine edilmelidir. Uygulanan yalın teknikler sayesinde değer katmayan faaliyetlerden kurtulmakla beraber çalışanların katılımı ve adapte olmaları da sağlanmış olacaktır.

Bu çalışmada verimsiz çalışmakta olan bir üretim tesisinde, yalın üretim tekniklerinden yararlanılarak sistem performansının iyileştirilmesi amaçlanmıştır.

Çalışma 6 bölümden oluşmaktadır. Takip eden bölümde yalın üretimin tanımı ve tarihsel gelişimine yer verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde yalın üretim teknikleri hakkında bilgilere yer verilmiştir. Çalışmada kullanılacak olan yalın üretim tekniklerinin ayrıntılı olarak açıklamaları yapılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde Değer Akış Haritalama tekniğinden ayrıntılı olarak bahsedilmiştir. Beşinci bölümünde yalın üretim ve değer akış haritalama yöntemi kullanılarak yapılmış benzer çalışmaların yayın taramalarına yer verilmiştir.

Altıncı bölümde imalatçı bir firmada yalın tekniklerden faydalanarak gerçekleştirilen uygulama, adım adım açıklanmıştır. Çalışma sonuç ve öneriler bölümü ile sonuçlandırılmıştır.

2.YALIN ÜRETİM

Yalın üretim, günümüz işletmelerinde özellikle ülkemizde gittikçe artan bir hızla değer yaratma, değeri arttırma, israfların önüne geçme, maliyetleri azaltma, üretime değer katmayan adımları ortadan kaldırma şeklindeki bir dizi hedefe ulaşma yolunda uygulanan sürekli iyileştirme felsefesi olarak bilinmektedir.

Yalın üretim kavramı araştırıldığında mevcut kaynaklarda Toyota Üretim Sistemi, Tam Zamanında Üretim veya Stoksuz Üretim gibi ifadelerin de bu kavramı karşılamak için kullanıldığı görülmektedir (Okur, 2005).

“Yalın” terimi için Toyota firmasının üretim performans seviyelerindeki üstün başarısı sonucunda bir grup akademisyenin gördükleri şeyi ifade etmek için türettiği bir terim olarak da bahsedilir ve kısaca “kalabalık olmayan bir sistem” şeklinde tanımlanmaktadır (Rich ve Arkadaşları, 2009).

Yalın üretimden önce var olan üretim anlayışı, şirketlerin fazla miktarda ürün üretmesi ve gereksiz birçok maliyete katlanması gerektiğini göstermiştir. Mevcut durumun yeterli olmaması ve gereksinimlerin değişmesi şeklindeki nedenler üreticileri yeni arayışlar içine sokmuştur. Bu arayış sürecinde var olandan farklı bir üretim sistemine ihtiyaç olduğu görülmüştür. Genel olarak alışılmışın dışına çıkmak çoğu konuda kolay kabul edilebilir bir durum değildir. Üretim sektörü için de bu durumu Ohno (1996), yeni bir üretim yaklaşımı için “bilinçlerde devrimin kaçınılmaz olduğu” şeklinde vurgulamıştır.

Toyata Motor Şirketi ilk faaliyet alanı tekstil olan Japon Toyoda ailesi tarafından 1937 yılında kurulmuştur. Şirketin kurulumundan 1950 tarihine kadar toplam üretimi 2685 adet olmasına rağmen Ford Ruuge fabrikalarındaki 7000 adetlerde ile önemli bir fark bulunmakta idi. Amerikan şirketlerinin baskın olduğu otomotiv sektöründe Toyota'nın piyasadaki varlığı belirgin değildi. 1949 yılında satışlarda yaşanan düşüş nedeni ile şirket iş gücünün üçte birini işten çıkarmak zorunda kalmıştır. Kalan işçilerin yapmış olduğu grev sonrasında işçileri koruyamama sorumluluğunu kabul eden Başkan Kiichiro Toyoda istifa etmiş sendika ile yapılan yeni anlaşma sonrasında Taiichi Ohno'nun çalışma yöntemlerinin temel

üretim normunu oluşturacağı ve yapılacak süreç iyileştirmeleri ile gelecekte ömür boyu istihdam ve kimsenin işten çıkarılmayacağı garanti edilmiştir (Womack ve Jones, 1996).

Toyota Üretim Sistemi, 1973'teki petrol krizi sonrasında birçok Japon firması tarafından benimsenmiştir. Sistemin ana amacı bir firmada gizli kalmış çeşitli tipteki israfın iyileştirme faaliyetleri ile arındırılmasıdır (Monden, 1998).

“Yalın” kavramı için;

*Fabrikadaki insan eforunu yarıya indirme,

* Üretim alanını yarıya indirme,

*Araç-gereçlerdeki yatırımı yarıya indirme,

*Yeni bir ürünü yarı sürede geliştirmek için mühendislik sürelerini yarıya indirme şeklinde bahsedilmektedir.

Bu “yarıya indirme” hedefleri her başarıldığında, yalın düşünce işletmesi tekrar yarıya indirme sürecine girmektedir. Bu inanış, her zaman kurtulmak gereken daha fazla israfı bulmayı sağlayarak yalın olmaya yol göstermektedir (Black, 2008).

Yalın üretim; yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların, en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır (Yüksel, 2000).

Yalın üretim, “en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine bire bir uyacak, yanıt verebilecek şekilde, israfsız ya da en az israfı ve tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerinin tümünden yararlanıp nasıl gerçekleştiririz?” arayışının bir sonucudur.

Rohania ve Zahraea (2015)'e göre yalın üretim, Japonyada geliştirilen bir iş stratejisidir. Yalın üretimin ana rolü israfları belirlemek ve ortadan kaldırmaktır. Yalın üretim sistemini şirketlerin uygulaması rekabet güçlerini koruması israfların

azaltılması, üretim sistemlerinin verimliliklerinin ve kalitelerinin artırılmasını sağlayarak rekabet gücünü iyileştirmektedir.

Yalın üretim Ohno, (1996) tarafından tanımlanmış olan, prosesteki 7 israfı azaltmaya çalışır:

1. Taşıma (malzemeleri/ürünleri bir yerden başka bir yere götürme)
2. Stok (işlenmiş malzeme / ürünün beklemesi)
3. Gereksiz hareket (düşük ergonomik koşullarda fazladan hareket yapılması)
4. Bekleme (duruşlar, eksiklikler, onaylamalar yüzünden)
5. Fazla üretim (gereğinden fazla üretim)
6. Fazla işleme (müşterinin ödemek istediğinden fazla değer ekleme)
7. Hatalar/Yeniden işlemler (hataları düzeltme)

Diğer bir ıskarta türü ise Melton, (2005) tarafından İnsanlar (Yanlış yerde kullanılması / iş kazaları dolayısıyla yaralanması / çalışanların fikirlerinin önemsenmemesi) olarak ifade edilmiştir.

İsraf Fujio Cho tarafından “Ürüne değer eklemek için tamamıyla gerekli olan minimum miktarda donanım, malzeme, parça, alan ve işgücü zamanı dışında kalan her şey” olarak ifade edilmiş, Henry Ford (1920) ise “Eğer herhangi bir şey değer eklemiyorsa; o, israftır” tanımını yapmıştır (Birgün, 2015).

2.1. Değer

Yalın üretimin kritik başlangıç noktası değerdir. Ve değer ancak nihai müşteri tarafından tanımlanabilir bir kavramdır. Değer üretici tarafından yaratılır ve üreticinin var olmasının nedenidir. Değer müşteri ihtiyaçlarını belli bir zamanda belirli bir fiyattan karşılayan mal, hizmet veya ikisinin bileşimi olarak ifade edilmektedir (Kulaç, 2003).

Üretim ve hizmet sektörlerinde değer akışları *Değer katan faaliyetler, *Değer katmayan faaliyetler ve *Değer katmayan fakat yapılması zorunlu faaliyetler olarak üç şekilde ifade edilir.

2.1.1.Değer Katan Faaliyetler

Değer katan işler ana malzemenin ortaya çıkmasında yapılan işlerdir. Hammadde işçilik gibi maliyetlerin büyük kısmını oluştururlar. Örneğin tuğla üretiminde şekillendirme ünitesi değer katan bir iştir. Çünkü müşteri talep ettiği ölçülerde üretimi yapılacak olan tuğla için para öder. Kısaca müşterinin istediği yönde dönüşümü sağlayan faaliyetlerdir.

2.1.2. Değer Katmayan Faaliyetler

Değer katmayan faaliyetler müşterinin para ödemediği fakat üretim sırasında yapılabilen katma değeri olmayan faaliyetler olarak tanımlanır. Değer katmayan faaliyetlere bekleme, sıralama, sayma, hata, tamir gibi faaliyetler örnek verilebilir.

2.1.3.Değer Katmayan Fakat Yapılması Zorunlu Faaliyetler

Müşteri açısından bir anlam ifade etmeyen fakat üretim yapılabilmesi zorunlu olan faaliyetlerdir. Kalıp bağlama, ayar gibi faaliyetler yapılması zorunlu fakat ürün için değer katmayan faaliyetlerdir.

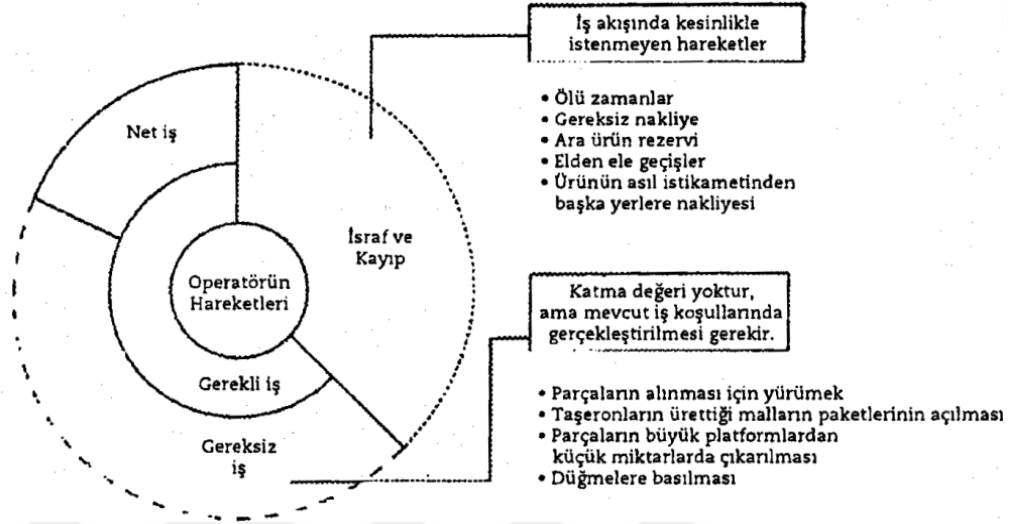
2.2. Değer Akışı

Değer akışı, belirli bir ürünü tasarlamak, sipariş etmek, temin etmek için fikirden uygulamaya, sipariştten teslimata ve hammaddeden bitmiş ürüne kadar gerekli olan müşterinin elindeki belirli faaliyetlerdir (Black, 2008).

Firmalar değer akış sürelerinde israfa neden olan hareketleri görebilirler. Yapılan araştırmalarda işletme süreçlerinde her üretim basamağında birçok israfın yapıldığı ortaya konulmuştur.

Taiichi Ohno (1996) tarafından belirlenen üretim fazlası, ölü zamanlar, gereksiz nakliye, bakım işlemleri, gereksiz ve uygun olmayan işler, stok fazlası,

gereksiz hareketler ve hatalı parça üretimi israfları görülmesi zor yedi israf olarak tanımlanmaktadır. Şekil 2.1’de üretimdeki faaliyetlerde yer alan israflar sunulmuştur .



Şekil 2.1. Üretim faaliyetleri (Ohno, 1996).

2.2.1.İsraf Çeşitleri

Üretim prosesinde meydana gelen israf çeşitleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

Fazla Üretim İsrافی: Bu en kötü israf türüdür. Fazla yapılan üretim işletme içinde envanter miktarının artmasına neden olur. Fazla yapılan üretim sistem içersinde yarı mamullerin yığılmasına ve üretim planının aksamasına neden olur. Fazla üretim diğer problemleri örter.

Bekleme Zamanı İsrافی: Parça eksikliği nedeni ile duruş yapan makinelerin çalışmaması ile üretim ve işçilik kayıplarına neden olmaktadır. Boşta kalan operatör makinelerin çalışmasını seyretmesi ile bekleme israfını oluşturur.

Taşıma İsrافی: Uzun taşıma mesafelerinin olması ile hammadde, yarı mamul, kalıp değişimi için ön hazırlıkta taşınan vb. gibi malzemelerin üretim alanlarına taşınması faaliyetleridir. Taşıma israfları zaman kaybı ve maliyet kaybı olarak işletmeye geri dönmektedir.

İşlem israfı: Gereksiz üretim prosesi sebebiyle gerçekleşen israflardır.

Envanter israfı: Gereksiz envanter problemleri yaratır veya örter. Gereksiz yere yapılan geçici stoklamalar o alanda envanter oluşumuna sebep olurken aynı zamanda gereksiz taşıma israflarının ortaya çıkmasına neden olurlar.

Hareket İsrافی: Çalışanların araç ve gereçlerini düzenli olarak kullanmamasından kaynaklanan problemler örnek verilebilir. Araç ve gereçlerin yerlerinde bulunmaması, gelişi güzel konulması sonrasında işçinin veya operatörün yaptığı iş için araç ve gereçlerini yerinde bulamaması ve ararken kaybedilen zamanlardır.

Hatalı Üretim İsrافی: Çözüm ilk seferinde doğru ürünü yapmak olmalıdır. Fakat birçok işletme ıskarta oranları belirli oranlara kadar normal olarak kabul etmekte ve meydana gelen zararın büyüklüğünü görememektedir. İşletmelerde yapılan hatalı ürünler üretim sırasında tespit edilerek önlenmediği takdirde geri dönüşüm için işlem israfı, taşıma israfı, envanter israfı, hareket israfı gibi birçok israfın oluşmasına neden olmaktadır. Bu yüzden hataların kaynağında tespit edilerek üretimi yapılacak olan hatalı ürünün oluşmasına engel olmak gerekmektedir.

Yalın düşünce, sadece Muda diye adlandırılan tek tip bir israfın ortadan kaldırılmasına odaklanmamaktadır. Genellikle insanlar yalının hedefini Mudanın (İsrafın) ortadan kaldırılması olarak tanımlamaktadır. 3M (Muda, Mura, Muri) ortadan kaldırılması gereken israf içeren uygulamaları ifade eden üç terimdir. En basit anlatımla; bir işin yapılması için beş kişi yetecekse ve o işi altı kişi yapıyorsa Muda (israf) vardır. İş dört kişi ile yapılıyorsa aşırı iş yükü oluşur, bu durumda Muri vardır. Mura ise, düzensiz iş yüküdür (Morgan ve Liker, 2006).

Muda: Müşteri için değer yaratmadan kaynakları harcayan herhangi bir eylem.

Mura: Bir operasyonda operatörlerin acele etmesine ya da beklemesine neden olan, nihai tüketici talebinden değil, üretim sistemi veya düzgün olmayan çalışma hızından kaynaklanan sürekli değişen üretim planı.

Muri: Ekipman ve operatörlerin, doğru bir işgücü yönetiminin ve ekipman tasarımının izin verdiği kadar fazla kuvvet ve emekle, daha uzun bir zaman dilimi için, daha zorlu veya daha yüksek bir performans ile çalışmalarını isteyerek aşırı yüklenme.

Yukarıda verilen israflar azaltılabildiği zaman işletmelerde önemli derecede iyileştirme yapılmış olacaktır. Bu iyileştirmeler sonrasında performans artışı ve üretim maliyetlerinde önemli azalmalar olacaktır.

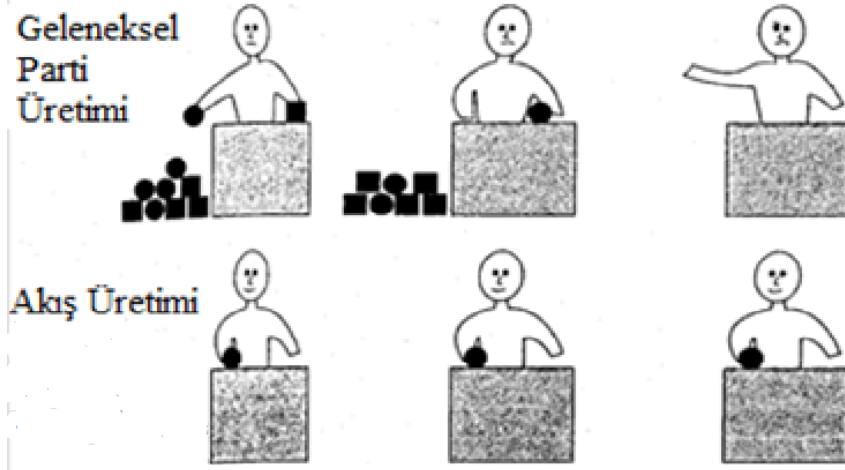
2.3.Akış

Akış değerlerin, başka deyişle ürünlerin fabrika içinde üretim proseslerindeki hareketini temsil eder. Ama üretim içinde dar boğazlar varsa akışı engeller. Bu dar boğazı oluşturan başka deyişle akış içinde bulunan üniteler arasında (makine, fırın vb) önlerinde yığılmaya neden olur. Bu yığılmalar üretim üniteleri arasında ara stokların artmasına neden olurken üretimde meydana gelen hataları örter. Ürün akışı yavaşlar. Üretim hızı düşmesi ile maliyetlerin artmasına neden olur.

Akış, malzemenin üretim prosesleri boyunca ve müşteriye doğru sürekli hareketi olarak da ifade edilmektedir. Mükemmel bir akışa sahip bir operasyon yapılırsa stok, depolama alanı, taşıma ile ilişkili neredeyse tüm israflar ortadan kalkmış olabilmektedir (Allen, Robinson ve Stewart, 2001).

Yalın üretim sürecinde değeri doğru tanımlayan ve değer akışında israfa yol açan durumları ortadan kaldıran işletmeler gerçek anlamda önemli bir adım olan akış adımına geçmektedirler. Akış, israfların kaldırıldıktan sonra ürüne değer katan her aşamanın bir akış içinde olmasının sağlanmasıdır (Womack ve Jones, 2007).

Şekil 2.2’de geleneksel parti üretimi ile akış sisteminde işlenmekte olan ürün gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Geleneksel parti üretimi ve tek parça akışı üretimi (Black, 2008).

Geleneksel üretimde eşit bir iş yükü dağılımı olmadığı için ara stoklarda bekleyen malzemeler olduğu görülmektedir. Aynı işlem için akış üretiminde iş yükünün eşit dağıtılması ile iş verimliliği artarken, ara stoklarda yığılma olmayan sürekli bir akış görülmektedir.

2.4. Yalın Yönetim ve Organizasyon

Bu kavramda temel olarak; müşterilerin istediği kalite ve standartlara (genel olarak pazar koşullarına) daha çabuk cevap verebilmek için, organizasyon yapısı basitleştirilmeli, gereksiz ve katma değer yaratmayan faaliyet ve mevkiler elimine edilmeli ve işi yapan ile karar veren mümkün olduğu kadar birbirine yaklaştırılmalıdır. İşletmelere maksimum faydayı sağlayacak yalınlaşma;

- İş süreçlerinin yalınlaşması
- Üretim tesislerinin yalınlaşması
- Hizmet sunum noktalarının yalınlaşması
- İşlemlerin yalınlaşması
- Stokların yalınlaşması

gibi adımlarla ortaya çıkacaktır (Aydın, 2009).

Yalın işletmeler yönetimde temel ilkelere önem vermek zorundadır. Değişen şartlara hızla uyum sağlama özelliğine göre, müşteri odaklı yapılanma sağlanmalıdır. Çalışanların kararlara katılımına dayalı, basit ve görsel bir yapı kurulmalıdır. Sürekli gelişme ve bu çerçevede sürekli eğitim uygulanmalıdır. Esnek uzmanlaşma sistemi kurulmalıdır. Denetim, ağırlıklı olarak otokontrol ile sağlanmalıdır. Yalın yönetim, yalın organizasyonun hayata geçirilmesi ile işletilebilir. Yalın organizasyonda ise her sistemin iyi tarafları bir araya getirilerek her büyüklükte üretim miktarı, düşük maliyet, daha az yerde, daha kısa zamanda, çok alanda uzmanlaşmış yüksek morale sahip personel ile yüksek kaliteli mal ve hizmet üretimi söz konusudur. Amaç; daha az girdi ile daha az zamanda daha düşük maliyetle ve daha yüksek kaliteli mal ve hizmet üretmektir. Yalın organizasyon işletmelerin elindeki kaynakları en etkili biçimde kullanmayı sağlar (Aydın, 2009).

Yalın üretim ve teknikleri incelendiğinde bu üretim sisteminin işletmelerdeki tüm çalışanların tam katılımına ve emeğine ihtiyaç duyan bir sistem olduğu açıkça görülmektedir. İşletmede en tepeden en alt seviyedeki çalışana kadar herkesin bu sistemi benimsemesi ve sahiplenmesi süreklilik açısından oldukça önemlidir. Çalışanların işlerini sahiplenmeleri çeşitli şekilde desteklenmeleri ile sağlanmıştır.

Yalın üretimde emeğe saygı önemli bir konudur. Çalışanlara hak ettikleri karşılığı hak ettikleri ölçüde verme anlayışı mevcuttur. Toyota'da özellikle, ömür boyu istihdam ve kademeli olarak kazanılan kıdemlilik ile prim ödeme konuları garanti edilmiştir. Kitle üretiminde değişken maliyet olarak algılanan işgücü yalın üretimde sabit maliyet durumundadır. Eskiyen bir makine amorti edilebilir ya da hurdaya ayrılabilirken Toyota'da kırk yıl üzerinde çalışmış bir insan, yeteneklerini sürekli geliştirmek ve kendi kas gücü kadar tecrübe ve bilgisinden faydalanmak adına işgücü olarak daha da önemli bir sabit maliyet anlamına gelmektedir. Ayrıca, belirli aralıklarla çalışanların çeşitli konularda kredi almaya hak kazanabilmesi, sağlık problemleri için firma hastanesinden yararlanabilmesi gibi birçok konuda desteklenmektedir (Aksu, 2013).

Toyota insan sistemi'nin merkezinde, insanların gelişimi, yetenekli insanların dikkatini çekme, onları çalıştırma ve yalın kültürün bir parçası olmaya ikna yatar. Sonuçta insanların sürekli gelişimi, onların gerçek bir eğitim sürecinden geçmesinin

bir ispatıdır. Yalın üretim sisteminde tüm seviyelerde takımı birleştiren uygulamalar ve yetenekleri garantileyen pek çok organizasyonel destek ve liderlik süreçleri bulunmaktadır (Meier, 2005).

İnsan değer sisteminin akış diyagramına göre; öncelikli amaç; potansiyel çalışanları çekmek, en uygunlarını seçmek ve onları Toyota'nın yoluna sevk etmektir. Bir sonraki adım çalışanları iş kurallarına alıştırmak ve işi yaparken gelişimlerini sağlamaktır. İşte ustalık arttıkça kişisel olarak da takım halinde de inisiyatif alma oranı artmaktadır. Dördüncü adım kariyer gelişimine odaklanmak, mevcut başarıları toplum ve aile ile paylaşmak ve genişleyen bir görüş açısına sahip olmaktır. Planlanan bu gelişim işlemi tüm açılardan sürekli gelişime inanan bir organizasyon yapısıyla desteklenmelidir (Meier, 2006).

“İyi bir şirket “ olarak tanımlanmak, bu şirkette birçok iyi eleman bulunması demektir. İyi elemandan kastedilen disiplinli ve yaratıcı elemanlardır. İyi eleman yetiştirmek, uzun vadede şirketi kusursuzlaştırmanın en kestirme yoludur. Yalın üretimde her çalışan, organizasyonu bir bütün olarak görür ve herkesle yardımlaşma yeteneğine ve inisiyatifine sahiptir. Lider yokken de o bölüm iyi çalışıyorsa, demek ki lider ekibini eğitime konusunda çok iyi çalışmıştır (Aydın, 2009).

bilgiler taşıyan kartlar kullanılır. Genel anlamda kanban üzerinde yer alan bilgiler aşağıdaki gibi sıralanabilir (Yalçınkaya, 2009).

1. Kullanıldığı yer (Stok orijin noktası, tüketim noktası, taşıma yolu)
2. Parça numarası
3. Parça adı
4. Parça tanımı
5. Kanban numarası (Kanban tanımlama numarası)
6. Parça sayısı / Kanban (Ana parçanın her birimi için bu kanban tarafından siparişi açılan parça miktarı)
7. Kanbanın düzenli olarak konulduğu kutunun tanımlayıcı kod numarası veya ismi
8. Kanbanın teslim edileceği iş istasyonunun yeri (Kod numarası veya tanımı)

Kanban kavramı Taiichi Ohno'nun ABD'deki süpermarket sisteminin etkinliğini üretime uygulaması ile doğmuştur. Ohno'nun, montaj hattının parçaları kullanıp yerine yenilerinin talep ettiğini bildirmesinin bir yolunu araması sonucunda ortaya çıkmıştır. "Kanban" işaret, işaret levhası, poster, kart gibi anlamlara gelir. Bir fabrika ortamında ise parça numarasının, parça miktarının, nereden geldiğini, nereye teslim edileceğini vb. bilgileri gösteren karttır (Suzaki, 2005).

Kanban sistemi, malzemenin akışını ve üretimini yönetme ve güvence altına almaya yönelik bir sistemdir. Kanban oldukça dikkat çekici, basit, etkili ve hayli görseldir. Kanban 1950'de Toyota Honsha fabrikasında uygulanmaya başlanmış ve zamanla gelişmiştir. 1962'de tüm Toyota fabrikalarında ve tedarikçilerinde uygulamaya geçilmiştir (Monden, 1998).

Son montaj istasyonu, üretim çizelgesini aldıktan sonra gereken parçaları, gerekli zaman ve miktarlarda, bunları üreten iş merkezleri ve alt montaj istasyonlarından çekmek üzere harekete geçer. Bir iş istasyonu, parça gerekli olduğu zaman, bu parçayı sağlayan bir önceki istasyonun ilgili kutusuna (container) bir kanban kartı koyar. Üretim hattı içindeki iş merkezleri veya alt montaj istasyonları ise, üretimlerini sadece kanban mevcut olduğu zaman yaparlar. Sistemin belirleyici özelliği, iki istasyon arasındaki kutu sayısı (dolayısıyla kanban sayısı) olmaktadır (Durmuşoğlu, 2008).

3.2.1.Kanban Çeşitleri

Çekme ve Taşıma Kanbanı: Çekme kanbanı, önceki hücrenin (müşteri hücre) sonraki hücreden (tedarikçi hücre) çekmesi gereken ürünün çeşidi ve kalitesini, bir sonraki istasyonun, bir önceki istasyondan çekmek istediği parça cinsi ve miktarını belirleyen ve parça / malzeme çekmek amacı ile kullanılan kanban çeşididir.

Çekme kanbanı üretim hücreleri arasında hareket eder. İki hücre arasında bilgi akışını sağlayarak, sonraki proses tarafından ihtiyaç duyulan parçaların, istenilen miktar ve doğru zamanda önceki prosesten teminini sağlar. Çekme kanbanı, bu yönüyle, tüketimle tetiklenen bir tedarik aracı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çekme sadece ihtiyaç olduğu zaman ürün veya hizmet sağlayan bir tekniktir. Tam zamanında üretim felsefesiyle aynı anlamlıdır. Değer akışındaki bir süreç kendinden önce gelen prosesten yarı mamul, hammadde veya ürünü çekme yapar. Çekme sistemlerinde kanban kartları kullanılır. Amaç; üretim içi ve depo stok seviyelerini sıfır düzeyinde tutmak ve ihtiyaç duyulan hammaddenin ya da malzemenin tam zamanında istenildiği yerde olmasını sağlamaktır. Diğer bir deyişle ürünü müşteriye itmek yerine müşterinin ürünü ihtiyaç duydukça üreticiden çekmesidir (Womack ve Jones, 2007). Çekme kanbanı örneği Şekil 3.2’de verilmiştir.

Depo Raf No:	5E215	Parça Sırt No:	A2-15	Önceki Proses							
Parça No.	35670507			Dövme B-2							
Parça Adı:	Hareket Pinyonu										
Araba Tipi:	5K50BC			Sonraki Proses							
<table border="1"><tr><td>Kap Kapasite</td><td>Kap Tipi</td><td>Baskı No.</td></tr><tr><td>20</td><td>B</td><td>4/8</td></tr></table>				Kap Kapasite	Kap Tipi	Baskı No.	20	B	4/8	İşleme M-6	
Kap Kapasite	Kap Tipi	Baskı No.									
20	B	4/8									

Şekil 3.2. Çekme kanbanı görüntüsü (Durmuşoğlu, 1997).

Ana montaj hatları ve iş istasyonları, girdi ve çıktı olmak üzere iki tip stok alanına sahiptirler. Girdi stok alanları, iş istasyonlarınca, kendi üretim süreçlerinde

işlenmek üzere, standart kaplarda tedarik edilen ham madde, parça bileşeni ve/veya yarı mamullerin depolandığı alanlardır. Çıktı stok alanları ise, iş istasyonlarının üretilen parçaların depolandığı alanlar olarak üretim ortamında bulunmaktadır. Eğer parça bizzat firmanın kendisi tarafından üretiliyorsa, girdi stok alanındaki her kapa iliştilmiş bir çekme kanbanı bulunur. Bir kaptan tüketim başladığında, parçayı kullanan hücre çekme kanbanını kaptan ayırarak, tüketilen parçanın ikmal ile sorumlu hücreye iletir. Parçanın ikmal ile sorumlu hücre, çıktı stok alanında standart kaplarda üretimi tamamlanmış parçalara sahiptir. Kullanıcı, alınan kaba bir çekme kanbanı ekler ve kap ile çekme kanbanını söz konusu parçanın tüketimini gerçekleştiren montaj hattının ya da hücrenin girdi stok alanına transfer eder.

Üretim Kanbanı: İkmal ile sorumlu hücre, çıktı stok alanında üretimi tamamlanan, standart kaplar halinde depolanmış parça stokuna sahiptir. Bu kaplardan her birine iliştilmiş üretim kanbanları vardır. Ana montaj hattı ya da iş istasyonu parça tedarikini gerçekleştirmek üzere çekme kanbanı getirdiğinde, kap üzerindeki üretim kanbanı kaptan ayrılarak, söz konusu parçanın ikmal ile sorumlu hücreye verilir. Bu şekilde, çıktı stok alanında tüketilen parçanın ikmalini sağlamak üzere üretim tetiklenir. Tedarikçi hücre, üretim kanbanında belirtilen miktarda üretim yaptıktan sonra, standart kaba üretim kanbanını ekleyerek ikisini çıktı stok alanına transfer eder (Durmuşoğlu, 1997).

Depo Raf No: E2618	Parça Sırt No: A5-34	Proses
Parça No: 56790-321		İşleme 5B-8
Parça Adı: Krank Mili		
Araba Tipi: 5K50BL-150		

Şekil 3.3. Üretim kanbanı görüntüsü (Durmuşoğlu, 1997).

Üretim kanbanı yalnızca tedarikçi hücre ile onun çıktı stok alanı arasında hareket eder. Üretim kanbanı çıktı stok alanı ile tedarikçi hücre arasındaki bilgi akışını sağlayarak parça ikmalini gerçekleştirir.

Tedarikçi Kanbanı: Tedarikçi kanbanı, tedarikçilerden satın alınan parçaların ikmalini gerçekleştirmek üzere kullanılan bir kanban çeşididir. Tedarikçi kanbanı, çekme kanbanına benzer şekilde, (satın alınan parçalar için) ana montaj hattı ya da iş istasyonunun girdi stok alanındaki kaplara iştirilmiş halde bulunur. Kapta tüketim başladığında, kullanıcı tedarikçi kanbanını kaptan ayırarak, parçanın ikmal ile sorumlu tedarikçiye ulaştırır. Tedarikçi, tedarikçi kanbanındaki bilgiler doğrultusunda, parça ikmalini gerçekleştirir ve tedarikçi kanbanını kaba iştirerek, kabın müşteri prosesin girdi stok alanına teslimini sağlar. Tedarikçi kanbanı, müşteri firma ile tedarikçi arasında bilgi akışını sağlayarak, satın alınan parçaların tedarik sürecini gerçekleştirir. Tedarik süreci, tüketim ile tetiklenir ve bu süreç, tüketilen parçanın müşteri prosesin girdi stok alanına teslimi ile son bulur.

Sinyal Kanban: Üretimle ilgili problemleri bir önceki istasyondan belirlemek ve diğer işlemleri uyarmak için kullanılan kanbandır. Büyük miktarlarda üretim emrini, daha önceki pres ve kalıplama makineleri gibi partiler halinde üretim yapan proseslere taşımak için kullanılır (Smalley, 2004).

3.2.2.Kanban Kuralları

Kanban kuralları aşağıdaki gibi açıklanabilir (Durmuşoğlu, 1997).

1. Sonraki proses, gerekli zamanda, gerekli miktarda ürünleri önceki procesten çekmelidir. Kanban olmadan herhangi bir çekme yapılmamalıdır. Kanban sayısından daha fazla hiçbir çekme yapılmamalıdır. Kanban, daima fiziksel bir ürüne iştirilmiş olmalıdır.

2. Önceki proses, ürünlerini sonraki prosesin çektiği miktarda üretmelidir. Kanban sayısından daha fazla üretim yapılmasına engel olunmalıdır. Önceki proceste çeşitli parçalar üretilecekse bu üretimler, her bir çeşide ait Kanban'ın orijinal teslim edilme sıralarını takip etmelidir. Üretim parti miktarının yeniden sipariş noktasına eşit olması durumunda Çekme Kanbanı önceki procesta alınır alınmaz üretim başlatılmalıdır.

3. Kusurlu ürünler sonraki proseslere kesinlikle taşınmamalıdır. Envanter tutulmadığı için, kusurlu ürün ortaya çıktığında sonraki proses üretimi durdurur ve

kusurlu ürünü önceki prosese geri gönderir. İşlerin standartlaşması kusurlu ürünleri önler.

4. Kanbanların sayısı minimize edilmelidir.

5. Kanban, sadece talepteki düzensiz değişimlere uyarlanarak kullanılmalıdır. Kanban sisteminin ani ve büyük talep değişimlerine karşı uyarlanabilirliği yoktur.

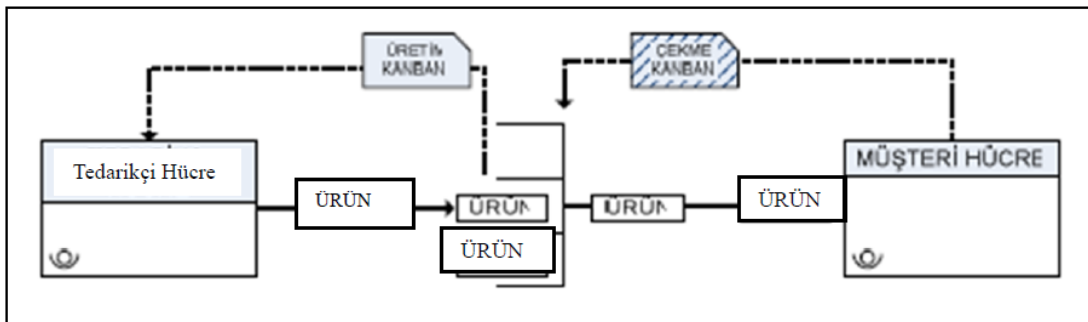
3.2.3. Kanban Sistemleri

Kanban sistemleri aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

3.2.3.1. Kanban Çekme Sistemi

Yalın üretimde kanban, bilginin kontrol edilmesi ve prosesler arası malzeme taşımanın düzenlenmesi için kullanılan özel bir araçtır. Kanbanlar kullanıldıkları yere veya amaca göre isimlendirilirler. Temel olarak iki çeşit kanban vardır: Çekme kanbanı (ÇK) ve üretim kanbanı (ÜK).

ÇK önceki hücrenin sonraki hücreden çekmesi gereken ürünün çeşidini ve kalitesini; ÜK ise bulunduğu hücrenin üretmesi gereken ürünün çeşit ve miktarını belirler. ÇK hücreler arasında hareket ederken, ÜK yalnız kendi hücrelerinde hareket edebilir. Bu iki kanbanın birlikte çalıştığı sistemlere “süper market çekme sistemi” de denir. Sistemin çalışma şekli Şekil 3.4' de gösterilmiştir (Yalçınkaya, 2009).



Şekil 3.4. Süpermarket çekme sistemi (Yalçınkaya, 2009).

Başlama noktası müşteri hücrenin stok alanıdır. ÇK buradaki X parçaları ile dolu olan kaptan alınarak ÇK toplama kutusuna konur. Eğer ÜK toplama kutusunda X

parçalarına ait bir ÜK mevcut ise bu kart müşteri hücrenin kap içindeki X parçalarını imal etmesi gerektiğini gösterir (Yalçinkaya, 2009).

İkinci adım, müşteri hücrede boş kap varsa X parçasına ait ÇK buraya konularak tedarikçi hücrenin stok alanına geri gönderilir. Çekme kanbanı kaptan ayrılır. Üçüncü adım ise, tedarikçi hücrede X' e ait dolu kap varsa ÇK buna konular ve X ile dolu kap müşteri hücrenin stok alanına geri gönderilir. Dolu kap gönderilmeden önce ÜK üzerinden alınır ve ÜK toplama kutusuna konular, eğer X ile dolu bir kap yoksa kap ile birlikte kanban tedarikçi hücrede yeni bir kap üretilene kadar bekler. Dördüncü Adım, tedarikçi hücredeki toplama kutusunda X' e ait bir ÜK varsa ve bu hücrede bir önceki hücreden buraya gelmiş bir kap varsa bu ÜK X parçalarına ait yeni bir kap üretilmesine işaret eder. X' e ait kap imal edildikten sonra, ÜK' lı kap tedarikçi hücrenin stok alanında yer alır (Birgün, 2004).

Bu iki çeşit kanbanın böyle bir zinciri önceki hücrelerde de sürekli oluşturulmaktadır. Kanbanların oluşturduğu zincirin her hücre için hat dengelemeyi gerçekleştirmeye yardım ettiği görülmektedir. Böylece hattın ucundan en uzun çevrim süresine göre çıktı elde edilmektedir (Birgün, 2004).

Süpermarket, bir prosesin, ardındaki prosesleri beslemek için kullanıldığı önceden miktarı bilinen, tek ya da birçok çeşitli ürüne sahip ara stokların bulunduğu bölgedir. Yalın üretimin kritik noktalarından olan ‘her proses bir önceki prosesin müşterisidir’ ilkesi gereğince aynı süpermarkette müşterilerin bir ürünü reyondan aldıktan sonra marketteki yetkililerin o rafı doldurması gibi; üretimdeki süpermarketten sonraki proses ürün çektiği anda öncesindeki prosesin bu çekilen ürünü üretmesi gerekmektedir. Süpermarket, üretimi tetikleyip, müşteri isteklerine göre üretim miktarını belirlemeye yarar. Bu tetikleme işlemi kanban kartları ile gerçekleştirilir. Süpermarketler ürün çeşitliliği veya kurulum bölgelerinde ve çevrim sürelerinin farklı olduğu prosesler arasında, sürekli akışın olmadığı yerlerde stok miktarının belirli bir seviyede tutulması için kullanılır. Takt zamanından farklı daha hızlı üretim yapan proses süpermarkete üretim yapar. Çevrim süreleri eşit olan yerlerde ise tek parça akış (Bir üret bir ilet !) daha uygundur. Süpermarketler yalın düşüncenin çekme esasına dayanan araçlardan biridir.

Değer akışı içinde sürekli akışın mümkün olmadığı ve yığın üretiminin gerekli olduğu alanlar olabilir. Bunun farklı nedenleri olabilir:

Bazı prosesler çok hızlı ya da yavaş çevrim süreleri için tasarlanabilir. Bir çok ürün ailesine hizmet etmek için model değişimine ihtiyaç vardır.

Bazı prosesler, tedarikçilerde olanlar gibi uzak olabilir ve bir defa bir parça sevk etmek gerçekçi değildir.

Bazı prosesler, diğer proseslere sürekli akış içinde doğrudan bağlanmak için çok uzun akış sürelerine sahip olabilir veya güvenilirliği çok düşük olabilir.

Bu tür prosesleri bağımsız çizelgeleme fonksiyonu ile çizelgeleme çalışması kabul edilmemelidir. Çünkü çizelge yalnızca bir sonraki prosesin neye ihtiyacı olduğunun bir tahminidir. Bunun yerine bu prosesleri müşteri proseslerine, genellikle çekme esaslı süpermarket sistemleri ile, bağlayarak üretim kontrol edilmelidir. Basitçe sürekli akışın kesildiği yere çekme sistemi kurulmalı ve akışı üst taraftaki proses yine partiler halinde çalışmalıdır (Rother ve Shook 1999).

3.3. Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik

Yalın üretimde sadece talebi olan ürünlerin üretilmesi istenilmektedir. Bu durum, üretim ile müşteri taleplerinin uyumlu olması demektir. Yalın üretimde değişken müşteri isteklerine uygun hale getirilmesi, üretim’de düzgülleştirme demektir. Üretimde düzgülleştirme (heijunka), yalın bir üretim sistemi yaratma noktasında çok kritik bir yere sahiptir. Çünkü bu araç sistemde istikrarın sağlanmasının anahtarıdır (Jones, 2006). Üretimde düzenliliğin en önemli avantajları arasında üretimin talep değişkenliğine stok tehlikesine düşmeden uyumunu sağlamasıdır (Okur, 2005).

Japocada heijunka kelimesi kabaca seviyelendirme anlamındadır. Sabit bir zaman dilimi içinde üretim tipi ve miktarını seviyelendirme olarak bilinmektedir. Heijunka parti üretimini ortadan kaldırırken üretimin müşteri taleplerine verimli olarak karşılanmasını mümkün kılar. Sonuçta stoklar, yatırım maliyetleri, iş gücü ve bütün diğer akışı boyunca üretim akış süresi asgari düzeye iner (Kulaç, 2003).

Heijunka üretimin hem hacim hem de ürün karmasıyla düzleştirilmesi demektir. Heijunka üretimi çalınca inip çıkan müşteri siparişlerinin gerçek akışına göre ayarlamaz, bir dönem içindeki toplam hacmi alır ve bunu, her gün aynı miktar ve aynı ürün karmasının yapılacağı şekilde düzleştirir. Gerçek bir tek parçalı akışta A ve B ürünlerini müşteri siparişlerinin asıl üretim sırasında imal edilebilir (Örneğin A,B,A,B,B,B,A,B,). Böyle bir üretim sırasına göre imalat yapmanın yol açtığı problem, parçaların düzensiz bir şekilde imal edilebilmesidir. Bu bakımdan, pazartesi günü siparişler Salı gününün iki katı olursa, o zaman işçilere pazartesi günü fazla mesai yaptırılacak ve salı günü eve erken gönderilecek demektir. Bunu ayarlamak için asıl müşteri talebine bakılır, hacim ve ürün karması kalıpları belirlenir ve günlük bir üretim düzeyi programı çıkarılabilir. Örneğin her beş B'ye karşılık beş A üretme durumunda ABABAB şeklinde düzgün bir üretim yapabilir. Buna düzgün üretim denir, çünkü hem üretim karıştırılmaktadır, hem de müşteri talebi farklı üretim tiplerini dağıtan ve hacmi düzleştiren öngörülebilir bir sıraya göre ayarlanmaktadır (Liker, 2005).

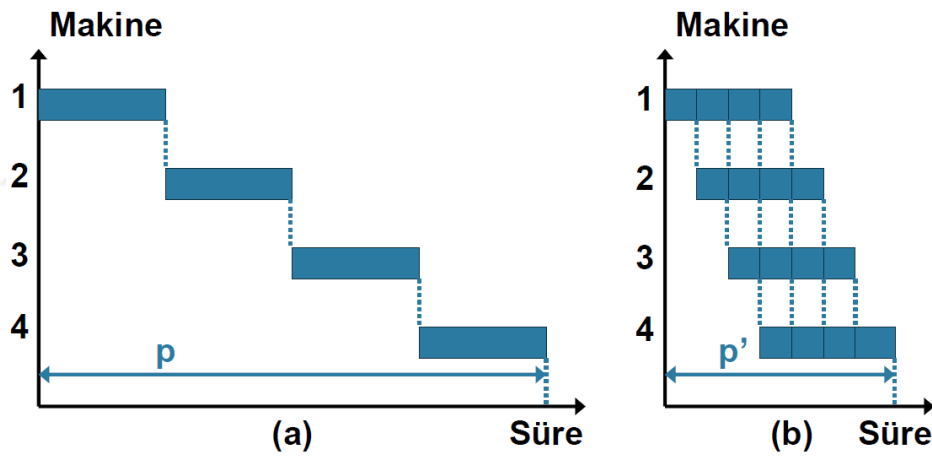
Parça miktarlarıyla ilgili olarak seviyelendirilmiş üretim konusunda, bir üreticinin alışılmış bir şekilde haftada 500 parça sipariş aldığı farz edilsin. Fakat bu siparişin 200 adet sipariş Pazartesi günü gelir, 100 adet Salı, 50 adet Çarşamba, 100 adet Perşembe ve 50 adet Cuma günü olmak üzere günlük olarak önemli bir değişkenliği mevcuttur. Üretimi seviyelendirmek için, üretici Pazartesi gününün yüksek olan talebine cevap vermek üzere sevkiyat noktasına yakın bir yere bitmiş ürünlerden tampon bir stok yerleştirebilir ve hafta boyunca 100 adetle üretimi seviyelendirebilir. Değer akışının en son noktasında bitmiş ürünlerden küçük bir stok bulundurmakla bu üretici, kendi fabrikasına ve tedarikçilerine gelen talepleri seviyelendirebilir. Böylece müşteri isteklerini karşılarken bütün değer akışı boyunca kaynakların kullanımı daha verimli hale gelebilir.

Üretim söz konusu olduğu zaman gelen siparişlere ve müşteri isteklerine bağlı olarak her zaman bir belirsizlik vardır. Bu belirsizliğin üretim yöneticilerini çoğu zaman zor durumda bıraktığı, karmaşık durumların oluşmasına neden olduğu bilinmektedir. Özellikle talep değişikliğine uyum sağlanırken kitle üretimi yapan işletmelerde büyük problemlere neden olmaktadır. Bu yüzden işletmelerde yalnız

üretim uygulamaları kullanıldığı zaman karışık yükleme tekniği kullanılmaktadır (Aksu, 2013).

Geleneksel olarak üretim yapan işletmelerde yöneticiler daha çok makinelerin ve işçilerin boş kalmaması için büyük partiler halinde üretim yapılmasının daha iyi olduğunu düşünürler. Oysaki büyük partilerle yapılan üretimlerde stok miktarlarında artışa neden olacaktır. Küçük partilerle üretim yapıldığı zaman stoklar azalırken temin süresinde de azalama sağlanacaktır. Ayrıca düşük partilerle üretim yapılarak ürün çeşitlerinin talep bileşimindeki paylarını yansıtacak frekansta üretilmesi de sağlanmış olur (Durmuşoğlu, 1997).

Şekil 3.5.'de verilen örnekte 4 makine büyük parti ile yapılan üretim temin süresi ile küçük partiler halinde üretimi yapılan ürünün temin süreleri ($p > p'$) olduğu görülmektedir.



Şekil 3.5. Temin süresi a) Büyük parti için, b) Küçük parti için, (Durmuşoğlu, 1997).

Üretimin dengelenmesi ve karışık yüklemenin en önemli işlevi talep değişikliğine çok daha iyi yanıt verilmesini sağlamaktır. Ayrıca aynı hatta birden fazla modelin üretiliyor/monte ediliyor olması, gereken toplam hat sayısını ve buna bağlı olarak fabrika alanını azaltır. Bir üçüncü işlevi ise ürünlerin müşterilere istenilen sipariş bileşimine erişildikten hemen sonra sevk edilebilmesini sağlayarak üreticileri gereksiz stok alanı bulundurma zorunluluğundan kurtarmaktır (Seçkin, 2007).

3.4. Tek Parça Akışı

Tek parça akışı, Toyota'nın ünlü mühendisi Taiichi Ohno'nun ortaya attığı bir kavramdır. Ohno, Ford üretim sistemini incelerken, sistemin en etkin ve yararlanılabilecek ögesinin son montaj hattı olduğuna karar verir. Bilindiğı üzere, son montaj hattında, arabalar bir süreçten diğesine, hat yanı yedek araba stoku olmaksızın, ilk süreçte yapılması gereken işler tamamlanır tamamlanmaz, yani beklemeden ve her zaman birer adet halinde aktarılmaktadır. Ohno, günümüzde dahi çoğu üreticide sadece son montaj hattında kullanılan bu sistemin, tüm fabrika içinde ve atölyelerin kendi içlerinde de uygulanabileceğini, böylece stok olayının tümüyle elimine edilebileceğini fark eder. Bu sayede Ohno, tek parça akışının önce bir kavram, sonra ise bir gerçeklik halinde ortaya çıkmasını sağlamıştır (Okur, 1997).

Yalın üretim felsefesine göre bir gün içersinde üretilebilecek ürünlerin tüm parçalarının bir gün içinde üretimi yapılarak tek parça akışının sağlanması ve stok tutulmasının önüne geçilmektedir. Bu hedefin gerçekleştirilebilmesi için üretimde tüm bölümlerinde kanban ve üretimde düzenlilik sağlanarak küçük partilerle üretimin yapılması ile performansın artması, üretim zamanlarının kısa olması, üretim hattında ara stokların oluşmaması ile üretimdeki beklemelemlerin olmaması, üretimde vakit kaybedilmemesi gibi iyileştirmeler sağlanmaktadır.

İşletmede olan parçaların yardımcı parçaların, beklemesi demek yalın üretimde değer katmayan faaliyetleri oluşturur. Bu değer katmayan faaliyetlerin önlenmesi için parçaların işlem görme sıralarına göre makinelerin dizilimlerinin sağlanması ara stoklarda olan beklemelemleri önleyecektir. Aynı zamanda makinelerin işlem sıraları düzenli bir akışı sağlayacak ve üretim performansını artıracaktır. Bu yerleşim tipine “süreç-bazlı yerleşim” ya da “süreç bazlı hat” (process-based layout) ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarılmalarına ise “tek parça akışı” (one pieceflow) denilmektedir (Okur, 2005).

Tek parça akışı ile üretim yapan sistemlerin dezavantajı ise sıralamada bulunan makinelerden bir tanesinin arızalanması ile bütün sistemin durmasıdır.

Burada temel amaç, üretimin tamamını büyük bir son montaj hattına dönüştürmeye çalışmaktır. Böylelikle süreçler ve makineler arasındaki ürünlerin sayısını azaltmak ve bekleme sürelerinin önüne geçmek amaçlanır. Her türlü üretim sisteminde makineler arasında geçen bekleme süreleri üzerinde çalışmalar yapılarak bu süreler asgari seviyeye indirilebilir. Böylelikle sistemler tek parça akışına ne kadar yaklaşabilirse üretim sürelerinde de o denli azalmalar meydana gelmesi kaçınılmaz olacaktır. Bu durum da üretimde esnekliği sağlaması gereken sipariş göre üretim yapan firmalar için oldukça önemli bir kazançtır.

3.5. Tek Haneli Dakikalarda Kalıp Değiştirme

Otomobil üretimi dahil olmak üzere bir çok sektörde şekillendirme işlemleri presleme yapılarak gerçekleştirilmektedir. Otomobil ve diğer sektörler olsun farklı geometrik şekillerine sahip olan parçalar preslerde kalıp değiştirilerek gerçekleştirilmektedir. Kalıp değiştirme işlemleri birçok işletmede dakikalar hatta 4-5 saat gibi uzun zaman alabilmektedir. Kalıp değişiminde bu uzun süreler yöneticiler tarafından normal bir zaman kaybı olarak görülse de üretimin durması ve işçilik kayıplarına neden olmaktadır. Başta Toyota olmak üzere birçok şirkete danışmanlık yapmış olan Shigeo Shingo, daha 1950'lerde stoksuz üretim için "olmazsa olmaz" birinci koşulun preslerin kalıp değiştirme sürelerinin kısaltılması olduğunu görmüş ve geliştirdiği tekniklerle kalıp değişim sürelerinde çok kısa bir zaman dilimine indirmeyi başarmıştır (Monden, 1998). Böylece herhangi bir makine, bir parçadan değişik başka bir parçaya birkaç dakika, hatta 1 dakikanın altında geçebilecek duruma gelmiş, makineler inanılmaz bir esneklik kazanarak, birer "stok üreticisi" olmaktan çıkmışlardır (Demirkır, 2006).

Shingo'nun SMED (Single Minute Exchange Of Die, Tek Dakikalık Kalıp Değişimi) olarak ortaya attığı sistem makine odaklı bir uygulama olarak görünse dahi, altında yatan temel felsefeye bakıldığında, makineler harici sistem elemanları üzerinde de uygulanabilecek bir ilkeler bütünüdür (Yılmaz, 2012).

SMED tekniği ile şekillendirme işleminde ana ilke yalın üretimin diğer tekniklerinde belirtildiği gibi zaman kayıplarından yani gereksiz zaman harcamalarından kurtulmaktır.

3.5.1.Hazırlık Sürelerini Kısaltma İlkeleri

Makine hazırlık sürelerini kısaltmak için sistemin kurucusu uzman Shigeo Shingo' nun belirlediği temel ilkeler şunlardır (Seçkin, 2007).

1) İlk adım ve birinci ilke, bir kalıptan diğer bir kalıba geçiş sürecinde, makine durduğu zaman yapılan işlerle (external setup procedures), makine çalışırken yapılan işleri (internal setup procedures) saptayıp, mümkün olduğunca çok işi makine çalışırken gerçekleştirmeye yönelmektir. Bu yolla zamandan %30–50 arasında tasarruf sağlanabilmektedir.

2) Kalıp değiştirmede hem bir önceki kalıbın çıkarıldıktan sonra üzerine hemen yerleşeceği, hem de aynı anda bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran rulmanlı tablalar kullanılabilir. Bu tür “mekanizasyon” bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısaltacaktır.

3) Kalıp bağlama sırasında makineyi ayarlama gereğini önlemek de zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bunun için bağlama sürecinde kullanılan kalıp ve makine bölümlerinde standartlaşmaya gitmek önemlidir. Örneğin, kalıpların makineye bağlantı kısımları standart hale getirilirse (yani aynı boyut ve şekilde olursa), kalıplar bağlanırken aynı bağlayıcılar (jigs) ve takımlar kullanılabilir. Böylece standartlaşan kalıp değiştirme işi daha az süre tutacaktır.

4) Mengene bağlayıcıları, vida ve civata gerektirmeyecek şekilde tasarlamak da zaman tasarrufu sağlar. Böylece işçiler çok daha kısa sürede sıkıştırma ve gevşetme işlemlerini yapabileceklerdir. Örneğin, bağlamada vida yerine “armut” şeklindeki deliklere oturma yöntemini tercih etmek daha doğrudur.

5) Kalıp değiştirme süresinin %50 kadarı, bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmalarısıyla harcanır. Oysa bu zaman kaybı, kalıbın ilk anda tam gerektiği şekilde yerine oturması sağlanırsa, kendiliğinden önlenmiş olacaktır. Burada kullanılacak yöntemler arasında kalıbın bir dokunuşta (one-touch setup) yerine oturabileceği “kaset” sistemleri ya da makineye eklenecek limit anahtarları sayılabilir. Böylece kalıp takıldıktan sonraki ayarlama işlemine gerek kalmaz.

6) Kalıpları, makinelerden uzak depolarda saklamak, taşıma ile vakit kaybedilmesine yol açar. Bunun çaresi sık kullanılan kalıpları makinelerin hemen yanlarında tutmaktır.

Shingo sisteminin temel ilkeleri bu şekilde sıralanabilir. Shingo bu sistem ile gerçekten olağanüstü sonuçlar elde etmiştir.

Ülkemizde şu an hala birçok üretim tesisinde hazırlık süreleri saatleri bulmakta iken, Shingo daha 1971 yılında Toyota fabrikasında hazırlık süresini 3 dakikaya indirmeyi başarmıştır.

3.5.2. Dört Adım Tekniği

Kalıp değişim hazırlık süresi düşürme konusunda dört adım tekniği uygulanmalıdır (Yılmaz, 2012).

1.adım: Hazırlık işlerini listele ve içsel-dışsal ayır.

2.adım: İçsel hazırlıkları dışsal hazırlığa dönüştür.

3.adım: İçsel işleri iptal et.

4.adım: Ayarları yok et.

Ayrıca yardımcı eleman kullanımı da hazırlık sürelerinin düşürülmesi konusuna oldukça fayda sağlayabilecek bir diğer alternatiftir. Dışsal tüm hazırlık işlerini yardımcıya yaptırmak operatörü de rahatlatacaktır.

SMED'in küçük parti üretimine geçmek konusunda anahtar bir görevi olduğu kabul edilmektedir. Çünkü küçük partilerle üretim yapabilmenin en önemli koşulu, makinelerde bir parçadan bir diğerine geçiş aşamasında değersiz olarak görülen hazırlık sürelerinin az olmasıdır. Hazırlık süresi ne kadar yüksek bir değerde ise, kalıp değiştikten sonra üretilecek partinin o kadar büyük olması gerekiyor gibi bir algı hakimdir. Bu nedenle küçük parti üretimi yapabilmek için hazırlık sürelerinin çok düşük ve kalıp değişimlerinin daima çok hızlı olması gerekir. Hazırlık süreleri

düştükten sonra firmanın bu durumdan somut kazançları şunlar olacaktır: (Durmuşoğlu, 2008).

- Parti miktarlarının düştürülmesi (hazırlık sayısının artması)
- Süreç içi stokların düştürülmesi
- İmalat temin sürelerinin kısalması
- Mamul envanterinin düştürülmesi
- İmalat için gerekli olan fiziksel alanın azalması
- Üretim sisteminin etkinliğinin ve esnekliğinin arttırılması (imalatın gerçek talep kadar yapılabilmesi)
- İsrafın azaltılması
- İmalat maliyetlerinin düştürülmesi
- Kalitenin arttırılması
- İş gören üretkenliğinin arttırılması (üretken olmayan işlerin azaltılması veya yok edilmesi)
- Donanım sahipliğine karşı duyarlılığın artması

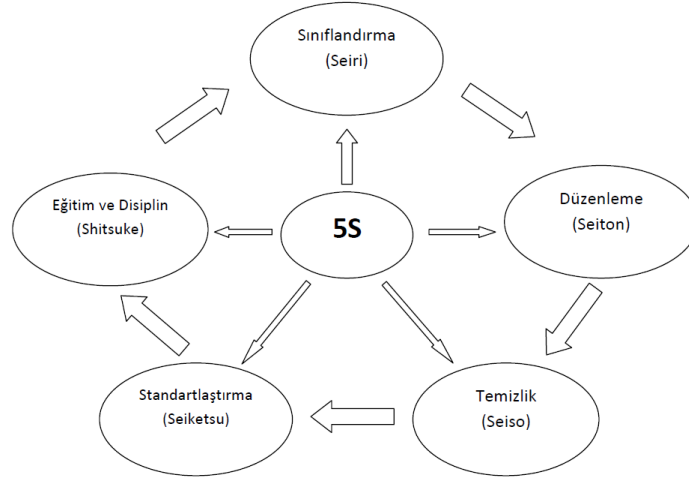
Geleneksel stratejilere bakıldığında SMED tekniğini SMED yapan, her şeyden önce bir ilkeler bütünü oluşudur. Bu ilkelerin pek çoğunda hazırlık sürelerini, sadece mevcut hazırlık prosedürünü yeniden gözden geçirmek yoluyla kısaltma anlayışı hakimdir. Örneğin makine durduğu zaman yapılan işlemleri mümkün olduğunca makine çalışırken gerçekleştirmek ve sık sık değiştirilen kalıpları her zaman üretim alanında bulundurmamak gibi tedbirlerle tüm üretim sistemlerinde (siparişe göre üretim sistemleri de dahil) hazırlık sürelerinin düşmesine katkı sağlanabilir. Verilen rulmanlı sistem de herhangi bir firmanın kendi bünyesinde kendi kaynakları ile rahatlıkla üretebileceği kadar basit ve ucuza mal olacak bir

sistemdir. Kaset sistemi ya da bir dokunuşta hazırlık uygulamaları ise görece daha fazla yatırım gerektirebilmektedir (Yılmaz, 2012).

Siparişe göre üretim yapan firmalar genellikle, sermayeleri ve bütçeleri çok büyük yatırımlara elverişli olmayan KOBİ tarzı işletmelerden oluşmaktadır. Bu tarz sistemlerde SMED uygulanmaya kalkılırsa ilk bahsedilen “içsel ve dışsal hazırlık işlemlerinin tanımlanarak birbirinden ayrılması” yahut rulmanlı sistem gibi görece daha ucuza mal edilebilecek sistemler tercih edilebilirken, kaset veya tek dokunuşta hazırlık uygulamaları geniş maddi imkânları gerektirdiğinden ilk etapta tercih edilmeyebilir. Böyle bir durumda dahi bahsedildiği üzere %30-50 arasında hazırlık süresinden kazanç sağlanabilir. Ayrıca SMED uygulamasının sisteme katmış olduğu esneklik de düşünülürse bu sistemin uygulanabilmesi siparişe göre üretim yapan firmalar için oldukça önemli olacaktır.

3.6. 5S Tekniği

İmalat sisteminin tasarımını değiştirmeye öncelikle Japonların “5S” olarak isimlendirdikleri yaklaşımla başlanır. 5S; yalın üretim ve görsel kontrole yardım eden, işyeri uygulamalarını tanımlayan, S harfiyle birbiriyle ilişkili 5 adımdan oluşmaktadır. Her adım, Japonca’da “S” harfi ile başlayan bir faaliyeti göstermektedir. 5S, Japonca’daki Seiri, Seiton, Seison, Seiketsu ve Shitsuke kelimelerini ifade etmektedir (Monden, 1998). Sırasıyla uygulanan bu adımlar ile iş yapılan ortamda daha önce fark edilmeyen hatalar ortadan kaldırılmaktadır. İsrafların önüne geçilmektedir. İşler daha kısa sürede tamamlanabilmektedir. 5S’i oluşturan kelimeler ve anlamları aşağıdaki gibidir. Öncelikle seçilen pilot bölgede, kurulacak bir ekip tarafından mevcut durum incelenir, iyileştirmeler yapıldıktan sonraki durumla karşılaştırmak amacı ile bir fotoğrafı çekilir. Yapılması gereken faaliyetler 5 adım izlenerek gerçekleştirilir. Ve uygulama sonucu çalışılan adam-saat, gerçekleştirilen iyileşmeler ve elde edilen tasarruflar görsel olarak ilan edilir, böylelikle motivasyon da sağlanmış olur (Aksu, 2013).



Şekil 3.6. 5S Adımları.

Seiri (Sınıflandırma): Seiri Japonca’da ayıklama anlamına gelmektedir. 5S tekniğinin ilk aşaması ayıklamadır. Gerekli - gereksiz ayırımı yapma ve gereksinim duyulmanın ortamdaki uzaklaştırılması faaliyetidir. Çalışma alanında bulunan tüm öğeler “kesinlikle gerekli”, “belki gerekebilir” ve “gereksiz” gibi kategorilere ayrılır ve ayıklanır (Henderson ve Larco, 1999).

Bu amaca yönelik gerekli ve gereksiz olan araç ve gereçler birbirinden ayrılırlar. Gereksiz olanlar belirlenir ve ortamdaki uzaklaştırılır. Sızıntı ve kirlenme nedenleri araştırılır ve gerekli çözümler bulunur. Yapılan işler sonucundaki değerlendirmeler kayıt altına alınır. Uygulama yapılan yerler ve bölgeler için gerekli temizlik yapılır. Ve sonrasında da temiz kalması ve devamlılığın sağlanması için gerekli tedbirler alınır. Depo ve stok alanları sürekli temiz tutularak düzenli hale getirilir ve düzenliliğin sürekliliği sağlanır.

Temizlik ve sınıflandırma işlemleri sonrasında devamlılığın sağlanması çok önemlidir. Devamlılık sağlanmadığı takdirde yapılan işlemler en başa dönerek eski düzensiz durumuna geri dönüş olacaktır. Devamlılığın sağlanması için yöneticileri operatörlerin ve işçilerin 5S sistemini benimsemesi ve işlerini kolaylaştırmasını anlaması gerekmektedir.

Seiton (Düzenleme): Seiton kelimesi her şeyin düzenli yerli yerinde ve en uygun biçimde konumlandırılması demektir. Çalışanların aradıkları malzeme, araç

gereç gibi ekipmanlara kolay ve hızlı bir şekilde ulaşabilmelerini sağlamaktır. (Monden, 1998). Kısaca işletmede kullanılacak olan her şeyin bir yerinin olması ve her şeyin yerli yerinde bulunması demektir. Bu konuda ayırım yapılan diğer bir nokta ise en çok kullanılanların yakın yerlere konulması ve görsel teknikler (etiketleme, renklendirme) kullanılarak etiketle isimlendirme gibi düzenleme yapılması gerekmektedir.

Düzenleme adımında işletmede bulunan her türlü şey için yer bulunması ve bunları muhafaza edebilecek dolap raf vb. hazırlanarak yerlerinin belirlenmesi, aynı malzemelere ait gruplarda bulunan öğelere kod verilerek miktar ve isimlerinin belirtilmesi, son olarak da bu düzenlemeyi yapan kişilerin bunu alışkanlık haline getirerek devamlılığın sağlanması gerekmektedir (Monden, 1998).

Bu amaçlara yönelik olarak;

- Tüm olması gerekenlerin tesis üzerinde yerleri atanır ve atanmış yerlere uygun yerleşim sağlanır
- En kısa sürede (küçük saniyelerde) yerine koyma ve alma hedefine erişim sağlanır
- Dosyalama standartları oluşturulmuş olunur
- Bölge ve yerleşim işaretleri ile arama ve bulma (erişimde) hızlılık sağlanır
- Kapakları ve kilitleri yok etme yolu ile açık büfede self servis yöntemine geçiş sağlanır
- İlk giren ilk çıkar (FIFO) prensibi işletilir

Seiso (Temizlik): Temizlik işletme sahasında bulunan bütün ünitelerin (yemekhane, üretim alanı ve ofisler) çöp, kirlilik, fazlalık ve yabancı maddelerin bulunduğu ortamdan temizlenerek uzaklaştırılmasıdır. Çalışma alanında bulunan çöp, akışkan maddeler ve kirliliklerin temizlenmesi, ekipmanların temiz olmasına ve ortamda çalışan işçiliklerin daha hijyenik ve düzgün şartlarda çalışmasına olanak sağlar. Günlük temizlik kalite artışını ve iş güvenliğini sağlar. Temizlik işletme

içinde lavabolardan ofislere, çalışma ve depolama alanlarına, yemekhanelere kadar her noktada tanımlanmış olmalıdır. Aynı zamanda araç ve gereçlere yapılan temizlik, çalışan makinelerin kirlenme sebebi ile arıza yapmasının önüne geçerek toplam üretken bakıma katkıda bulunur. Üretim alanlarında herkes kendi biriminin temizliğinden sorumlu olmalıdır. İş bitiminden 5-10 dk önceki zamanın temizliğe ayrılması genel bir uygulamadır. Temizlik aşamasında çalışanların sorumluluk alanları ve hangi sıklıkla temizlik yapılacağı belirlenir ve düzenli olarak kontrol edilir.

Seiketsu (Standartlaştırma): Yukarıda açıklanan diğer üç aşamanın belirli bir sistematiğe yürütülmesi için yapılmaktadır. 5S uygulamasında süreklilik önemlidir çünkü çalışma ortamının ilk haline dönmesi istenmemektedir. Bu adım, görsel yönetim ve 5S standartlaştırmasına yönelik iyi bir çevre düzeni yaratma ve kişisel açıdan malzemeleri düzenli, yerleşmiş ve temiz tutma faaliyetlerini kapsamaktadır. 5S uygulamasını desteklemek için yönetim standartlarının konması, olumsuzlukları ortaya çıkaracak görsel yönetim sağlanması ve renkle kodlama yapılması amaçlarına hizmet etmektedir.

Bu aşamayı yönetmek için 1-5 arasında (1- uygulanmadı, 5- tamamen uygulandı gibi) puanlama yapmak ve puanlamayı uyarı panoları, araçlar, malzeme stokları gibi bölümlere göre dağıtmak önerilmektedir (Rich ve Arkadaşları, 2009).

Bu amaçlara yönelik olarak;

- Çalışıyor, bakımda, arızalı ve faal işaretleri hazırlanır.
- Tehlikeli bölge işaretleri ile işaretleme sağlanır.
- Isı etiketleri ile işaretleme gerçekleştirilir.
- Yön işaretleri ile çalışma alanları, yön işaretlemeleri gerçekleştirilir.
- Voltaj etiketleri ile işaretleme gerçekleştirilir.
- Açık kapalı yön etiketleri uygulamaya alınır.

- Yangın söndürme cihaz ve levha işaretleri ile acil duruma hazırlık sağlanır.
- Kaza önleme uyarı işaretleri uygulamaya alınır.
- Gürültü ve vibrasyonu önlemeye yönelik tedbirler alınır.
- 5 S takvimi hazırlanır.

Shitsuke (Disiplin): İdeal durumun sürekliliği için standartların alışkanlık haline getirilmesine yönelik yapılan motivasyon çalışmalarıdır. 5S uygulaması adımlarının başarılı olması için üretim alanında tasarlanmış her şeye kolay ulaşım, araç ve teçhizatların yerli yerlerinde bulunması gibi kolaylaştırıcı faaliyetlerin alışkanlık haline getirilmesi gerekmektedir. Bu konuda 5S uygulamalarına sadece teorik olarak bilmek değil sürekli uygulamak çok önemlidir. Bu işlemler çalışanların çaba harcayarak yaptıkları bir iş olarak değil doğal ve rutin yapılan işlemler haline getirilmelidir (Monden, 1998). İnsan doğası değişime karşı direnç göstermekte ve çoğu kendilerini 5S uygulamalarını izleyen birkaç ay içinde kirli karışık bir alanda bulmaktadırlar (Smith ve Hawkins, 2004).

3.7. Poka-Yoke

Poka-Yoke Shingo tarafından türetilmiş, herhangi bir hataya çok yaklaşıldığında sürecin kendini durdurabildiği, yeniden işleme ya da harcanan zamanla birlikte problemin hemen düzeltilebildiği sistemler için kullanılmaktadır. Mevcut kaynaklarda hata önleme anlamında kullanılan bir terimdir (Black, 2008).

Unutkanlık, dikkatsizlik ve yanlış anlama gibi nedenlerle olabilecek hataların ortadan kaldırılmasıdır. Bunun için uyarı panoları, şablonlar, kılavuzlar, sayaçlar ve sensörler gibi ekipmanlar ve yardımcı unsurlar kullanılmaktadır. Esas olan insani unsurlardan kaynaklanan hataların ortadan kaldırılmasıdır. Operatörlerin işlerini yaparken yanlış parçayı seçmelerinin, bir parçayı takmayı unutmalarının ya da ters takmalarının, vb. hatalardan sakınmalarına yardımcı olan metotlardır. Parçaların doğru yönü dışında başka herhangi bir yönde takılmasını imkansızlaştıran fiziksel biçimlerle ürün tasarımı örnek verilebilir.

Bu amaçla ve gerekirse kullanılan tezgâha ilave mekanizmaların eklenmesine veya ürün üzerinde tasarım değişikliğine gidebilir. Poka-Yoke elemanları sonlandırıcı şalterler, ışıklı uyarılar, şablonlar, kılavuzlar, sensörler, basınçlı şalterler, ayar pimleri, sayaçlar vb. donanımdan oluşur. Temel fonksiyonları kapatma / durdurma, kontrol ve uyarıdır .

Konuya ilişkin bir örnek de ATM uygulamasıdır. Bankaların ATM'leri önce parayı veriyor, ekranda “bankamatik kartınızı almayı unutmayınız” diye uyarıyordu. Bu uyarıya rağmen kartlarını unutanların olduğu görülmüştür. Bu hata hem bankayı hem de kart sahibini gereksiz yere uğraştırıyordu. Bir banka bu hatayı önlemek için bankamatiklerindeki işlem sırasını değiştirmiştir. Önce kartınızı alıyorsunuz sonra paranızı; kartınızı almadan parayı vermediği için kartın unutulma problemi önlenmiştir.

3.8. Toplam Verimli Bakım

Toplam Verimli Bakım (TVB), yalın üretim tekniklerinden toplam ekipman etkinliğini artırarak makine hatalarından kaynaklanabilecek hatalar nedeni ile oluşan ıskartaların ve hatalı ürünlerin önüne geçmek amacı ile gerçekleştirilen çalışmaların tamamını kapsayan bir tekniktir. TVB kavramı Toyota'nın bir firması olan ve elektrik aksamaları üreten Japon Nippondeso şirketi tarafından geliştirilmiştir (Okur, 2005). TVB, önleyici bakımdır, takım işidir ve tüm kazaların, hataların ve duruşların ortadan kaldırılmasını amaçlamaktadır (Smith ve Hawkins, 2004).

TVB en yalın ifadeyle bir fabrikada kullanılan ekipmanların verimliliğini ya da etkinliğini artırmak ve olası makine hatalarından kaynaklanacak ıskartaları önlemek amacıyla gerçekleştirilen tüm çalışmaları kapsayan bir terimdir (Okur, 1997).

TVB ekipmanların ömrü boyunca ekipman etkinliğinin artmasını amaçlar. Üretimde hazırlıksız yakalanan makine arızalarının duruşların önüne geçerek üretim durmasına engel teşkil eder. TVB sekiz temel unsura dayanmaktadır (Rodrigues ve Hatakeyama, 2006) ;

Malzeme ve süreç gelişimi - işte istenen gelişime yol açmaya odaklanma.

Otonom bakım - öz yönetim ve kontrol.

Planlı bakım - bakımın günlük planlama ve planlı duruşlar ile birlikte etkin planlanması ve kontrolü.

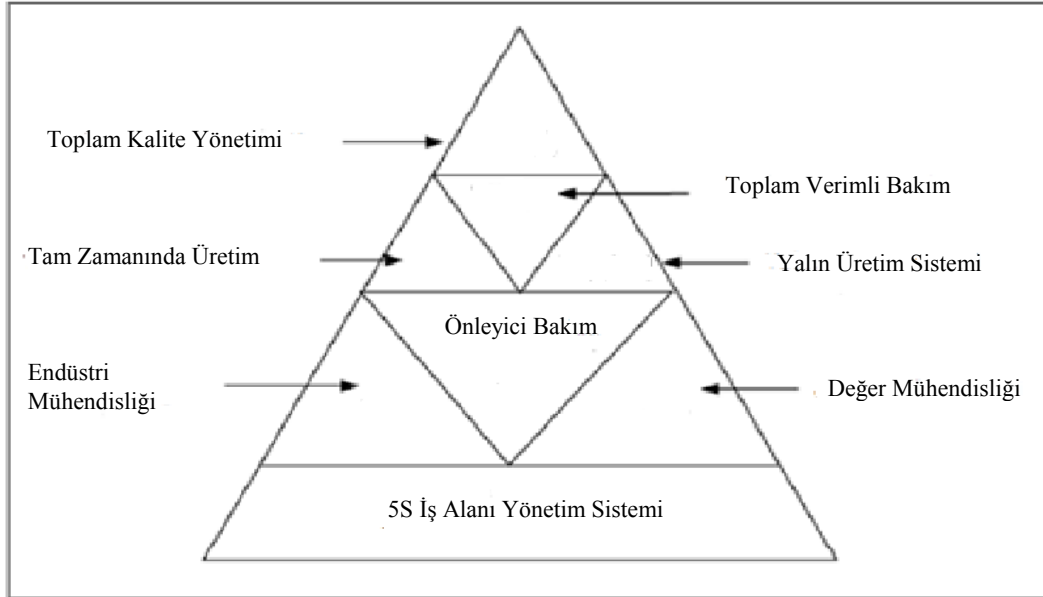
Eğitim ve öğretim - bakım çalışanları ve operatörlerinin teknik ve yönetsel yetenekleri ile kişisel ilişkilerinin artırılması.

Erken yeni ekipman yönetimi - yeni projeler ve kazanımların başlangıcından itibaren bakım çalışanlarının katılımı.

Süreç kalite yönetimi - sıfır hata programının oluşumu.

Ofiste TVB - TVB programına yönetimin katılımı, etkinliği.

Güvenlik ve çevresel yönetim - sağlıklı, güvenli ve sürdürülebilir çevresel bir sistemin oluşturulması.



Şekil 3.7. TVB ve yalın üretim felsefeleri arasındaki ilişki (Ahura ve Khamba, 2008).

TVB yalın üretim için olmazsa olmaz bir teknik durumdadır. Tüm üretim ortamları için makineler en önemli elemanlardan biridir. Yalın üretimin felsefesi doğrultusunda, bu tarzda çalışan üretim sistemlerinde stoklar azaltıldığı için makine güvenilirliği diğer üretim sistemlerine nazaran daha fazla önem arz etmektedir. Bu

güvenilirliği sağlamak için ise tüm çalışanlar ekipmanların toplam ömürleri boyunca çalışmasını sekteye uğratabilecek “tüm” etkenleri kontrol altına almaya çalışırlar.

TVB’de bu kelime 3 farklı anlam taşımaktadır (Okur, 1997).

1. Kullanılan ekipmanın verimliliğini/etkinliğini artırıcı çalışmaların, ekipmanın “tüm” ya da “toplam” ömrü boyunca sürdürülmesi.

2. Ekipmanın çalışmadan beklemesine neden olan “tüm” etkenlerin kontrol altına alınması.

3. Ekipmanın verimini artırma çalışmalarına, firmada görev yapan “tüm” personelin katılması (genel müdürden işçilere kadar).

TVB sisteminin hedefleri ise şu şekilde sıralanabilir: (Görener ve Yenen, 2007).

- Tezgah verimliliğinin artırılması
- Ürün kalitesinin artırılması
- Hataların azaltılması (sıfır hata)
- Kayıpların azaltılması (sıfır hata)
- Iskartaların azaltılması (sıfır ıskarta)
- Stokların azaltılması (sıfır stok)
- İş kazalarının azaltılması
- Bakım kalitesinin artırılması
- Grup çalışmalarının artırılması
- İyileştirme fikirlerinin artırılması
- Kültür değişiminin sağlanması

- Teknik eğitimin arttırılması

Ekipmanların verimli çalışmalarını engelleyecek faktörler günümüzde çok farklı şekillerde ifade edilmektedir. En sık kullanılan ifade biçimi ise kayıpları “Altı Büyük Kayıp” adı altında ifade etmektir. Bu kayıplar şu şekilde sıralanabilir (Görener, 2007):

- Arızalardan kaynaklanan kayıplar
- Hazırlık ve ayar zamanlarından kaynaklanan kayıplar
- Duruşlardan kaynaklanan kayıplar
- Hız düşüşlerinden kaynaklanan kayıplar
- Hata ve tekrar işlemlerinden kaynaklanan kayıplar
- Başlangıç kayıpları

TVB ise ekipman verimliliğini arttırmak amacıyla bu altı büyük kaybı yok etmeye çalışır. TVB tekniği, birçok önemli faaliyetin bir arada yapılması ve birbirini destekleyerek tamamlaması ile gerçekleşebilecek bir tekniktir. TVB'nin başarısı ve sürekliliği de bu temel faaliyetlerin etkin bir biçimde sürdürülmesi ile mümkündür. Sözü edilen temel faaliyetler şu şekilde sıralanabilir (Görener ve Yenen, 2007) :

Ekipman Etkinliğinin Sağlanması ve Kobetsu Kaizen Uygulamaları:

Amaç ekipman etkinliğinin maksimize edilmesidir. Ekipman kayıplarını önlemek için yapılan faaliyetler ile enerji, malzeme ve işgücü kayıplarının en az seviyeye indirilmesi hedeflenmektedir. Ekipman yönetiminin üç unsuru; ekipmanların iyileştirmesi, kayıpların analizi ve sürekli iyileştirme (Kobetsu Kaizen) takımları olarak sıralanabilir.

Planlı Bakım: Bakım departmanı tarafından oluşturulur. Başarılı sonuçlar, bakım bölümü personelinin uyumlu ve hızlı çalışma yapmasıyla elde edilir.

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 şeklindeki çabalar bütünü” olarak tanımlanır.

Otonom Bakım (Jishu Hozen): Operatörlerin kendileri de katılarak, kuralların yine kendileri tarafından takip edilerek temel bakım faaliyetlerinin yerine getirilmesine "Otonom Bakım" denir. Otonom Bakım, "Bağımsız Bakım" anlamına da gelmektedir. Otonom bakım, operatörlerin, bakım departmanından bağımsız olarak kendi ekipmanlarının bakımında rol almaları için düzenlenen faaliyetleri kapsar. Geleneksel olarak işletmeler, makinelerin bakım departmanının sorumluluğu altında olduğu varsayımıyla çalışırlar. Fakat bu yaklaşımla arıza ve hatalardan kurtulma mümkün değildir. TVB, makine operatörlerini otonom bakım konusunda eğiterek arıza ve hataları yok etmeyi hedefler. Otonom bakım grubundaki tüm çalışanların programın tüm adımlarında çaba göstermeleri ve katkıda bulunmaları şarttır. Otonom bakım yedi adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar şunlardır (Görener ve Yenen, 2007) :

- a. Başlangıç temizliği
- b. Kirlenme kaynaklarına karşı önlemler
- c. Geçici olarak standartların belirlenmesi
- d. Genel kontroller
- e. Otonom kontrol
- f. Standardizasyon
- g. Otonom Bakım Yönetimi (Tam Otonom Bakım)

Otonom Bakımın yedi adımı şeklinde anılan bu adımlar birbirinin tamamlayıcısıdır. Ayrıca her operatör, otonom bakımı gerçekleştirmek için gerekli olan becerilerle ilgili olarak eğitilmek zorundadır.

3.9. Kaizen

Kaizen, her sürecin gerekli süre, kullanılan kaynaklar, kalite bileşkesi ve süreçle ilgili diğer durumlar açısından sürekli değerlendirildiği, geliştirildiği ve küçük iyileştirmeler ile daha iyi yapıldığı sürekli gelişim felsefesi olarak tanımlanmaktadır (Black, 2008; Smith ve Hawkins, 2004).

Kaizen, kaliteyi; en yaygın biçimde iyileştirebilen her şey olarak da tanımlanmaktadır. Kaizen yaklaşımında amaç iyileştirme yapmak ve dolayısıyla kaliteyi arttırmaktır. Bu nedenle çağdaş bir yönetim tarzı olan "Toplam Kalite Yönetiminde" Kaizen felsefesini bir arada değerlendirmek gerekmektedir (Terli, 2009).

Japonca, Kai (değişim), Zen (iyi), daha iyi anlamına gelmektedir. Bu iki sözcüğün bileşiminden oluşan Kaizen sözcüğü geliştirme, iyileştirme ve özellikle "sürekli gelişim" anlamlarında kullanılmaktadır. Bu sözcüğe esas önemini kazandıran özellik, onun aynı zamanda bir felsefeyi, bir yaşam biçimini ifade etmesidir (Doğan, 2000).

Herhangi bir işin, bir defada, doğru bir şekilde yapılması "Sıfır Hata" olarak bilinir. Crosby sıfır hatayı başarı standardı olarak göstermiştir. Bu yaklaşım Avrupa'dan ziyade Japonya'da daha fazla rağbet görmüş, "hedef etrafında kararlılık için, çalışma-kararlılık-hedefi yükselme" kavramı, Kaizen anlayışı şeklinde Japonya'ya yayılmıştır. Bu kelime sıçramalar yaparak dönem dönem gelişmeyi değil, tersine küçük adımlarla, devamlı olarak, sosyal, kişisel ve mesleki her alanda düzenli gelişimi anlatmaktadır. Hedef, standardı tutturmak değil mevcut seviyenin üstüne çıkmaktır. Hep daha iyiye, daha güzele. Her geçen gün az da olsa bir gelişme yaşanmış olmalıdır. Bu gelişim işletmenin her bölümünde görülmelidir (Günaydın, 2002).

Kaizenler konu, süre ve izlenen yol durumlarına göre farklılık gösterirler. İşletmelerde yoğun olarak iki çeşit Kaizen uygulanmaktadır (Top, 2009).

Önce Sonra Kaizen: Geliştirmeye karar verilen durumun önceki hali ortaya konur ve geliştirme yapıldıktan sonraki durum ortaya konarak aradaki farkın görülmesi sağlanır.

-Birey öncelikli çalışmalardır.

-Ekip sayısı en fazla iki kişiden oluşabilen çalışmalardır.

-Tecrübe ve sağ duyu ile gerçekleştirilir.

-Her an ve tüm alanlarda uygulanabilir kısa süreli çalışmalardır.

Kobetsu Kaizen: Ekip öncelikli çalışmalardır.

-Ekip en fazla 5, en az 3 kişiden oluşmalıdır.

-16 büyük kaybı içerir.

-Veri takibi gerektirir.

-Öncesinde ve sonrasında gözlem ve izleme gerektirir.

-Sadece kendi alanı ile uygulanabilir olmalıdır.

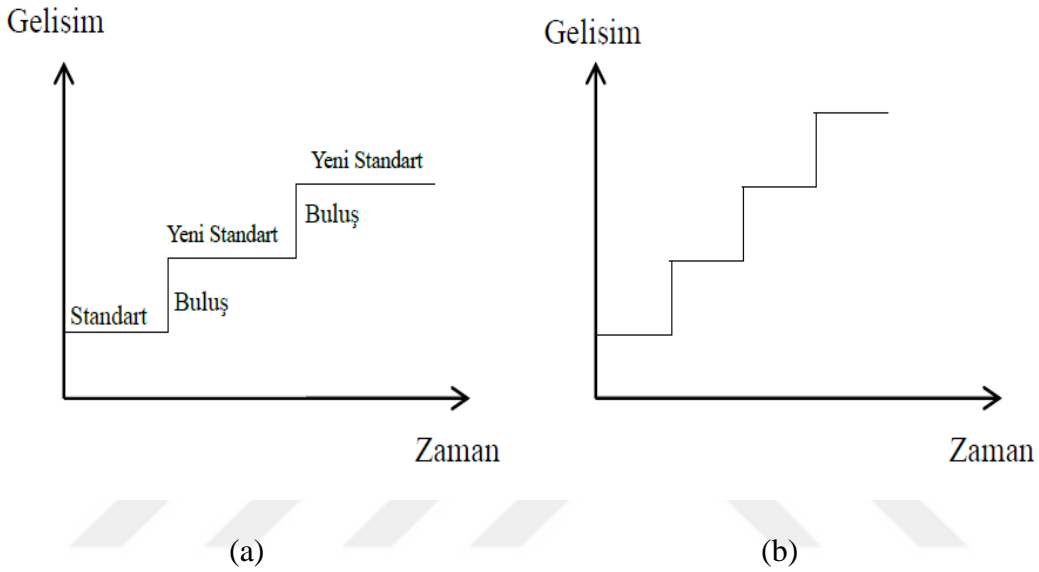
-Uzun süreli çalışmalardır. En az 3 ay, en fazla 6 ay sürer.

Kaizen'in yedi prensibi şöyle sıralanabilir (Cinoğlu, 2013):

1. Problem kabul edilmelidir
2. Çok para gerektirmeyen projeler seçilmelidir.
3. Önce "bizim" problemlerimize bakın "onlarınkine" değil felsefesi benimsenir.
4. Tek ölçü ekonomik çıkar olmamalıdır.
5. Öncelik saptanmalıdır. Proje kalite, maliyet, dağıtım vs. ilkelerine dayalı olarak yürütülmelidir.
6. Planla- yap-kontrol et- harekete geç (PDCA) çevrimi izlenmelidir.

7. Doğru çözüm bulunmalıdır.

Çünkü, problem olmayan yerde gelişme de olmaz. Problemler, büyük kısmı su altında kalmış potansiyel sorunların su yüzüne çıkan kısımlarıdır. Su yüksekliği azaldıkça daha çok görünür hale gelirler. Bölümler arası engelleri kaldırmak gerekir. Kaizen yaklaşımının daha iyi anlaşılabilmesi için batılı ülkelerdeki gelişmeyi simgeleyen “Buluş yaklaşımı” ile “Kaizen yaklaşımı”nı karşılaştırmak gerekmektedir.



Şekil 3.8. Buluş ve Kazien yaklaşımı karşılaştırması, a) Buluş yaklaşımı ve Gelişme b) Kaizen Yaklaşımı ve Gelişme (Ohno, 1988).

Batı yaklaşımına göre, üretim belirli standartlara göre sürerken, diğer yandan araştırmacılar laboratuvarlarda Ar-Ge çalışmalarını sürdürmektedir. Üretim yapan kişilerle, araştırma yapan kişiler farklı kişiler olup, çalışmalar bittiğinde, buluş uygulamaya konur ve şekilde görüldüğü gibi gelişme düzeyinde bir sıçrama sağlanır. Daha sonra yeni buluşa kadar üretim yeni standartlarda devam etmektedir.

3.10. Hücresel Üretim Sistemi

En basit anlamıyla Hücresel Üretim Sistemi (HÜS), Grup Teknolojisi'nin atölye sistemine uygulanmasıdır. HÜS'de, ekonomik bir yarar sağlamak amacıyla parçalar, parça-aileleri oluşturmak için birlikte tanımlanıp gruplandırılmaktadır. Diğer yandan HÜS şöyle de tanımlanmaktadır: HÜS, parçaların, parça aileleri biçiminde ve makinaların, makina hücreleri biçiminde gruplandığı bir üretim

sistemidir. Parça tasarımı ve üretim özelliği benzerliği, kümelemeyi başarabilmek için kullanılmaktadır (Uğraş, 2005).

Bu aşamada dikkat edilmesi gereken nokta, hücresel planın işlevsel plandan farklı olduğudur. Çünkü işlevsel plan, parçalar için çok yönlü yolları içermektedir. Ayrıca, parça ailelerinin kimliğine yönelik olarak, hücresel plana oranla fazla bir ayrıntıya gereksinim duyulmamaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi hücresel üretim tekniğinin kullanılması için, benzer süreç özelliklerine sahip parça gruplarının olması; dahası, bu parça gruplarının benzerliklerinin belirlenmesi de gerekmektedir. HÜS'ün esas çıkış noktasını, etkin ve kontrol edilmesinin kolay olması gibi üstünlükleri bulunan küçük bir sistemin söz konusu üstünlüklerinin, büyük bir sisteme yansıtılması oluşturmaktadır. Bu açıklamalara göre HÜS'ler, sistem içinde benzer üretim özelliklerine sahip belirli bir parça ailesinin tam olarak üretimi için işlem, insan ve özellikle, makina gruplarının bulunduğu ya da oluşturulduğu sistemlerdir. HÜS'ler atölye tarzı üretim sistemi ile karşılaştırıldıklarında pek çok avantajlarının olduğu görülmektedir. Bu avantajlar aşağıdaki biçimde sıralanabilmektedir (Checkhaklou, 2010):

- Hazırlık zamanlarının azalması,
- Süreç içi stokların azalması,
- Malzeme taşımada kolaylık,
- Malzeme aktarma maliyetlerinin azalması,
- Geçiş zamanlarının azalması,
- İnsan ilişkilerinin iyileşmesi,
- Kaliteden direkt işçinin sorumlu olması nedeniyle kusurlu üretim miktarının azalması,
- Kapasite planlama, malzeme planlama ve kontrollerin basitleştirilmesi.

Yukarıda sıralanan avantajlarının yani sıra HÜS'lerin dezavantajları da mevcuttur ve

aşağıdaki biçimde sıralanabilir (Checkhaklou, 2010):

-Atölye tarzı üretim sisteminin sağladığı esneklik düzeyinin her zaman sağlanamaması

-Hücrelerin yaşam sürelerinin, mamul talebine ve mamul karışımındaki değişimlere bağlı olması

-Makina sayılarındaki artış ve hücre dışı elemanların elenmesi ile makine kullanımının azalması

-Hücrelerin makina duruşlarına karşı duyarlı olmaları nedeniyle, düzenli bakım eylemlerinin istenilen boyutta düzenli olmaması; aksine, çok daha düzenli yapılması gerekmektedir.

Bir hücre; bir veya daha fazla sayıda benzer hammadde, parça, bileşen veya bilgi naklini içeren aileler üzerindeki sırasal ve belirli aralıklarla yerleştirilmiş bir grup iş istasyonudur. Hücresel Üretim Sistemi tasarlanırken, yerleşim planının nasıl düzenlendiği ve hücrelerin oluşumuna hangi faktörlerin etki ettiğinin de bilinmesi gerekir. Hücresel üretimde, uygulama her bir durumun özelliklerine göre farklılık gösterebilir. Bazen yeni bir ekipman almanın pahalı olması nedeniyle mevcut ekipman farklı hücreler arasında paylaşılabilir. Büyük ve pahalı özel bir ekipmanın (ısıtım işlemi gibi) kullanım nedeniyle parçalar hücre içine-dışına taşınabilir, malzemenin proses gereği nedeniyle yerleşim planı farklı olabilir veya iş hacminin fazla olması, yeni bir hücrenin açılmasının uygulanabilir olmaması nedeniyle hücre eleman sayısı çok fazla olabilir (Buket, 2009).

Hücre, planlama aşaması ile başlar. Planlama aşamasında 3 adım izlenir;

1. *Değerlendirme*: Değerlendirme aşaması bütün prosesin temel taşıdır, üç adımdan oluşur. İlk olarak proses ve talep değerlerinin hücre yapısına uygun olup olmadığı sorusunun sorulması gerekir. Daha sonra temin süresi, maliyetler, kalite ve diğer önemli metrikler için doğru verilerin toplanması gerekir. Doğru veriler toplandıktan sonra bu veriler doğrultusunda analizler yapılarak hücre tasarıma geçilebilir geçilemeyeceğine karar verilir.

2. *Tasarım*: Tasarım prosesi boyunca iki soruya cevap aranmaktadır. İlk olarak hangi ürün ailesinin hücre içinde değer katma prosesine katılacağı, ikinci olarak hangi kaynakların hücre içine dahil edileceğine kadar verilmelidir.

3. *Performans değerlendirme*: Bu aşamada her parça için model değişim ve çevrim zaman verileri toplanır. Parça talep profili çıkarılır. İş gücü ve makine yük oranlarını bulmak için model değişim ve çevrim zamanları talep verileri ile birleştirilir. Darboğaz noktaları tanımlanır. Hücre içinde yer alan parçalar için en az 3-4 iterasyon simülasyon yapılır. Planlama aşamasından sonra uygulama aşamasına geçilir. Uygulama aşamasında 5 ana adım takip edilir (Lopez, 1997):

1. Hücre kurulması aşamasında yardımcı olabilecek, kalite veya Kaizen takımları kurulur.
2. Hücrede çalışacak mavi yakalılara gerekli bilgiler verilir.
3. Uygulama aşamasında gerekli takımlara mavi yakalılar da dahil edilir.
4. İhtiyaç olabilecek bilgileri hazır bulundur.
5. Mümkün olduğunca önceden planlanan zaman çizelgesine uyum gösterilir.

3.11. Görsel Yönetim

Görsellik sürece, alete, stoka, enformasyona veya bir çalışmayı yapmakta olan kişiye bakarak o işin yerine getirilmesi için hangi standardın kullanıldığını ve bundan sapma olup olmadığının derhal anlaşılması anlamına gelir. Şu soru sorulmalıdır: Yöneticiniz atölyede, ofiste ya da tesisin iş yapılan herhangi bir bölümünde dolaştığında standart çalışmaya ya da prosedürlere uyulup uyulmadığını fark edebiliyor mu? Her aletin nerede bulunacağına ilişkin kesin bir standart varsa ve bu görünen bir yer ise, o zaman yönetici yerinde olmayan aleti kolayca saptayabilir. Bu nedenle her bir aletin “Gölge” sinin çizilmesi 5S’in gözde faaliyetlerinden biridir. Her aletin bulunması gereken yere gölgesi çizilir; örneğin çekiç resmi çekicinin nerede duracağını gösterir, böylece yerinde olup olmadığı da kolaylıkla anlaşılır (İlker, 2005).

Renk Kodlama

Renk kodlama herkesi belli bir durumdan, haberdar etmek amacıyla haberleşmeyi iyileştirmek için kullanılır. Mastarlarda renk kodlamada spek içi değerler yeşil ve spek dışı değerler kırmızı ile belirtilir. Sarı renk birçok durumda uyarı amacıyla kullanılır. Aynı zamanda yağ çeşitleri de renklerle kodlanmalıdır. Makineler üzerindeki yağlanan yerlerin renkleri de bu yağların renk kodlarıyla aynı olmalıdır. El aletleri de boyutlarına göre renklerle kodlanabilir (Kazcıoğlu, 2009).



4. DEĞER VE DEĞER AKIŞ HARİTALAMA YÖNTEMİ

Değer akışı, her bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür. Değer akışı haritalandırma, iyileştirilmesi hedeflenen sürece yukardan bakmayı sağlar. Değer akışı hem üretim organizasyonundaki fiziksel akışı, hem de üretim ile ilgili bilgi akışını gösterir. Değer akışı haritasının amacı, sadece parçaları değil bütünü iyileştirmektir. Bu sayede ham malzemeden müşteriye ulaşmak için gereken sürenin çarpıcı oranda düşmesini sağlamaktadır.

Değer akışını haritalama, ürünün geçtiği değer akışı boyunca oluşan malzeme ve bilgi akışını görmeye ve anlamaya imkan sunan bir “kağıt kalem” tekniğidir (Birgün, 2015).

Değer akışı haritalamanın temel dayanağı müşterinin bakış açısından akışı anlamaktır (Duggan, 2002). Bu sayede yalın uygulayıcıların da sıklıkla üzerinde durdukları müşterinin ödemeye gönüllü olmadığı, ürüne değer katmayan adımlar, israflar açık bir şekilde görülmektedir (Birgün, 2015).

Değer akışı haritalama, Üretim akışının bütünü (kaynak, talaşlı üretim, montaj vb.) görülmesini, akış yollarındaki israfın yanı sıra israfın kaynaklarının görülebilmesini ve üretim prosesleri ile ilgili ortak bir konuşma dilinin oluşmasını sağlar. Akışın bütünü görülebileceği için alınan kararların sonraki prosesleri nasıl etkileyeceği görünür olacaktır. Bu da alınan kararların isabetli olmasını sağlar. Sahada alınan kararlar ve detaylar hatalı olabilir. Yalın kavramlar ile üretim tekniklerini birbirine bağlar. Yalın üretimin uygulama planı için temel oluşturur. Bilgi akışları ile malzeme akışları arasındaki ilişkiyi gösterir. Değer akışı haritalama, üretim akışının nasıl olması gerektiğinin çok detaylı bir şekilde tanımlanmasını sağlar.

Bütün ürünler için değer akışları aynı anda haritalandırılmamalıdır. İlk önce işletme için önemli olan bir ürün ailesini haritalandırarak üretim alanında uygulanmalıdır. Değer akış haritalama aşağıda belirtilen adımlardan oluşur (Duggan, 2002).

1. Tek bir ürün ailesi seçilir ve haritalama çalışması bu ürün ailesi üzerinden yapılır.
2. Değer akış yöneticisi belirlenir. Bu kişi ürün ailesinin değer akışını anlama ve iyileştirme sorumluluğunu üstlenmelidir.
3. Haritalama işlemine “kapıdan kapıya” seviyesinden başlanır.
4. Malzeme ve bilgi akışları birlikte gözlemlenerek haritalama yapılır.
5. Üreticinin var olan durumunu yani fabrikanın süreç akışlarını grafiksel olarak sunan mevcut durum değer akış haritalandırması yapılır.
6. Mevcut durum değer akış haritalama yapılırken çevrim süresi, kalıp değiştirme süresi, operatör sayısı, vb. gibi süreç bilgileri haritalama sürecinde toplanarak haritaya kaydedilir.
7. Mevcut durum değer akış haritasından hareketle israf kaynaklarının ortadan kaldırılması ve müşteri için değer artırılması için yalın teknikler kullanılarak gelecek durum değer akış haritası çizilir.
8. Gelecek durum haritası için bir uyarılma planı oluşturulur.
9. Belirlenmiş sürekli iyileştirme faaliyetleri ile gelecek durumu gerçekleştirilir.

4.1.Malzeme ve Bilgi Akışı

Üretim akışı içinde ilk akla gelen fabrika içindeki malzeme hareketi akışıdır. Fakat her prosese daha sonra ne yapacağını söyleyen başka bir akış vardır: bilgi akışı. Malzeme ve bilgi akışı aynı paranın iki yüzüdür. Her ikisi de haritalandırılmalıdır.

Yalın üretimde bilgi akışı da malzeme akışı ile aynı öneme sahiptir. Toyota ve tedarikçileri, kitle üreticiler ile aynı temel malzeme dönüşüm proseslerini, pres/kaynak/montaj gibi kullanabilirler. Fakat Toyota fabrikaları üretimlerini kitle üreticilerden oldukça farklı düzenlerler. "Bir prosesin yalnızca bir sonraki prosesin

istediği Şeyi, istediği zaman üretmesi için bilgi nasıl akıtılmalıdır?" sorusunu sormak gereklidir (Rother ve Shook, 1999).

4.2. Bir Ürün Ailesi Seçimi

Müşterilerin, bir fabrikada üretilen tüm ürünlerle değil, kendi spesifik ürünleriyle ilgilenmeleri nedeni ile haritalandırma için tek bir ürün ailesi üzerinde odaklanması gerekmektedir. Küçük ve tek ürünlü bir fabrika olmadıkça, bütün ürün akışlarının tek bir haritada gösterilmesi oldukça karmaşık olmaktadır. Tüm ürünler tek bir harita üstünde gösterilmemelidir. Organizasyon içinden geçen ürünlerin akışları ayrı ayrı haritalandırılmalıdır (Rother ve Shook, 1999).

Değer akış ekibi hangi ürün ailesinin seçileceği konusunda karar vermek için; ilerlemede en büyük sıçrama sağlayan, ürün geliştirmede ya da üretim zamanında en büyük azalma, müşteriye en büyük etki, başarı için yüksek olabilirlik, yeni üretim hattı, hacim ya da miktar gibi konulara dikkat etmelidir (Manos, 2006).

4.3. Değer Akış Yöneticisi

Şirketler, ürün aileleri için değer yaratan adımların akışına göre değer, departman ve fonksiyonlara göre organize edildikleri için, genellikle değer akışından sorumlu kimse yoktur. Fabrikada bir ürünün tüm malzeme ve bilgi akışını bilen bir kişi bulmak çok nadirdir. Böyle biri olmaksızın, gerçek akışın sağlanabilmesi şansa bırakılacaktır (Rother ve Shook, 1999).

Değer Akış haritalama yaklaşımını uygulamak için; organizasyonların farklı bölümlerinden oluşan ve üretim, mühendislik, satın alma, üretim kontrol konularında kritik bilgi ve tecrübeye sahip olan insanlardan bir tasarım timi bir araya getirilir. Bu ekibin görevi, üretim hattı için mevcut durum ve istenilen gelecek durumu tanımlamaktır (Aydın, 2009).

Değer akış yöneticisi; yalın uygulamaları üst yönetime raporlar, mevcut durum ve gelecek durum değer akış haritalarının çizilmesini ve bugünden geleceğe götüreceğ uygulama planının hazırlanmasını yönlendirir. Değer akışı boyunca yürür, denetim yapar. Uygulama planını periyodik olarak günceller ve sürekliliğini sağlar.

Sonuçlara göre hareket eder. Değer akış yöneticisi ürünün teslimatı, kalitesi ve maliyeti ile ilgili sorumluluğu üstlenir (Rother ve Shook, 1999).

4.4. Mevcut Durum Değer Akış Haritası

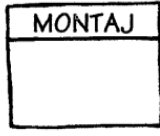
Yalın üretim teknikleri üretim kararı alındıktan sonra, ilk aşama üretimin kağıt kalemle çizilerek resminin çizildiği, tedarikçiden müşteriye kadar ve üretimle ilgili bilgilerin yer aldığı mevcut durum haritasının çizilmesidir. Üretim alanında var olan durumu görselleştirerek herkesin anlayabileceği şekilde anlatması bakımından mevcut durum değer akış haritası önemlidir.

Haritalama görevinin değer akışı yönünde hızlıca ilerledikten sonra teslimattan akış yönünün tersinden başlayarak yapılması, gerekli bilgilerin haritayı çizecek kişi tarafından bizzat toplanması, haritanın tamamının bu kişi tarafından çizilmesi ve kurşun kalem kullanılarak çizim yapılması önemli ipuçlarıdır (Rother ve Shook, 1999).

Haritalama için malzeme akışı, bilgi akışı ve genel olmak üzere üç kategoride belirli semboller kullanılmaktadır (Rother ve Shook, 1999). Şekil 4.1.'de değer akış haritalarında kullanılan semboller verilmiştir. Bu semboller değer akış haritaları üzerinde çalışan, inceleyen herkes için ortak bir dil görevi görmektedir.

Mevcut durum haritasının çizilebilmesi için öncelikle uygulama yapılacak olan işletmeden bir takım ekip kurulmalıdır. Oluşturulan ekip yalın üretim teknikleri ve işletme süreçleri hakkında tecrübeli kişilerden oluşmalıdır. Ekip tarafından ilk olarak tahta üzerine üretim süreçleri kabaca çizilir. Daha sonra oluşturulan ekip üretime giderek mevcut durum haritasına yazılacak bilgilerin toplanmasında görev alırlar. Bunlar genel olarak çevrim zamanları, stok miktarları, kalıp değiştirme süreleri gibi bilgilerdir. Bu bilgiler toplandıktan sonra takım yeniden bir araya gelir ve kağıt ya da tahta üzerine çizimlere başlanır.

MALZEME AKIŞI SEMBOLLERİ



Üretim
Prosesi



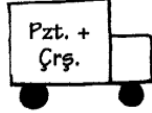
Dış
Kaynaklar

C/T = 45 sn.
C/O = 30 dk.
3 Vardiya
2% Hurda

Bilgi Kutusu



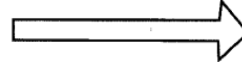
300 adet
1 gün
Stok



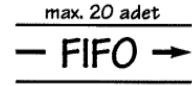
Kamyonla
Sevkiyat



İTME Oku



Bitmiş Ürünün
Müşteriye Hareketi



İlk-Giren-İlk-Çıkar
Sıralı Akış

GENEL SEMBOLLER



Kaizen
İyileştirmeleri



Tampon veya
Emniyet Stoğu



Operatör



Süpermarket



Çekiş

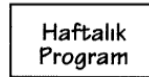
BİLGİ AKIŞI SEMBOLLERİ



Manuel
Bilgi Akışı



Elektronik
Bilgi Akışı



Bilgi



Yük Seviyelendirme



Çekme
Kanbanı



Üretim
Kanbanı



Sinyal
Kanban



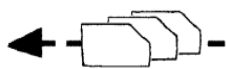
Kanban
Kutusu



Sıralı-Çekme Topu



"Git Gör" Üretim
Çizelgeleme



Yığın Halinde
Kanban Hareketi

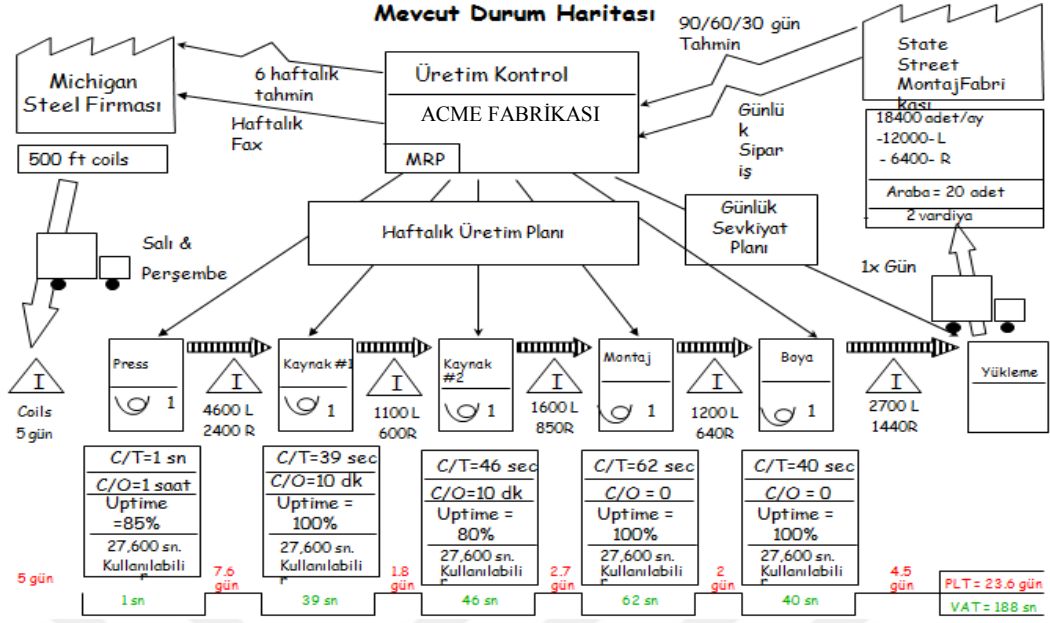
Şekil 4.1. Değer akış haritası sembolleri (Rother ve Shook, 1999).

Değer akış haritasına müşteriden başlanarak çizime başlanır. Burada müşteri sembolü akış haritasının sağ üst köşesine çizilir. Ve yapılan müşteri sembolü altına bir kutu çizilir ve müşteriyle ilgili bilgiler buraya yazılır. Bu bilgiler genelde müşterinin yıllık, aylık ve günlük talebini gösterir. Daha sonra üretim planlamadan ilk tedarikçi adımına sol üst köşeye bir ok çekilir ve okun sonuna tedarikçi sembolü çizilir. Tedarikçi ile müşteri sembolleri aynıdır. Tedarikçi sembolünden taşıma sevkiyat sembolleri ile ilk üretim yapılacak olan kutu çizilir. Bu kutunun en üstüne malzemenin üretimdeki ilk operasyonu yazılır. Daha sonra kutunun içinde çizgiler çekilerek ürünün üretildiği vardiya zamanı, çevrim süresi, hazırlık süreleri ve ıskarta gibi bilgiler buraya yazılır. Her yeni bilgi girildiğinde altına bir çizgi çizilir. Burada en üstte çevrim zamanı, onun altına hazırlık zamanı, ürünün üretildiği vardiya sayısı gibi bilgiler yer alır. Bunlara ek olarak da vardiya süresi, molalar ve net vardiya süresi belirtilir.

Bilgi akışı ise düz çizgi ve kırık çizgi olmak üzere iki şekilde gösterilir. Düz çizgi normal iletişimi gösterirken kırıklı çizgi ise elektronik ortamdaki iletişimi temsil eder.

Eğer süreçler arasında ürünler ve yarı mamuller bekliyorsa bu bölgelere stok kutusu sembolü çizilir. Bir sonraki sürecin çevrim zamanından hareketle buradaki stokların kaç günde kullanılacağı da toplam stok miktarının bu çevrim süresine bölünmesiyle bulunur. Üretim sisteminde itme, çekme ve FIFO sistemleriyle işleyen bölgeler gösterilir. Eğer bir operasyon bir önceki operasyondan bağımsız olarak kendi çizelgesine göre üretim yapıyorsa itme sistemi vardır. Diğer durumlar çekme ve FIFO sistemlerinin birleşiminden oluşur (Aytaç, 2001).

Mevcut durum değer akış haritalarına malzeme akışı ve bilgi akışları (operatör sayısı, işlenmekte olan ürün adedi vb.) kaydedildikten sonra malzemenin üretim sahasına girdiği andan nihai ürün haline dönüşümüne kadar geçen süreçteki toplam süreç ve ürüne ait işlem süresi hesaplanarak haritaya yazılmaktadır. Mevcut durum değer akış haritaları darboğaz yaratan kaynakları, ürüne değer katmayan adımları, israfları görmek açısından önemlidir. Örnek bir mevcut durum değer akış haritası Şekil 4.2.'de gösterilmiştir (Rother ve Shook, 1999).



4.5. Gelecek Durum Değer Akış Haritası

Bu adımda müşterinin ürünle ilgili olarak fiyat, temin zamanı, kalite özelliklerini içerecek şekilde neler talep ettiği anlaşılmalıdır. Gelecek durum haritasının müşteri talebi adımına takt süresi belirlenerek başlanır. Takt süresi bir sürecin müşteri talebini karşılayabilmek için ne kadar hızlı çalışması gerektiğini gösteren temel ölçüttür.

Değer akış haritalandırma amacı, kısa sürede gerçekleştirilecek olan gelecek durum değer akışının uygulanması ile israf kaynaklarını ortaya çıkarmak ve onları ortadan kaldırmaktır. Amaç her prosesin müşterisine sürekli akış veya çekme sistemi ile bağlandığı ve her prosesinin yalnızca müşterisinin ihtiyacı olan şeyi ihtiyacı olduğunda üretmeye çalıştığı bir üretim zinciridir (Rother ve Shook, 1999).

4.5.1. Takt süresi

Takt zamanı üretici tarafından değiştirilemez, müşteri tarafından tanımlanan referans rakamıdır. Aşağıdaki formül ile hesaplanır (Rother ve Shook, 1999):

$$\text{Takt Zamanı} = \frac{\text{Vardiyada Kullanılabilen İş Zamanı}}{\text{Vardiya Başına Müşteri Talep Miktarı}}$$

ACME örneği için verilen bilgilerden yola çıkarak takt süresi;

Kullanılabilir Çalışma Süresi = $28,800 - 1200 = 27,600$ saniye/vardiya

Günlük Müşteri talebi = $18400 / 20 = 920$ adet

Vardiya başına talep = $920 / 2 = 460$ adet

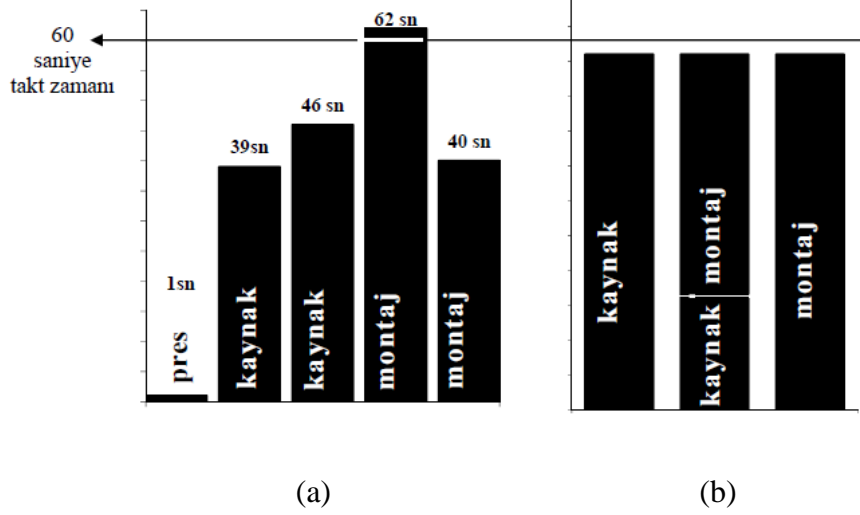
Takt Zamanı = $27.600 \text{ sn} / 460 \text{ adet} = 60$ saniye

olarak bulunmuştur.

4.5.2. Sürekli Akışa Karar Vermek

İş dengeleme çizelgesi, her proses için mevcut toplam çevrim sürelerini özetler. Yalın yaklaşıma göre; proseslerin birbirlerine yaklaştırılması, parçaları bir prosesten diğerine taşıyan veya aktaran operatörlere sahip olunması ve iş elemanlarının her operatörün çevrim süresini takt zamanın altında kalacak şekilde yeniden dağıtılması gerekmektedir (Rother ve Shook, 1999).

Şekildeki örnekte, montaj ve kaynak istasyonu incelenirse, çevrim sürelerinin birbirinden çok farklı olmadığı ve takt zamanının birbirine yakın olduğu görülür. Parçalar bir işlemden diğerine sürekli akışla doğrudan geçebilir. Kaynak ve montaj operasyon sürelerinin toplamı takt zamanına bölünürse ($187/60\text{sn.}$) kaynak ve montajı takt zamanı içinde sürekli akış içinde çalıştırmak için 3,12 operatöre ihtiyaç olduğu ortaya çıkar. 4 operatör tam kapasite çalıştırılmayacaktır fakat ihtiyacı da ortadan kaldırmayacaktır. Diğer alternatif, işlerin sürelerini takt zamanının altına indirmek için proses kaizenler ile israfın ortadan kaldırılmasıdır. Kaizen hedefi, her operatörün iş sürelerinin 56 sn. veya altına (veya toplam iş süresi $\leq 168\text{sn.}$) düşürülmesi olabilir. Burada 4. operatör ve prosesler arasında malzeme taşıyıcı, gerçekten değer yaratan diğer faaliyetlere atanmalıdır.



Şekil 4.3. ACME Stamping Çevrim Süreleri a) Mevcut çevrim, b) Kaizen'den sonra çevrim (Rother ve Shook, 1999).

Takt zamanında üretime ve karışık seviyelendimeye izin vermek için, pacemaker proste ideal olarak çok az veya 0 model değiştirme süresi harcanmalı ve çok sık model dönüşü olmalıdır. Bu nedenle kaynaktaki model dönüş süresi 10 dk.'lardan birkaç saniyeye düşürülmelidir. İkinci kaynaktaki güvenilirliğin iyileştirilmesine (belki bakım) ihtiyaç vardır.

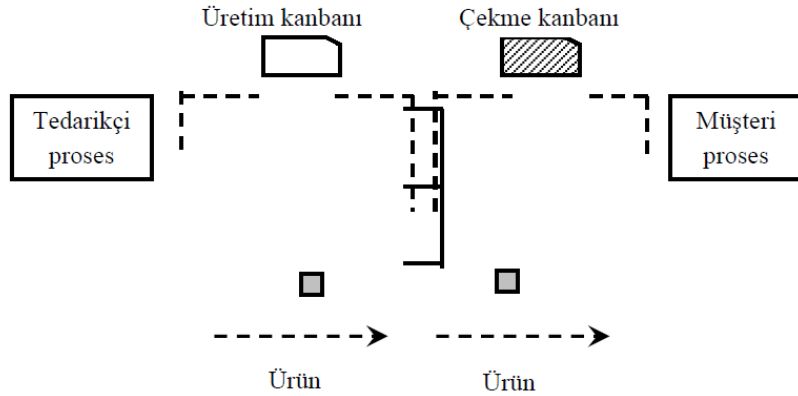
4.5.3. Süpermarket Sistemi Kurulması

Sürekli akış kurulan alanlarda süpermarket diye adlandırılan raf sistemleri kullanılır. Geleneksel süpermarketlerde ürünler farklı alanlarda bulunan raflardadır. Süpermarkette müşteri tarafından ürün alınması sonucu raflarda azalan ürünler belli periyotlarda görevliler tarafından kontrol edilerek raflar önceden belirlenen seviyeye kadar doldurulur. Böylece raflarda ürün bitmesi gibi bir sorun yaşanmamaktadır. Üretim yapılan işletmelerde de sürekli akış kurulan alanlarda süpermarketler kullanılır. Buna göre belirlenen alanlardaki raflarda olması gereken ürünler ve sayıları belirlenir. Daha sonra bunların ne sıklıkta kontrol edileceği belirlenerek ilgili çalışan tarafından doldurulması istenir ve böylece sürekli akışın sağlanabilmesi için alanda kullanılan tüm alt parçalar yeterli miktarda bulunur. Süpermarketler sürekli akışın kurulamadığı yerlerde de kullanılır. Sürekli akışın kurulamadığı proseslerde çeşitli nedenlerden dolayı süpermarketler kurulur (Kahrıman, 2013):

*Proseslerin tamamı aynı çevrimde çalışmamaktadır. Bazı prosesler daha hızlı veya daha yavaş çevrim sürelerinde çalıştırılır ve genelde aynı proseste farklı parçaların üretimi yapıldığı için model değişim süresi veya yeni ürüne hazırlık süresi ihtiyacı bulunmaktadır. Model değişimlerinde kullanılacak malzemeler ekipmanların yakınlarında bulundurulur ve bu değişim süresinin azaltılması sağlanır.

* Depo alanı her prosese aynı uzaklıkta olmamaktadır. Proseslerde kullanılacak parçaya her ihtiyaç duyulduğunda depo alanından bunu tek tek taşımak uygun değildir. Yine bu sorunun ortadan kaldırılması için bir veya daha fazla prosesin belirlenen periyotta ihtiyaç duyduğu malzemelere kolay ulaşabilmesi için süpermarket kurulur.

* Prosesler arasındaki üretimi kontrol altına almak ve prosesler arasındaki stok düzeyinin aynı seviyede kalmasını sağlamak için tedarikçi proses ile müşteri proses arasında süpermarket kurulabilir. Bu tür durumlarda süpermarket çekme sisteminin işlemlerini sağlar.



Şekil 4.4. Süpermarket çekme sistemi (Rother ve Shook, 1999).

Şekil 4.4'e göre müşteri proses, işlem görece kadar ürünü süpermarketten çeker ve işleme tabi tutar. Süpermarkette eksilen parça bilgisi kanban kartları sayesinde tedarikçi prosese iletilir ve eksilen parça adedince ürün işlenerek süpermarketteki yerine konur. Genelde süpermarketteki malzeme akışı ilk giren ilk işlem görür (First-in-First-out, FIFO) kuralına göre. Buna göre tedarikçi proses, süpermarketi müşteri prosesin malzeme alışına zıt yönde besler; örneğin müşteri

proses ön kısımdan malzeme çekerken tedarikçi proses arka kısımdan doldurarak FIFO kuralının devamını sağlar.

4.5.4. Tempo Ayarlayıcı (Pacemaker) Prosesin Belirlenmesi

Değer akış haritaları uygulamalarında genelde her süreç için ayrı çizelgeleme oluşturulmaz. Çekme sistemi kullanıldığında sadece bir noktayı çizelgelemek gerekir. Bu nokta müşteri çekişine göre çizelgelenir ve önceki proseslerin tetiklenmesini sağlar. Bu procese “ tempo ayarlayıcı (pacemaker) proses” adı verilir. Ürüne ait üretimin kontrolünü bu prosesin hızı belirlemektedir. Bazı işletmelerde tempo ayarlayıcı proses olarak sevkiyat bölümü seçilir veya darboğaz olarak kabul edilen proses tempo ayarlayıcı proses olur ve ürüne ait akışın hızını bu prosesin çıktısı belirler. Tempo ayarlayıcı processte üretim hacmindeki dalgalanmalar daha önceki proseslerin kapasite ihtiyaçlarını etkiler. Bu prosesin seçimi aynı zamanda değer akışındaki hangi elemanların, müşteri siparişinden bitmiş ürüne akış süresinin bir parçası olduğunu belirler. Tempo ayarlayıcı processten sonra herhangi bir süpermarket veya çekme sistemi olmamasına dikkat edilmelidir. Tempo ayarlayıcı proses genellikle kapıdan – kapıya değer akış haritalama içinde en sondaki sürekli akış prosesidir. Gelecek durum haritasında tempo ayarlayıcı proses, müşteri siparişleri ile kontrol edilen üretim prosesidir. Bu sebepten ötürü tempo ayarlayıcı processte farklı ürünlerin üretimini zamana düzgün yaymak oldukça önemlidir (Kahrıman , 2013).

4.5.6. Tempo Ayarlayıcı Processte Üretim Karmasının Seviyelendirilmesi

Montaj yapılan birçok yerde uzun süre bir ürün tipini çizelgeleyip model değişimlerinden kaçınmak bulunabilecek en basit çözümdür. Ancak bu durum değer akışının geri kalan kısımları için oldukça büyük problemler yaratabilir. Aynı ürünleri gruplandırıp tek seferde üretmek, mevcut durumda üretilen ürün tipinden farklı bir şey isteyen müşteriye hizmet vermeyi zorlaştırır. Bu bitmiş ürün stokunun daha fazla olmasını, müşterinin istediği ürünün elde bulunmasını ümit ederek veya siparişi karşılamak için daha uzun akış süresini gerektirir.

Montajda yapılan seri üretim aynı zamanda işlem görmüş parçaların da büyük partiler halinde tüketilmesi anlamına gelmektedir. Büyük partiler halinde tüketilmesi bütün değer akışı boyunca süpermarketlerin ihtiyaç duyulan ara stokları ile gereğinden fazla doldurulmasına neden olur. Ayrıca son noktada meydana gelen dalgalanma, akışın

başına doğru şiddetini arttırarak hareket edecek ve stoklar başa doğru gidildikçe artacaktır. Stokların proses aralarında artmasını engellemek ve uzun süre bir ürünün çizelgelenmesinin önüne geçebilmek için farklı ürünlerin üretiminin belli bir zaman diliminde düzgün olarak dağıtılması gerekir. Bu seviyeleme işlemine “yük dengeleme” adı verilmektedir. Örneğin günlük üretilecek 3 ürünümüz olsun: 100 adet A ürünü, 50 adet B ürünü, 25 adet C ürünü. Normalde yapılan; öncelikle A ürünün tamamını, daha sonra B ürünün tamamını ve son olarak C ürünün tamamını üretecek şekilde çizelge oluşturmak ve bu doğrultuda çalışmaktır. Bu üretim yığın üretim tipidir. Ancak yapılacak dengeleme sayesinde ürünler küçük partilere bölünür ve üretim küçük partiler halinde dönüşümlü olarak yapılabilir. Yapılacak muhtemel hat dengeleme sonucunda üretim çizelgesi aşağıdaki gibi olacaktır:

AAAABBCCAAAABBCCAAAABBC.....AAAABBC

Her bir çevrimde 4 adet A ürünü, 2 adet B ürünü ve 1 adet C ürünü üretilecek şekilde çizelgelenmesi durumunda küçük partiler halinde yapılan üretim 25 çevrim sonunda müşteri talebini karşılayacak parti büyüklüğüne ulaşacaktır ve her bir ürünün günlük talebi karşılanmış olacaktır.

Yukarıda anlatılan üretim seviyeleme işlemini minimum kayıpla yapabilmek için model değişim sürelerinin çok düşük veya sıfır olması gerekir. Aksi durumda her model değişimi üretimin aksamasına ve süreçte israfların oluşmasına neden olacaktır.

4.5.7. Proses iyileştirmelerinin yapılması

Gelecek durum haritasındaki iyileştirmeler için model değişim sürelerinde ve parti büyüklüğünde azalma, makina kullanım oranlarında iyileşme ve toplam iş miktarındaki değer katmayan işlerin ortadan kaldırılması sağlanmalıdır. Bu iyileştirme noktaları kaizen sembolleri ile işaretlenir. Proses içindeki yürüme, çevrim dışı hareket, operatörlerin makinaları beklemesi ve bitmiş parçanın çıkarılması başlıca kaizen noktalarıdır. Operatörler makinalara parçayı yükleyip çalıştırdıktan sonra makina çevrim süresince operatöre ihtiyaç olmaması gerekir. Aksi takdirde operatör makinaya bağımlı hale gelir ve israfa sebep verir (Rother ve Shook, 1999).

Değer akışı haritalama yalnızca bir araçtır. Çizdiğiniz gelecek duruma ulaşmadıkça ve kısa bir süre içinde gerçekleştirmediğiniz hiçbir değeri yoktur.

Gelecek durum değer akışınızı gerçekleştirme planı; gelecek durum haritası, ihtiyaç duyulan proses seviye haritaları ve yerleşim planları ve yıllık değer akış planına odaklanır (Rother ve Shook, 1999).

Gelecek durumu başarmak için uygulamaları adımlara bölme ve değer akışı planından yararlanır.

4.5.8. Uygulamanın Adımlara Bölünmesi

Değer akış haritası, yalnızca proses alanlarına değil, fabrikadaki bütün akışa bakar ve çoğu kere bütün gelecek durum unsurlarını bir anda uygulamak imkansız olur. Bu nedenle değer akış yöneticisi uygulamayı adımlara böler. Bunun için akış süresine odaklanır, değer akışını pacemaker çevrimi, diğer çevrimler ve tedarikçi çevrimi şeklinde bölümlere ayırabilir ve bunlar haritada daire içine alınabilir.

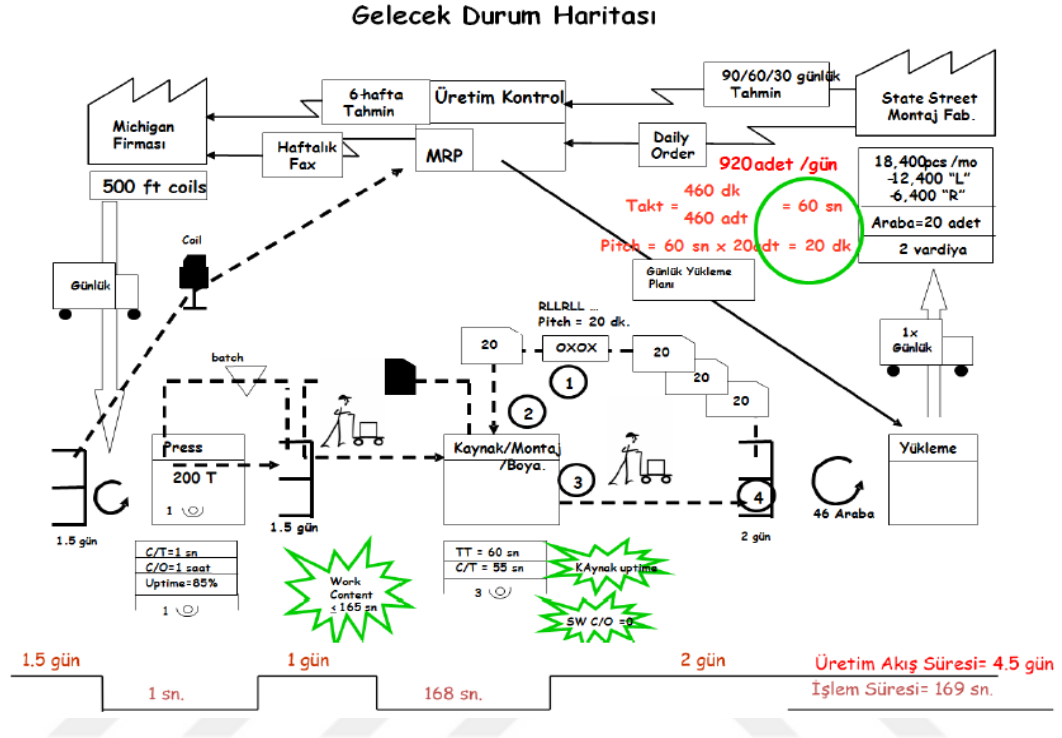
Mevcut durum haritasının çizilmesinden sonra gerekli incelemelerin ardından ikinci adım, gelecek durum haritasının oluşturulmasıdır. Gelecek durum haritasının oluşturulmasının amacı yalın üretim araçlarının, değer akışının nerelerinde ve hangi aşamalarda kullanılacağıının gösterilmesidir. Bu araçlar; hücre tasarımı, bitmiş ürün süpermarketleri oluşturma, 5S ve hazırlık sürelerinin düşürülmesi gibi geliştirme metotlarıdır. Bu aşamada hala planlamayla meşgul olduğundan detaylara boğulmaktan kaçınılmalıdır. Gelecek durum haritası daha etkin ve israfları azaltılmış bir değer akışını tanımlamalıdır. Gelecek durum haritası oluşturma süreci (Aytaç, 2001);

1. Müşteri talebine odaklanma
2. Akışa Odaklama
3. Düzgünleştirmeye odaklanma

adımlarından oluşmaktadır.

Çekme aralığı ikinci olarak belirlenmelidir. Çekme aralığı, daha önceden belirlenmiş proses içi stok parti miktarının, bir üst operasyondan bir alt operasyona taktta bağlı olarak gönderilme süresidir. Çekme aralığı, takt süresi ile parti miktarının çarpılmasıyla bulunur. Takt süresi müşteriye bağlıyken, parti miktarı müşteriye bağlı

olabilir ya da olmayabilir. Diğer bir deyişle takt süresi sonunda 1 ürün üretilmelidir yerine, çekme aralığı sonunda belirlenen parti miktarı kadar ürün üretilmelidir anlamına gelir. Şekil 4.5'te örnek bir gelecek durum haritası görülmektedir.



Şekil 4.5. Gelecek durum haritası (Rother ve Shook, 1999).

Organizasyon içinde sürekli ve sorunsuz bir değer akışının sağlanması ile hem iç hem dış müşteriler doğru miktarda, doğru zamanda ve istenilen kalitede hizmet alırlar. Bu adımda sürekli bir akış sağlayacak elemanların planlanması ve haritalandırılması yapılmaktadır.

Düzenlemeye odaklanma müşteriden daha küçük miktarlarda sipariş almak, envanter miktarını ve proses içi stok miktarını azaltmak amacıyla; iş hacim ve çeşit olarak daha küçük parçalara ayrılır. Gelecek durum haritasının bu adımında, üretimi düzğünleştirecek elemanlar haritaya eklenmelidir.

4.6.Değer Akış Planı

Gelecek durum haritası nereye gidilmek istendiğini gösterir. Bunun için yıllık değer akış planı hazırlanır. Yıllık değer akış planı; tam olarak adım adım ne zaman ne yapmayı planladığınızı, ölçülebilir hedefleri ve gerçek temin sürelerini ve gözden geçirecek kişilerin isimleri ile kontrol noktalarını içerir (Rother ve Shook, 1999).

Uygulama planının amacı uzun, karmaşık dökümanlar yaratmak değil, herkesin anlayabileceği ve gidip işini yapabileceği çalışılabilir bir plan oluşturmaktır. Genel planın A3 sayfasına sığdırılması önerilir. Planın en önemli aşaması planın kendisini yaratmak değildir, tam tersine ilerlemeyi düzenli olarak gözden geçirmek ve problemleri tespit etmek için planın kullanılmasıdır (Rother ve Shook, 1999).

Planın uygulamasında genellikle ilk olarak ortaya çıkan soru “hangi sıra ile uygulamalıyız?” veya nereden başlanacağıdır. Bu belirlenirken çalışanlar tarafından prosesin çok iyi anlaşıldığı yer, başarı olasılığının yüksek olduğu yer ve büyük sıçramalı iyileştirmelerin olacağı tahmin edildiği yerlere öncelik verilebilir. Etkili stratejilerden birisi uygulamaya “Pacemaker çevrim” den başlamak ve gerekli oldukça diğer proseslere geçmektir. Pacemaker çevrim son müşteriye en yakın olarak iç müşteri gibi davranır ve daha önceki çevrimlerdeki talebi kontrol eder. Planın uygulama sırası duruma göre değişir. Yol göstermesi bakımından genelde aşağıdaki sırayı takip edebilir (Rother ve Shook, 1999).

1. Takt zamanına göre çalışan sürekli akışı gerçekleştirir.
2. Üretimi kontrol etme için çekme sistemi kur.
3. Seviyelendirme yap.
4. Kaizen yap.

Bunun için israfları ortadan kaldır, parti büyüklüğünü azalt, süpermarketleri küçült ve sürekli akış alanını genişlet.

Minimum israflı sürekli akış, aşırı üretimin ortadan kalkması anlamına gelir. Fazla üretimin ortadan kalkması da, üretimin takt zamanına göre tutarlı ve tahmin

edilebilir olması için iş elemanlarının standart hale getirilmesi demektir. Daha sonra akışa üretim emri verebilmek için bir araç olarak “çekme” ye ihtiyaç olacaktır. Pacemaker çevriminde çekme tüm üretim sıralamasının müşteriye göre yapılmasının başlangıcıdır. Son olarak, birden fazla ürün varsa yalın bir akışa sahip olmak için seviyelendirmeye ihtiyaç vardır; çünkü seviyelendirme yoksa farklı ürünleri hala partiler halinde üretiyorsunuz demektir. Yalnızca bir çeşit ürüne sahip olunursa bile, üretim hacmini seviyelendirme gerekecektir (Rother ve Shook, 1999).

Sürekli akış, çekme ve seviyelendirmenin başarıya ulaşabilmesi için hızlı model değişimi, takt zamanının etkin sağlanması, yüksek makina güvenilirliği, etkin sipariş süreci vb. çalışmalara bağlıdır. Kaçınılması gereken nokta ise proses iyileştirmelerine takılıp kalmamaktır. Gelecek durum vizyonunuzun hangi elemanlarını uygulamak istediğiniz ile ilgili temel bir sıra oluşturduğunuzda, değer akış yöneticisi onları yıllık değer akış planları üzerine yazmalıdır. İnsanların bir işi yapma konusunda alışkanlıkları vardır. Yeni hücre devreye girdiğinde bir geçiş süreci olacaktır. Ortalama olarak insanların değişikliğe adapte olması 3 hafta almaktadır. Değişime direnç oluşursa sürekli akışın bir seçenek değil zorunluluktur. (Rother ve Shook, 1999).

Faaliyet planı, mevcut durumdan tasarlanan yeni duruma geçişin nasıl, ne zaman ve kimler tarafından gerçekleştirileceğini açıklar. Gelecek durum ile ilgili planlar hayata geçirildikçe belirli bir zaman içerisinde yeni bir mevcut duruma dönüşecektir ve böylece yeni bir gelecek durum haritası çıkartılarak haritalandırma prosesi tekrarlanacaktır. Diğer bir deyişle değer akışı sürecinde bir “sürekli iyileştirme” sağlanmaktadır. Değer akış haritası oluşturmak aydınlatıcı bir tecrübe olabilir. Fakat plan uygulanmazsa sadece muda oluşturulur (Nanos, 2006).

5.YAYIN TARAMASI

Performans ölçüm ve yalın üretim uygulama yöntemlerine ait mevcut kaynaklarda yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılmış bazı araştırma ve çalışmalar, aşağıda kısa olarak özetlenmiştir.

Melton (2005) çalışmasında, işletmelerin gerçek anlamda yalın üretim sistemini benimsemek istediklerinde müşterinin değer adına neler istediğini bilmeleri gerektiğini ve buna göre süreçlerine yön vermesi gerektiğini vurgulamıştır. Yalın üretimin tüm endüstrilerde uygulanabilir olduğunu ve işletmelere sağlayacağı faydalara değinerek çalışmasını sonlandırmıştır.

Birgün, Gülen ve Özkan (2006), bir traktör fabrikasında müşteri beklentilerini karşılamak üzere yalın üretim prosesi dahilinde değer akış haritalama çalışmasında bulunmuşlardır. Çalışmada elde edilen değer akış haritası üzerinde israfa neden olan faaliyetler ve kullanıcıların hangi durum içinde buldukları gösterilmiştir. Yapılan çalışma sonunda alınan sonuçlar işletme yetkilileri ile paylaşılmıştır. Sonuçlara göre, çekme sisteminin kurulması ile temin süresinin 21 günden 3,5 güne kısılması ve envanter devrinin 6 kat artması mümkün olacaktır. Çalışmalarında ayrıca tedarik sıklıklarının haftada iki kez olmasının sistemde yaratacağı etkinin görülebilmesi için simülasyon yönteminden yararlanılması önerisi getirilmiştir.

Abdulmaleka ve Rajgopa (2007)'nin çalışmalarında proses ağırlıklı endüstride uygulanması halinde yalın üretim teknikleri sayesinde israfların yok edilebileceği, envanter düzeyinin azaltılabilmesi ve ürün kalitesinin artırılabilceği yer almaktadır. Yapılan çalışmada mevcut durum değer akış haritası çizilmiş ve ardından gelecek durum akış haritası çizilerek gerçekleşme öngörüsü yapılarak simülasyon destekli çalışma yapılmıştır. Bu sayede gerçekleşmesi beklenen zaman ve maliyet kazancı sağlanmıştır.

Demirkır (2008), yaptığı çalışmada üretim yapan birçok işletmenin kitle üretimine bağlı büyük hacimli üretim gerçekleştirmek üzere kurulduğu ve bu nedenle müşteri taleplerine karşı esnek olmadıkları üzerinde durmuştur. Büyük kitle üretiminde kullanılan cihazların kapasitelerinin büyük hacimli üretimler

gerçekleştirildiği için değişim gösteren siparişlere bağlı olarak uyumlu olmadığından bahsetmiştir. Kitle üretiminin aksine değeri müşterinin isteğine göre tanımlayan, müşterinin talebine her proseste cevap verebilecek yalın üretim teknikleri müşteri taleplerini karşılayacak esnekliğe sahiptir. Lastik fabrikasında yapılan uygulamada dar boğaz noktası belirlenen lastik üretim prosesine yalın üretim teknikleri uygulanmıştır. Yalın üretim teknikleri uygulamasıyla incelenen proseste 14,27 gün 0,0363 saat olan akış süresi 2,26 gün 0,0357'ye düşürülmüştür.

Kazcıoğlu'nun (2009) kitle üretiminden yalın üretime geçiş sistemleri konulu çalışmasında yalın üretim teknikleri kullanılarak lastik fabrikasında yalın üretime geçiş üç aşamada ele alınmıştır. Birinci aşamada dar boğaz ve israflar belirlenmiş, ikinci aşamada israfları ortadan kaldırmak için gerekli planlamalar yapılmış ve üçüncü aşamada yapılan iyileştirme planları gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada yalın üretim iyileştirme teknikleri ile dar boğaz noktası belirlenmiştir. Dar boğaz noktasında belirlenen katma değer sağlamayan faaliyetler, israflar belirlenmiş ve yalın üretim teknikleri 5S, Hücre sistemi, SMED, Kaizen, Poka-Yoke, Toplam Verimli Bakım çalışmaları kapsamında değerlendirilmiş ve değer katmayan faaliyetler kaldırılmıştır. Çalışma sonunda çevrim süreleri düşürülmüş, gereksiz değer katmayan taşıma faaliyetleri ortadan kaldırılmıştır. Yapılan iyileştirmeler sonrasında temin süresinde kısalma ve müşteri taleplerini karşılamada iyileştirme sağlanmıştır.

Ermeğan (2011), tarım ve iş makineleri endüstrisinde yer alan bir firmada yüksek ürün çeşitliliği artışının performans üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için yalın üretim teknikleri kullanmıştır. Yalın dönüşüm süreci başlangıcı için ilk olarak Pareto Analizi yapılmış ve hangi ürün ailesi üzerinde çalışma yapılacağı belirlenmiştir. Öncelikli olarak üretim ortamında meydana gelen olumsuzlukların tespit edilmesi için belirlenen ürün ailesi gurubu için değer akış haritası çizilmiştir. İşletmede uygun olacağı düşünülen tek parça akışı, hat dengeleme, üretim dengeleme, kanban ve iş standartları gibi uygulanacak olan yalın teknikler belirlenmiş ve uygulamalar yapılmıştır. Uygulama sonucunda talep değişikliklerine işletmenin uyum sağlayabileceği montaj hattı tasarlanmış, üretim ve kalitede %20 oranında verimlilik artışı sağlanmıştır.

Behrouzi ve Wong (2011), çalışmalarında üretim sistemlerine uygulanan yalın üretim teknikleri performans değerlendirmesi için sayısal model geliştirmişlerdir. Bulanık üyelik fonksiyonlarından yararlanarak geçmişteki performans bilgileri ile mevcut performans bilgileri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılan veriler sayısallaştırılmış ve son durum puan olarak elde edilmiştir. Elde edilen yalın performans puanlarının yöneticiler tarafından üretim sistemleri analiz değerlendirmelerinde önemli olduğu görülmüştür.

Beşer (2011), çalışmasında değer akış haritasında israfların kaynağı belirlenmiş ve değer katan işlemler artırılarak kaynakların daha etkin kullanımı sağlanmıştır. Uygulamada elektrikli şofben üretimi yapan hattın yalın üretim tekniklerine göre analizi yapılmıştır. Üretim hattında operasyon çevrim süreleri için zaman ölçümleri yapılmış ve Kaizen iyileştirmeleri ile hat dengeleme metotları uygulanmıştır. Çalışma sonunda yalın üretimin uygulanabilirliği görülmüş ve katma değer sağlamayan işler yok edilmiştir.

Aksu (2013) tarafından yapılan çalışmada otomotiv yan sanayi yedek parça üretimi yapan 3 hücreli bir işletmede yalın üretim teknikleri uygulanarak üretimde meydana gelen kayıplar en aza indirilmiştir. Çalışmanın ilk adımında çizilen değer akış haritasında katma değer sağlayan ve israfa neden olan işlemler tespit edilmiş ve uygulama yapılacak olan yalın üretim tekniklerine karar verilmiştir. Bölgede yapılan incelemelerde 5S, Kalıp değiştirme süresi azaltımı, Kaizen uygulamaları, Kayıp zaman analizi ve Görsel yönetim ile standart iş çalışmalarına karar verilmiştir. Yalın tekniklerin uygulanmasının ardından mevcut durumda meydana gelen değişimlerin verileri belirli aralıklar ile derlenmiştir. Bu veriler daha sonra veri zarflama analizi (VZA) uygulaması için girdi ve çıktı değerlerini oluşturmuştur. Yalın üretim uygulamaları sonrasında kalıp değiştirme süresinin analizi üretime değer katmayan ve gereksiz olan faaliyetleri ortaya çıkartmıştır. Uygulamalar sonrasında kalıp değiştirme sürelerinde %70 oranında azalma olmuştur. Kayıp zaman analizleri ile duruş nedenlerine göre veriler derlenmiştir. Mevcutta kullanılan kayıp zaman analizi formları güncellenmiş ve detaylı hale getirilmiştir. Duruş nedenlerinin birçoğu ortadan kaldırılmış ve büyük ölçüde azaltılmıştır. Üretim sahasında yapılan görsel yönetim teknikleri, 5S çalışmaları bu sonuçları elde etmede önemli rol oynamıştır.

Cinoğlu (2013) yaptığı çalışmada yalın felsefenin otomotiv yan sanayindeki uygulamalarından bahsetmiştir. Yapılan çalışmada firmanın yaşadığı hurda konektör probleminin ortadan kaldırılması veya en düşük seviyeye indirilmesi planlanmıştır. Çalışmada problemlerin belirlenmesinde Neden sonuç diyagramı ve Pareto analizi gibi yalın üretim teknikleri kullanılmıştır. Kullanılan yöntemlerle belirlenen hataların kök nedenleri bulunmuş ve ortadan kaldırmak için Poka-Yoke ve iş standartlaştırma çalışmaları yapılmıştır. Bu uygulamalar sonucunda da hurda konektör oranı başlangıçtaki seviyesinin bir kaç kat altına düşürölmüştür.

Günümüz rekabet ortamında işletmeler kendilerini ön plana çıkarabilmek için her türlü verimlilik çalışmalarına önem vermektedirler. İşletmeler ellerinde bulunan sınırlı kaynakları değerlendirerek düşük maliyetli katma değer yüksek ürün elde etmek istemektedirler. Değer kavramının önem arz ettiği noktada yalın üretim uygulamaları ön plana çıkmıştır. İşletmeler yalın üretim sayesinde katma değer olan işlere daha çok önem vermekte ve üretim akış sürecini iyileştirmek istemektedirler. Yapılan verimlilik çalışmalarında daha çok ürün akışına önem verilirken bilgi akışı göz ardı edilmektedir. Kahrıman (2013) alışmasında bilgi akışını sentezleyen proseslerde meydana gelen israfların ortadan kaldırılması için yalın üretim tekniklerinden değer akış haritalamadan yararlanmıştır. Genelde proste yapılan akış göz önünde bulundurularak yapılan küçük iyileştirmelerde diğer proseslere etkiler tam anlamı ile görölemezken, değer akış haritalama yöntemi ile yapılan iyileştirmelerde bütün proses üzerindeki olumlu ya da olumsuz olan etkileri görölebilmektedir. Çalışmada değer akış haritalama yöntemi kullanılarak malzeme ve bilgi akışının yalınlaştırılması hedeflenmiştir. Otomotiv yan sanayinde yapılan çalışmada malzeme ile bilgi akışı esas alınmış ve mevcut duruma göre değer akış haritaları resmedilmiştir. Mevcutta oluşan israfları azaltarak üretim akış sürecini hızlandıracak şekilde simölasyon programına ait çıktılar doğerultusunda gelecek durum haritası çizilmiş ve iyileştirme noktaları belirlenerek çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Güneş (2014), çalışmasında rekabetin en önemli unsurlarından birinin maliyet, diğerinin de teslim süresi olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmada proje bazlı üretim yapan ve zaman maliyet baskısı son derece yüksek olan gemi inşasında yalın

felsefenin uygulanabilirliği hakkında araştırma yapılmıştır. Mevcut durum ve gelecek durum değer akış haritaları çizilmiş ve bazı iyileştirmeler için karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışma sonucunda mevcut durum değer akış haritası üzerinde yapılacak bazı iyileştirmeler sonunda teslim sũresi ve işçilik maliyetlerinde önemli lũde iyileştirmeler olacağı ngrũlmũřtũr.

Venkataramana, Ramnathb, Kumarc ve Elanchezhian'in (2014), çalışmalarında Hindistan'da krank mili ¼retimi yapan otomotiv firmasında yalın ¼retim sistemi kalite, maliyet ve teslimat hedeflerini iyileştirmek için kullanılmıştır. Krank mili dũřũk maliyetli makine ile tek parça akış sisteminde ¼retilmiřtir. Mũřteriler tarafından istenilen farklı miller ¼retmek için yalın ¼retim uygulamaları sonrasında teslim ve imalat sũresi dũřũrũlmũř ve kusurlu ¼rũnler azaltılmıştır. Uygulanan teknikler sonrasında yũksek işlem kapasitesi ile kũũk partiler halinde mũřterilerin talepleri karşılanmıştır.

Rohania ve Zahraeea (2015), değer akış haritalama yöntemi ile ¼retim hattının performansın geliştirmeyi hedeflemiştir. Bu hedefe ulaşmak için yalın temel ilkeler kullanılmış ve israfların ortadan kaldırılması için değer akış haritası hayata geçirilmiştir. Değer akış haritası elde etmek için takt sũresi hesaplanması ile ekip oluşturulması, ¼rũn seçimi, kavramsal tasarımı ve zaman erevesi formũle edilmiştir. Gelecek değer akış haritasındaki nihai sonuçlar yalın dũřũnceler uygulanarak ¼retim akış sũresi 8,5 gũnden 6 gũne, işlem sũresi de 68 dakikadan 37 dakikaya dũřũrũlmũřtũr.

Azizia, Thulasi ve Manoharanb (2015), değer akış haritalama yöntemi kullanarak katma değer sağlamayan faaliyetlerin ortadan kaldırılması ile performans artışını hedeflemiştir. Değer akış haritalama ile kũũk ve orta bũyũklũkteki işletmelerde verimliliği artırmak için katma değer olmayan faaliyetler ortadan kaldırılır. Çalışmada mevcut durum haritasında öncelikle ¼retimde bulunan ışkartaları analiz etmek ve sonrasında SMED ile Kaizen iyileştirme aktivitelerini kullanmak suretiyle hazırlanan eylem planları gelecek durum haritasını belirlemiştir. Değer akış haritalama ve Kaizen uygulamaları ¼retim sũresini azaltarak KOBİ gibi kũũk işletmelerde iyileştirme sağlamıştır.

Literatürde bu konuda sayısız yayın bulunmaktadır. Bu yayınların çoğunluğu değer akış haritalama aracını kullanırken, simülasyon tekniğinden yararlanan ya da matematiksel modeller uygulayan çalışmalar da mevcuttur.



6. İMALATÇI BİR FİRMADA YALIN DÖNÜŞÜM ADIMLARI

Bu bölümde yaşanan imalat problemlerinden dolayı yalın dönüşüme karar verilen bir refrakter tuğla üreticisinde gerçekleştirilen yalın düşünce adımları açıklanmaktadır.

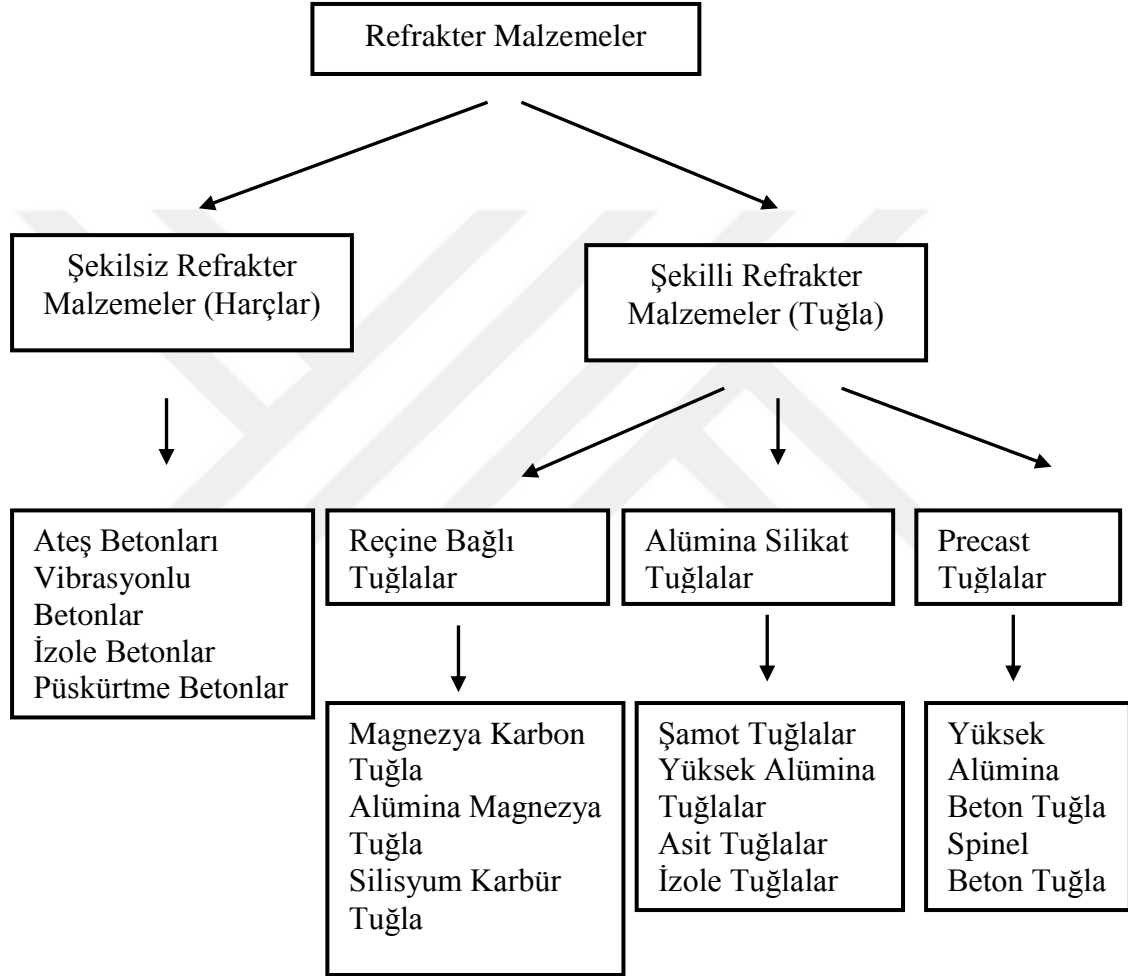
6.1. Firma Bilgileri ve Üretim Yapılan Malzemelerin Sınıflandırılması

Firma yüksek sıcaklığa dayanıklı cevherleri işleyerek refrakter tuğla ve harç üretimi gerçekleştirip ağır sanayinin hizmetine sunmaktadır. Firmada yıllık ortalama 40000 ton refrakter tuğla ve harç üretimi yapılmaktadır. Üretim yapılan refrakter malzemeler yurt içinde Erdemir ve İsdemir gibi entegre demir ve çelik firmalarına satış yapılırken, aynı zamanda yurt dışında İran, Suriye, Irak, Rusya, Bosna Hersek, Mısır gibi ülkelere malzeme temini sağlayarak ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır. Çalışmanın yapıldığı firmada 30 beyaz yakalı personel ile 120 mavi yakalı personel istihdam edilmektedir.

İşletmede üretim, yapılan ürünlerin çeşitlerine göre tuğla ve harç üretimi olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Tuğla üretimi yapılacak ürünün kalitesine ve pişirilmesine göre tuğla üretimi iki çeşit yapılmaktadır. İlk grup alümina silikat grubu tuğlalar olup bu tuğlalar tünel fırında 6 günlük işlem sonrasında pişirme ile üretim yapılan tuğlalardır. İkinci tuğla grubu ise reçine bağlı olup bu tuğlalar ise temperleme fırınında daha düşük sıcaklıklarda ve 1,5 gün süre ile işlem gören tuğlalardır. Her iki tuğlada kırma-öğütme, harman hazırlama, şekillendirme aşamaları fark göstermezken fırınlama işlemi süreleri ve sıcaklıklarına bağlı olarak farklılık göstermektedir.

Fabrikada üretim yapılan diğer grup ise monolitik şekilsiz diye tabir edilen harç ürünleridir. Harç ürünleri bileşiminde bulunan çimentoya bağlı olarak hidrolik bağlayıcı malzemeler olarak da adlandırılmaktadır. Firmada harç üretimi hazırlık aşamaları kırma öğütme ve harman hazırlama işlemleri diğer tuğla üretimi ile benzerlik göstermektedir. Harç hazırlamada sistem kırılmış ve öğütülmüş hammaddelerin mikser içinde KGM (Kalite Güvence Müdürlüğü) laboratuvarından verilen reçeteye bağlı olarak mikserlenmesi ve 25 kg torbalara paketlenmesi ile son bulmaktadır. Harç üretiminin ikinci kısmında ise torbalanan kullanıma hazır harç

malzemelerinin firmada su ile karıştırılarak müşterilerin vermiş olduğu siparişe bağlı kalıp içine vibrasyonla dökümü gerçekleştirilmektedir. Kalıp içine alınan tuğlalar harcın priz alması ile beraber kalıptan çıkarılır ve tünel fırında pişirme işlemleri gerçekleştirilmesinin ardından müşteriye sevk edilmektedir. Şekil 6.1’de firmada üretim yapılan malzemelerin sınıflandırılması verilmiştir.



Şekil 6.1. Firmada üretilen ürünlerin sınıflandırılması.

Şekil 6.1’de verilen refrakter malzemeler, müşteride kullanım şekline bağlı olarak farklı kalitelerde sınıflandırılmaktadır.

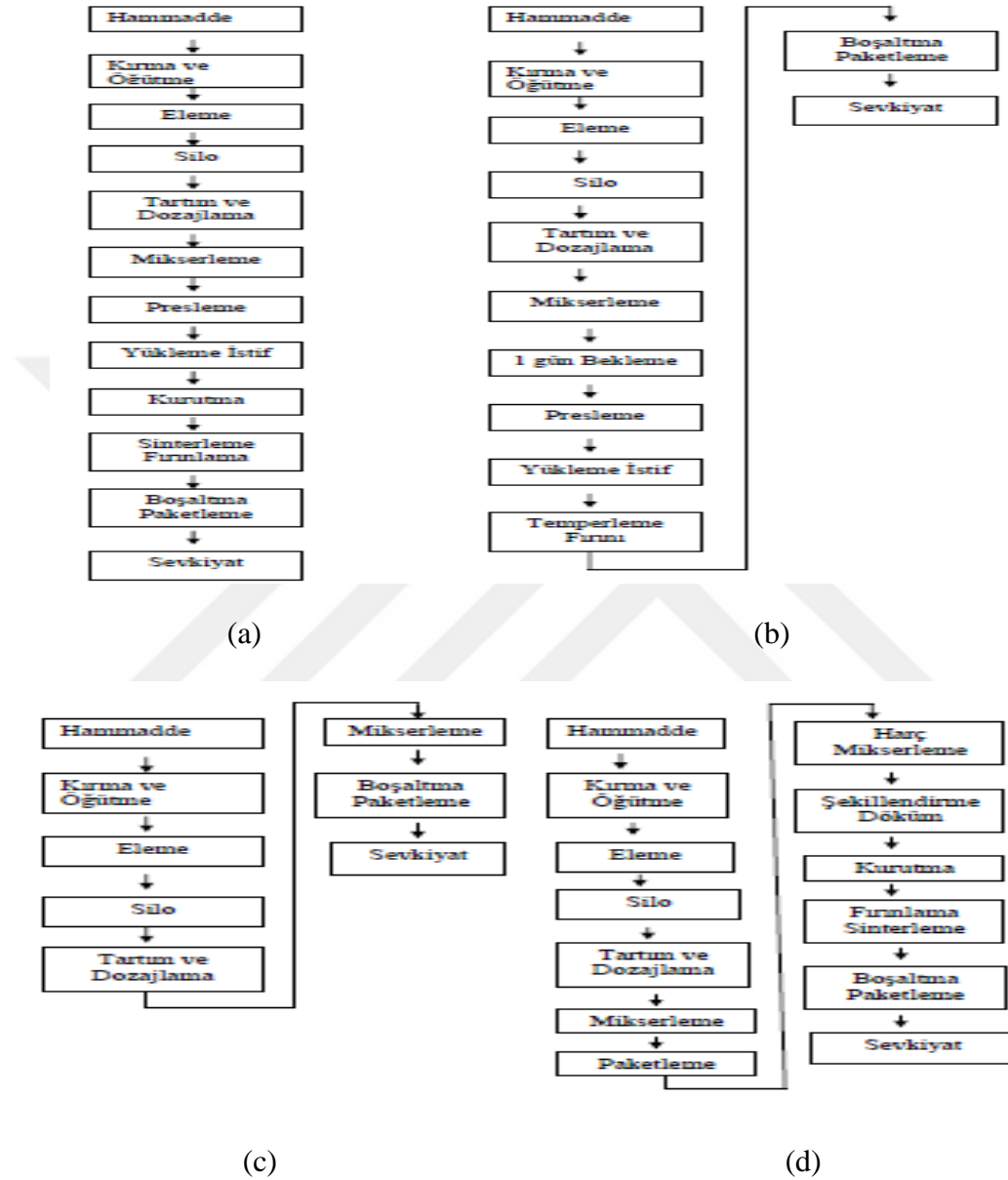
6.2. Üretim Süreçleri

Refrakter işletmesinde üretimi yapılan şekilli ve şekilsiz ürünlerin üretim süreçleri şekillendirme ünitesine kadar aynıdır.

Firma sipariş üzerine çalışmaktadır. Gelen siparişe bağlı olarak ERP sistemine malzemenin kalitesi, adet, tonaj ve şartname bilgileri girişleri yapılır. Yapılan sipariş işlem bilgileri ERP sisteminden ve evrak olarak ilgili birimlere ulaşmaktadır. Gelen siparişe bağlı olarak kullanılacak olan hammadde tonajları için gerekli hesaplamalar yapılır. Yapılan hesaplamalara bağlı hammadde kırma-öğütme işlemleri gerçekleştirilerek mikserleme için ön hazırlık işlemleri tamamlanmaktadır.

Şekil 6.2a'da alümina silikat üretimi verilmiştir. Mikserleme işlemi tamamlanan harman, şekillendirme sorumlusu posta başına gelen şekillendirme emri ile direkt olarak şekillendirme ünitesine alınır. Şekillendirme emrinde hangi preste, kaç ton ve adet basılacağı belirlenmiştir. Gelen siparişe prese bağlanacak kalıpların ölçüleri Yardımcı İşletmeler Müdürüne elektronik ortamda ve üretim planı ile bildirilmektedir. Hazırlanan harman pres silosuna konularak şekillendirme işlemi başlatılır. KGM elemanının gerekli ölçü boyutlarını kontrolü sonrasında seri üretime devam edilir. Preslenen tuğlalar vagon üzerine homojen pişirme sağlanması için istif yapılır. Vagon üzeri tamamen istiflenerek doldurulduktan sonra pres operatörü tarafından vagon kartı oluşturulur. Yükleme tamamlanan vagon fırınlar bölümüne, operatör tarafından itilerek ulaştırılır. Vagon kartı fırınlar bölümünde bulunan kontrol panosuna asılır. Operatör işlem sonrası ERP sistemine üretim yapılan adet, tonaj ve vagon no bilgileri girilerek işlemi tamamlar. Fırınlar bölümüne gelen vagon, pişirme öncesi kurutma fırınına girerek 1 gün boyunca kurutulur. Kurutulan malzeme sonrasında kalitesine bağlı tünel fırına verilerek konvoy halinde yüksek sıcaklıkta pişirme işlemi yapılır. Fırınlama işlemi 7 vagon/gün hızla çalıştığı için toplam 6,5 gün fırlama işlemi gerçekleştirilir. Fırınlama işlemi bitmiş ürünler ERP sisteminde mamul ambar sevkiyat şefi önüne düşer ve boşaltma işlemi gerçekleştirilir. Fırından çıkan ürünler Sevkiyat Şefinden gelen bilgiye bağlı olarak paletler üzerine alınır. Palet üzerine alınan tuğlalar paketleme, şirinkleme ve çemberleme işlemi sonrası irsaliye kesilerek sevkiyat yapılır.

Şekil 6.2b’de reçine bağlı ürünler akış şeması verilmiştir. Kırma öğütme ve mikserleme işlemi tamamlanan yarı mamuller presleme sahasına çekilerek en az 1 gün süre ile bekletilmeleri sağlanır.



Şekil 6.2. Üretilen ürünlerin akış şemaları,

- a) Alümina silikat tuğla, b) Reçine bağlı tuğla,
c) Monolitik harç d) Precast tuğla

Üretimi yapılacak olan malzemelerde kullanılan bağlayıcı reçine, beklemeden yapılan üretimlerde presleme esnasında çatlama ve kabarma yapması ile pres başında

oluşan hurda tuğla fireleri ve işçilik kayıpları gibi israflara neden olmaktadır. Hazırlanan harmanlar 1 gün sonra planlamada verilen preste şekillendirme yapılarak vagon üzerine istifleme yapılır. Sonrasında üzeri tuğlalarla doldurulan vagon, fırınlar bölümüne operatör tarafından götürülür. Reçine bağlı tuğlalardaki fark, üretiminin temperleme fırınında ve düşük sıcaklıkta 1,5 günde yapılarak müşteriye gönderilmesidir.

Şekil 6.3a.'da reçine bağlı tuğlaların şekillendirme görüntüsü verilmiştir. Preste çift gözde 60sn'de 2 adet tuğla yüksek basınç verilerek şekillendirme işlemi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 6.3. Şekillendirme ve Fırınlama üniteleri.

a)Tuğla presleme görüntüsü, b)Tünel fırın tuğla vagon giriş görüntüsü.

Şekil 6.3b'de alümina silikat tuğlaların vagon üzerinde tünel fırına giriş fotoğrafı verilmiştir. Burada, vagon üzerine iyi pişme sağlanması için üst üste konulmuş istif yapılmış tuğlalar ve kullanılan vagon görülmektedir.

6.3. Değer Akış Haritalama Süreci

Yalın üretim uygulamalarına geçişte ilk adım firmada bulunan üretimin incelenerek değer akış haritasının çizilmesi olmuştur.

6.3.1.Yalın Üretim Ekibi Kurulması

Yalın dönüşüm için öncelikle, İşletme Şefi Liderliğinde Makine Bakım Şefi, İşletme Formeni ve Sevkiyat Şefinden oluşan bir yalın üretim ekibi kurulmuştur.

Bilindiği üzere yalın üretim belirli kişilerin sorumluluğunda yürütülebilecek bir süreç olmadığı için seçim yapılırken bölüm sorumluları uygulamaya dahil edilmiştir. Uygulamanın bölüm sorumluları tarafından yapılmasının uygulanan yalın tekniklerin kalıcılığının sağlanmasında önemli olacağı düşünülmüştür. Bu sürece herkesin etkin katılımının sağlanması ile istenilen sonuçlara ulaşmak mümkün olacaktır. Bu nedenle üretim alanında bulunan herkes yalın üretim konusunda bilgilendirilmiş ve eğitilmiştir.

6.3.2.Ürün Ailesi Seçimi

Ekip öncelikle ürün ailesi seçimini yapmıştır. Firma çalışanlarından alınan bilgiler, Alumina silikat tuğlalarda uzun süren akış süreleri ve ıskarta miktarına bağlı maliyet kayıplarının fazla olduğudur. Bu yüzden ıskarta oranı yüksek olan ürün ailesi tespit edilip çalışmalara başlanmıştır. Şekil 6.4.'de ıskarta miktarlarını belirlemek için kullanılan form verilmiştir. Her kalitede meydana gelen hatalı tuğlalar adet ve tonaj miktarları günlük forma kaydedilmiştir. Hataların toplamında neden oldukları hurda sayıları adet ve tonaj birimleri cinsinden tutularak kalite bazında karşılaştırma yapılmıştır.

En yüksek oranda belirlenen hurda sayısı üzerinde durularak meydana gelen hata türleri için önleyici aksiyon planları yapılmıştır. 1 ay boyunca yapılan günlük takip sonrasında tuğlalarda meydana gelen hurda sayıları belirlenmiş ve Tablo 6.1'de sunulmuştur.

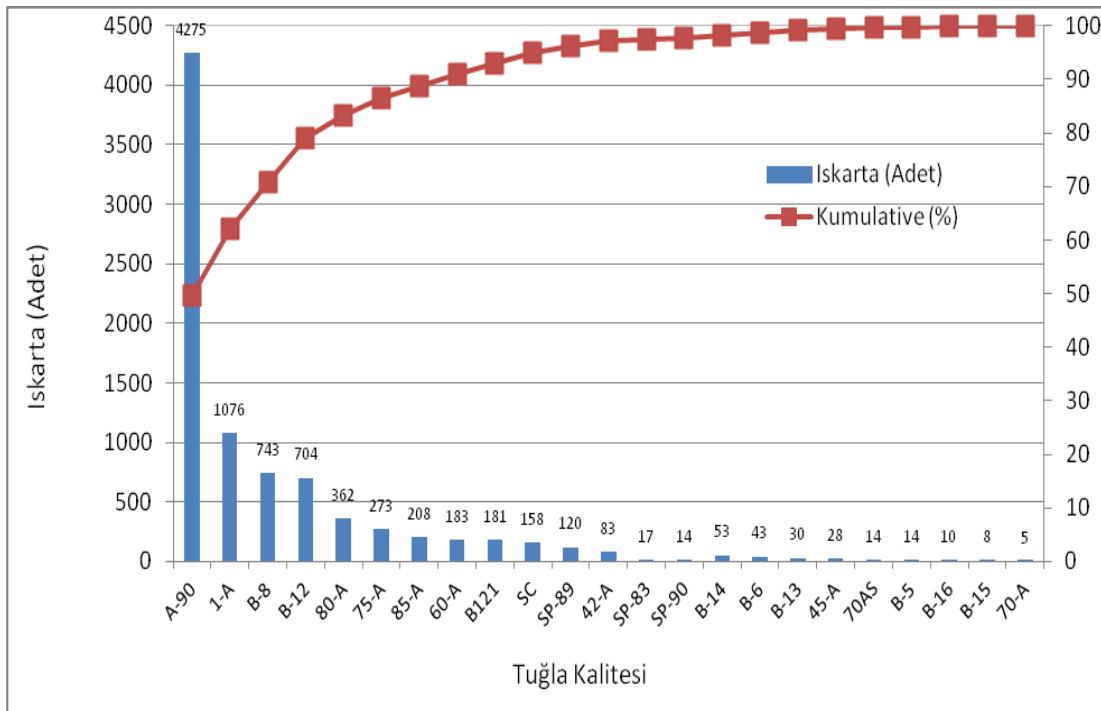
Tablo 6.1 incelendiğinde, elde edilen 1 aylık veriler reçine bağlı tuğlalarda adet bazında olan kaybın ortalama %1,22 olduğu görülmektedir. Firmanın iyileştirme planlarına bağlı kalite hedeflerinde reçine bağlı tuğlalar için aylık fire oranı %1 olarak belirlenmiştir. Aylık değerlere bakıldığında fire oranının, belirlenen hedefin üzerinde olduğu görülmektedir. Diğer Alümina-Silikat grubu tuğlalarda ise ortalama %5,50 ile 45,62 ton hurda tuğla, sevkiyat yapılamadan hurdaya gönderilmiştir. Alümina-Silikat tuğlalarda firmanın yıllık bazda kalite planlarındaki hedefi ise, %1,5 olarak belirlenmiştir.

Tablo 6.1. Kalite bazında sınıflandırılan tuğlaların adet ve tonaj iskartta değerleri.

Ürün kalite	Brüt		Iskartta		Brüt		Iskartta		Iskartta	
	adet	Ton	adet	Ton	Ton	Adet (%)	Ton	Adet (%)	Ton (%)	
Ekim 2015										
SP-89	6.343	124,7	120	3,4		1,89			2,73	
SP-83	2213	38,16	17	0,29		0,77			0,76	
SP-90	1685	24,27	14	0,2		0,83			0,82	
SC	12404	142,24	158	1,93		1,27			1,36	
B-8	84614	820,43	743	7,1		0,88			0,87	
B-5	788	19,55	14	0,35		1,78			1,79	
B-6	2523	61,09	43	1,01		1,70			1,65	
B-12	26017	261,43	704	8,44		2,71			3,23	
B-121	25582	307,88	181	2,01		0,71			0,65	
B-13	2790	40,18	30	0,43		1,08			1,07	
B-16	704	12,43	10	0,21		1,42			1,69	
B-14	2564	68,26	53	1,34		2,07			1,96	
B-15	2442	45,12	8	0,15		0,33			0,33	
Reçine Bağlı Tuğla Toplam	170669	1965,74	2095	26,86		1,22			1,36	
1-A	41585	251,37	1076	9,24		2,59			3,68	
42-A	2642	26,08	83	0,83		3,14			3,18	
45-A	2057	18	28	0,11		1,36			0,61	
60-A	7245	32,64	183	0,81		2,53			2,48	
70-A	765	13,77	5	0,09		0,65			0,65	
75-A	21184	105,92	273	1,37		1,29			1,29	
80-A	24882	149,56	362	2,09		1,45			1,40	
85-A	7314	36,68	208	1,11		2,84			3,03	
70AS	918	3,21	14	0,05		1,53			1,56	
A-90	9547	66,82	4275	29,92		44,78			44,77	
AluminaSilikat Tuğla Toplam	118139	703,26	6507	45,62		5,50			6,48	
TOPLAM	288808	2669,79	8602	72,48		2,97			1,63	

Alümina-Silikat tuğlalarda fire oranını en fazla yükselten değer A-90 kaliteli tuğla olduğu görülmektedir. İşletme kalite personelinin aldığı bilgiye göre A-90 kaliteli tuğlada her ay aynı problemin yaşandığı ve ıskarta oranının aynı nedene bağlı diğer ürünlerden çok fazla olduğu belirlenmiştir

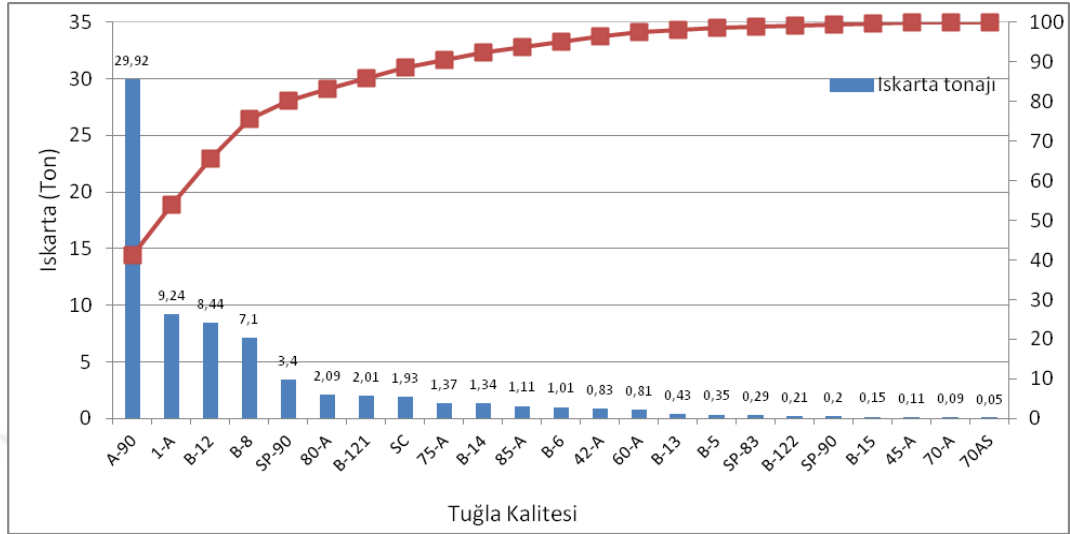
Şekil 6.5.'de farklı tuğla kalitelerindeki ıskarta adetlerine bağlı Pareto Analizi yapılmıştır. Yapılan analizde ilk iki kalitede olan hatanın bütün ıskarta adetlerinin %62,2'sine sahip olduğu görülmüştür. A-90 ve 1-A kaliteli tuğlalar Alümina silikat grubu tuğlalar olup iyileştirme çalışmalarına başlanmıştır.



Şekil 6.5. Iskarta adetlerine bağlı farklı tuğla kaliteleri Pareto analizi.

Aynı kalitede bulunan tuğlalar farklı ölçülerde şekillendirildiği için ağırlıkları değişim göstermektedir. Kalite bazında hacim ağırlıkları ve şekillerine bağlı ağırlık değişimleri ıskarta oranlarında adet sayısı yüksek olmasına rağmen, daha düşük tonajda bulunurlar.

Şekil 6.6.'da Pareto Analizinde verilen ağırlıklara bağlı A-90 ve 1-A kalitelerinde ıskarta oranına toplam etkinin %54,02'ye indiği görülmektedir.



Şekil 6.6. Iskarta tonajlarına bağlı farklı tuğla kaliteleri Pareto Analizi.

Yapılan Pareto analizi sonrasında, A-90 kaliteli tuğlanın hurda sayılarının azaltılması için çalışma yapılmasına karar verilmiştir. Bunun için çizilen akış şeması ve yöneticilerden alınan bilgiler ışığında akış süresi en uzun ve ıskarta problemi olan A-90 kaliteli Alümina Silikat tuğlalar seçilmiştir. Sonuç olarak Alümina silikat tuğlaların üretiminin uzun süreleri içermesi ve üretim hatalarının fazla olması nedeni ile ürün ailesi olarak seçilmesi uygun bulunmuştur.

6.3.3. Mevcut Durum Değer Akış Haritasının Hazırlanması

Bu bölümde, A-90 ürün ailesi'nin kapıdan kapıya değer akış haritası çizilmiş ve analiz edilmiştir. Değer akış haritası müşteriden tedarikçiye kadar tüm prosesler gözlenerek gerekli bilgiler toplanarak haritalandırılmıştır. Mevcut duruma ait değer akış haritası Şekil 6.7' de gösterilmektedir.

Seçilen ürün ailesinde kullanılan boksit cevherinin satın alma uzmanı tarafından alınan bilgiye göre Çin'den alım yapıldığı ve gemi ile limana geldiği belirlenmiştir. Satın alma işlemlerinin 3 ayda yaklaşık olarak 500 ton satın alındığı bilgisi verilmiştir. 2 gün liman antreposunda bekletilmekte ve 1 gün içinde kamyon ile firma stok sahasına ulaştırılmaktadır. İşletme stoklarında çalışma yapıldığı sırada

200 ton boksit cevheri bulunduğu için yurt dışı hammadde alımı mevcut durum değer akış haritasına alınmamıştır.

İşletmede yapılan incelemede hammadde stok sahasının kırma ve öğütme ünitesine uzak olduğu için taşıma işlemleri gibi değer katmayan faaliyetlerin yapıldığı görülmüştür. Bu aşamada kamyon vasıtası ile hammadde sahasına giden operatör vinç yardımı ile yaklaşık 20 ton malzemeyi tek seferde yükleme yaparak kırma ve öğütme tesisine çekmektedir. Yapılan yükleme ve taşıma işlemi için harcanan zaman 60 dk. olarak ölçülmüştür.

Kırma ve Öğütme Tesisi: Kırma ve öğütme tesisinde getirilen hammadde kırıcı bunkerine vinç yardımı ile getirilmekte ve bunker içine big bag altı kesilerek besleme yapılmaktadır. Kırıcılarda 0-30 mm tane boyutu üzerinden yapılan kırma sonrasında 3-5 mm, 1-3 mm 0-1 mm tane boyutlarına sahip granüller kırılmaktadır. Kırma işlemi öncesinde hazırlık süreleri için yapılan zaman ölçümlerinde 45 dakika içinde 1 ton malzemenin kırılarak silo içine taşındığı görülmüştür. Bu da sistemin 1,25 ton/saat hızla çalıştığını göstermektedir. Fakat tane kırılışları minerolojik olarak farklılık gösterdiği için farklı tane boyutunda bulunan silolara farklı ağırlıklarda besleme olmaktadır. Firmada bulunan kırıcılarda meydana gelen arızalar ve çene plakasında bulunan aşınmaya dayanıklı plakanın değiştirilmesi nedenlerden dolayı makine bakım bölümünden TEE %90 olarak alınmıştır.

Harman Hazırlama Ünitesi: Kırma ve öğütme işlemleri tamamlanan hammaddeler pres silosunda uygulanacak reçeteye bağlı olarak tartımları yapılarak mikser içine alınmaktadırlar. Sistemde aynı mikser içinde daha önceden yapılan üretimin farklı kalitede ve kimyasal özelliklerde harman yapıldığı için mikser temizlik işlemleri gerçekleştirilmektedir. Bu işlem için toplam 25 dakika zaman harcandığı tespit edilmiştir. İşletmede boksit cevheri dahil tüm hammadde granülleri için sistemde toplam 32 adet silo bulunmaktadır. 32 adet silo içinde Şamot, Mullit, Andaluzit gibi hammaddelerden 3-5 mm, 1-3 mm 0-1 mm ve 0-0,1 mm granüllerinin her biri ayrı silolarda bulunmaktadır. Yapılacak olan tuğla için KGM 'den gelen reçeteye bağlı olarak operatör, elektronik ortamda girişleri yaparak silolardan hammaddelerin istenilen oranlarda ve ağırlıklarda çekilmesini sağlamaktadır. Bu giriş işlemleri için harcanan zamanın 8 dakika olduğu, yapılan ölçümler sonunda

belirlenmiştir. Operatör sonrasında harman içine preslemenin sağlanabilmesi için, su tartım işlemini yaklaşık 3 dakikada gerçekleştirmiştir. Aynı operatör gerekli bağlayıcıları ve kimyasalların da forkliftle getirilmesini sağlamış ve gerekli tartımları yaparak harman içine 12 dakikada besleme yapmıştır. Buna göre operatör harman hazırlama işlemleri için toplamda 151 dakika zaman harcamıştır. Bütün malzemelerin mikser içine beslemesi tamamlandıktan sonra homojen bir karışım için 10 dakika boyunca mikserleme işlemi yapılmıştır. Hazırlanan harman presleme ünitesine gönderilmesi için bigbag halinde paketleme yapılmıştır. Operatörün forklift operatörünü araması ve bulması gibi gereksiz işlemler sonrasında hazırlanan harman 15 dakika içinde presleme stok sahasına gönderilmiştir. Pres silosuna vinç yardımı ile besleme yapılan harman tuğla basımı için hazır duruma getirilmiştir.

Şekillendirme Ünitesi: Presleme ünitesi 2 vardiya ve 2 operatör ile çalışmaktadır. Presleme ünitesine getirilen harman silo içinde presin kalıbının değişmesi ve hazırlık süreleri için toplam 169 dakika boyunca bekletilmiştir. Bekleyen harmanın, presin çalışmaya başlaması ile beraber 60 sn de 2 adet tuğla kalıp içinde şekillendirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Şekillendirme işlemine başlanması ardından yapılan ölçü kontrolleri ve presin basınç, havalandırma vb. ayarların yapılması ile toplamda 16 adet (%1 ıskarta) tuğla ıskarta olarak israf edilmiştir. Aynı zamanda kalıp değiştirme süresinin de uzun olduğu tespit edilmiştir. TEE hesaplamaları preslerin duruş nedenleri için hazırlanan formda %97,8 olarak hesaplanmıştır. Presleme işlemi tamamlanan her tuğla operatör tarafından vagon üzerine istif yapılarak dizilme işlemi yapılmaktadır. Vagon üzerine yükleme yapılan tuğlalar tamamlandıktan sonra vagon kartı oluşturularak fırınlar bölümün stok bekleme sahasına operatör tarafından götürülmektedir.

Pişirme Ünitesi: Fırınlar bölümünde kurutma fırınına giren vagon 1 gün boyunca kurutma fırınında beklemektedir. Kurutma fırını değer katmayan, fakat yapılması gereken zorunlu bir faaliyettir. Çünkü kurutma fırınına girmeyen Alümina Silikat esaslı bir vagon yüksek sıcaklıkta fırın içine girdiği zaman harmanlama aşamasında verilen suyunu atamaması nedeni ile fırın içinde yüksek sıcaklıkta çatlamalara ve ıskarta miktarının artmasına neden olacaktır. Fırınlar bölümünde yapılan işlemlerdeki ölçüm süreleri, 10 dakikada kurutma fırını içine verilmesi ve

kurutma fırınından çıkan vagonun 5 dakika içinde de tünel fırına verilmesi için geçen sürelerdir. Tünel fırın 88 m ile içine toplam 44 vagon alabilmektedir. Tünel fırına, bir gün içinde 7 vagon 3,5 saatte 1 adet olmak üzere besleme yapılmaktadır. Ve besleme rejimine bağlı olarak fırında aynı şekilde günde 7 adet vagon çıkarılmaktadır. Fırın sürekli sistem olduğu için sürekli olarak çalışmaktadır. Bu yüzden TEE %100 olarak belirlenmiştir. Fırınlar bölümünde 3 vardiya, her vardiyada 2 operatör olacak şekilde toplam 6 personel çalışmaktadır. Fırından çıkarılan vagonlar soğuması ve gerekli kalite kontrol işlemlerinin yapılabilmesi için kontrol hattına fırıncılar tarafından 5 dakikada çekilmektedir. Boşaltma hattında çekilen vagonların soğuması yaklaşık 6 saat sürmektedir. Bu bölümde KGM personeli tarafından sevkiyat yapılacak olan tuğlalardan numune alınarak verilen şartnameye uygunluğu tespit edilmektedir. Yapılan ölçümlerde vagonun boşaltılması ve gereken bölüme alınması için bekleme süresinin yaklaşık 4 saat olduğu ölçülmüştür. Toplamda fırın içinden çıkan malzeme, 10 saat boşaltma işlemi için beklemektedir.

Boşaltma Ünitesi: Boşaltma ünitesine mamul ambar sevkiyat şefinin yaptığı planlamaya bağlı olarak vagonlar yerleştirilmektedir. Boşaltma ünitesinde toplam 8 personel 1 vardiya çalışmaktadır. Boşaltma ünitesine aynı anda toplam 6 vagon 2 hat üzerinde boşaltma yapılmaktadır. Tünel fırından çıkan belirlediğimiz vagonun boşaltma alanına çekilmesi için gereken sürenin toplam 15 dakika olduğu ölçülmüştür. Boşaltma kısmında bulunan operatörün boşaltma işlemi için ortalama 40 sn de 1 adet tuğlayı palet üzerine koyarak istiflediği ölçülmüştür. Hazırlık süreleri için yapılan hesaplamalarda TEE %52,37 olarak hesaplanmıştır. Vagon üzerinde A-90 ürün ailesine ait %44,7 ıskarta bulunduğu, atılan tuğla adetleri ve toplam vagon üzerinde bulunan tuğla sayısına bölünerek bulunmuştur. Vagon üzerinde bulunan ıskartaların çoğunluğunun çatlak ve kenar köşe kırıklarına bağlı olarak gerçekleştiği günlük ıskarta takip formundan hesaplanarak belirlenmiştir.

Paketleme ve Sevkiyat: Boşaltılan ürünler için gerekli palet sayıları tamamlandığı zaman 1 adet paketleme operatörü ile kartonlar tuğla üzerine çekilir ve çelik çember atılarak paketleme işlemi yapılır Bu işlem için yaklaşık 5 dakika zaman harcandığı yapılan ölçümlerle belirlenmiştir. Paketleme işlemi tamamlanan tuğlalar naylon şirink atılması için yaklaşık olarak 10 dakika boyunca forklift

beklemektedirler. 3 dakika içinde forkliftle taşınan malzeme şirink fırını yanına getirilir. Şirink fırınında palet üzerinde kartonlanmış malzeme üzerine malzeme bilgilerinin bulunduğu kart zımbalanarak üzerine naylon geçirilir. Bu işlemler için yaklaşık 3 dakika zaman harcanmaktadır. 6 dakika içinde şirink fırını içinden çıkan palet, yükleme işlemi için hazır duruma getirilmiştir. Şirink fırını yanından paletin kamyonu yüklenmesi için geçen zaman 5 dakika olarak ölçülmüştür. Toplamda 14 dakika çevrim süresi ve sevkiyata kadar geçen zaman 32 dakika olarak bulunmuştur. Bu bölüm için TEE % 91,36 olarak hesaplanmıştır. Kamyonu yüklenen paletlerin tonaj ve adet bilgilerini içeren irsaliye ile sevkiyat yapılmaktadır. Genellikle yapılan sevkiyat 1 gün sonra müşteriye ulaştırılmaktadır.

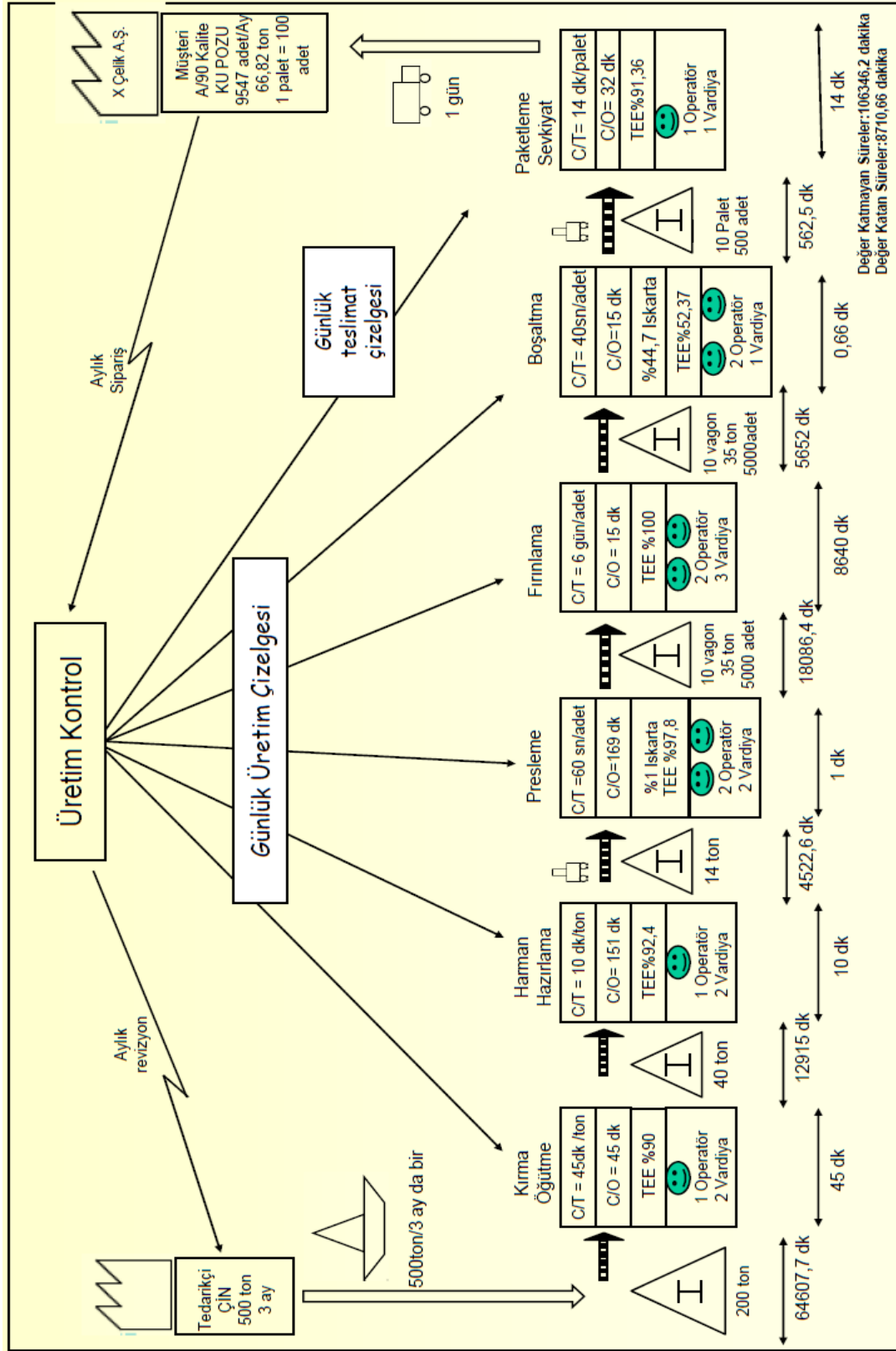
Aşağıda verilen ara stok durumları yarı ürünler için günlük üretim raporlarından, hammaddeler ise ERP sistem üzerinden üretime bağlı kullanım oranlarına göre hesaplanmıştır.

Harman Hazırlama ve Presleme Ünitesi Ara Stok: Harman hazırlama ünitesi 1ton harmanı 10 dakikada ürettiği için pres stok sahasında 14 ton 4522,6 dakika harman stoğu oluşmaktadır.

Presleme ve Fırınlar Arası Ara Stok: Pişirme işlemi yapılacak olan ürün ailesi için en az 5 vagonluk pişirme konvoyunun yapılması gerekmektedir. Bu yüzden işletmede yapılan üretimde 10 vagonun pişirme için fırınlar stok alanında 18086,4 dakika beklediği tespit edilmiştir.

Fırınlama ve Boşaltma Ünitesi Ara Stok Oluşumu: Fırından çıkan 10 vagonlu konvoy boşaltma işlemi için diğer tuğlaları beklemekte ya da rastgele çekilerek boşaltma yapılmaktadır. 10 vagon, boşaltma ünitesi stok alanında 5652 dakika boyunca beklemektedir.

Boşaltma ve Sevkiyat Arası Ara Stok Oluşumu: 2 adet boşaltma hattı bulunan fabrikada 10 palet malzeme tamamen dolduğu zaman forklift ile paketleme ünitesine çekilmektedir. 10 palet malzeme yaklaşık 562,5 dk boyunca paketleme işlemi için beklemektedir. Şekil 6.7'de mevcut durum değer akış haritası verilmiştir.



Şekil 6.7. A-90 Alumina Silikat süreci mevcut durum değer akış haritası

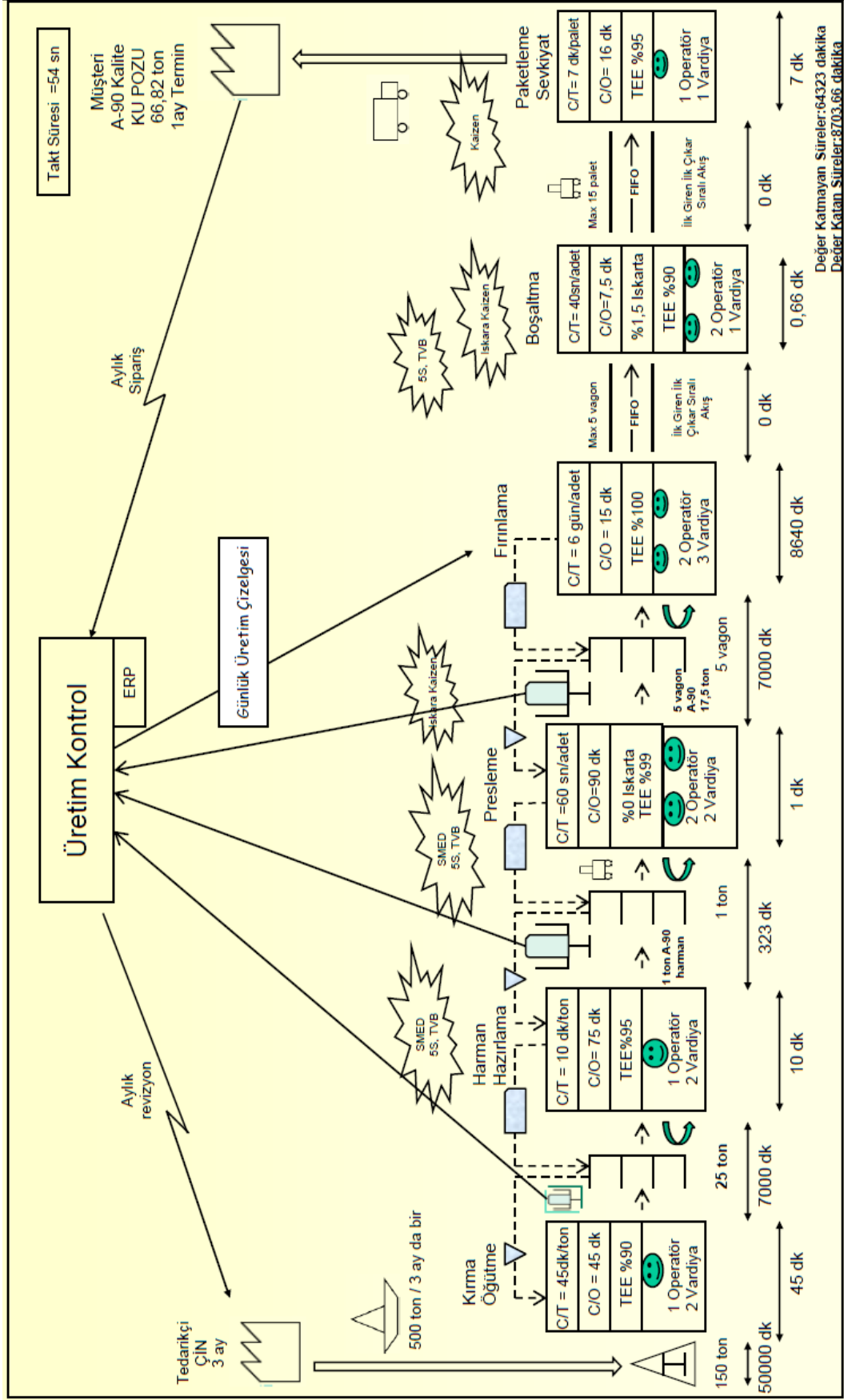
Mevcut durum değer akış haritası incelendiğinde hiçbir aşamada sürekli akışın olmadığı görülmüştür. Değer akış haritasında yapılan analizde:

1. Takt süresi; 27000 sn/vardiya / 500 adet/vardiya olarak hesaplandığında 54 sn/adet olarak bulunur.
2. Boşaltma ünitesi haricinde çevrim sürelerinin takt süresinin üzerinde olduğu görülmektedir.
3. Değer katan süreler toplamı 8710,66 dakikadır. Değer katmayan süreler toplamı 106346,2 dakikadır. Toplam temin süresi değer katan süreler ve değer katmayan süreler toplam 115056,86 dakikadır.
4. Ürün kârını en çok etkileyen nokta boşaltma ünitesinde meydana gelen %44,7 iskarta oranıdır. Proses kararlılığını en çok düşüren ise boşaltma ünitesinde %52,37 TEE'dir. İşletmede ara stoklarda preslerle fırınlama arasında oluşan 8 günlük 35 ton yarı mamul stoku izlenmiştir.

6.3.4. Gelecek Durum Değer Akış Haritasının Hazırlanması

Mevcut durum değer akış haritasında belirlenen A-90 kaliteli tuğla ürün ailesi için yapılacak iyileştirmeler ve kullanılacak olan yalın teknikler gelecek durum değer akış haritasında Şekil 6.8.'de gösterilmiştir. Planlanan Gelecek Durum Değer akış haritasında üretim proseslerinde iyileştirme yapılacak olan problemler için firmanın kalite sistemi sürekli iyileştirme planlarında mevcut olan hedefler seçilmiştir. Mevcut durum haritası incelendiğinde aşağıdaki iyileştirmelere öncelikli olarak ihtiyaç duyulmaktadır:

1. Presleme sahasında stok oluşumunu engellemek için süpermarket sistemi kurulmasına karar verilmiştir. Oluşturulacak çekme sistemi ile stokta 14 ton yerine 1 ton harman olacak, bu harman kullanıldığı an sinyal kanbanı ile tekrar süpermarkette 1 ton stok bulunması sağlanacaktır.
2. Fırınlama, boşaltma ve paketleme sevkiyat bölümleri arasında FIFO sistemleri ile sürekli akış hedeflenmektedir.



Şekil 6.8. A-90 Alumina Silikat süreci gelecek durum değer akış haritası

3. Değer katan sürelerin toplamı 8710,66 dakikadan 8703,66 dakikaya, değer katmayan süreler ise 106346,2 dakikadan 64323 dakikaya indirilmesi planlanmıştır.
4. Harman hazırlama süresi 151 dakikadan 75 dakikaya, Pres model değişim süresi 169 dakikadan 90 dakikaya, Boşaltma ünitesi hazırlık süresi 15 dakikadan 7,5 dakikaya, Paketleme ve sevkiyat ünitesi hazırlık süresi 32 dakikadan 16 dakikaya azaltılması planlanmıştır.
5. Presleme ünitesinde %1 ıskarta miktarının SMED çalışmaları ile, boşaltma ünitesinde %44,5 ıskarta oranını ise Kaizen çalışmaları ile azaltılması planlanmıştır.
6. Paketleme ünitesinin çevrim süresinin 14 dakikadan 7 dakikaya indirilmesi planlanmıştır.
7. Değer akışı dışında makine bakım ve kalıp atölyelerinde de 5S, TVB, SMED ve Kaizen çalışmaları yapılmıştır.
8. Bitmiş ürün stok seviyelerinin kontrolleri ve stok seviyelerinin kontrolü için tetikleyici günlük proses çizelgeleme sistemi fırınlama ünitesine kurulmuştur.
9. Fırınlama ünitesinde stok oluşumunu azaltmak için süpermarket sistemi kurulmasına karar verilmiştir. Oluşturulacak çekme sistemi 35 ton 10 vagonluk stok yerine 17,5 ton 5 vagonluk bekleme stoku olacak, 5 vagon tamamlandığı zaman sinyal kanbanı ile fırına konvoy girişi sağlanacaktır.
10. Kırma ve öğütme tesisi ile harman hazırlama stok oluşumunu azaltmak için süpermarket sistemi kurulmasına karar verilmiştir. Oluşturulacak çekme sistemi ile 40 ton ara stok yerine 25 ton stok tutulması planlanmıştır.

6.3.5. Faaliyet Planının Hazırlanması

Burada, değer akış haritasında iyileştirme yapılması planlanan bölümler, sorumlu yöneticiler ve kullanılacak yöntemler Tablo 6.2’de açıklanmıştır.

Tablo 6.2. Aktivite Planı

Tarih: 10.09.2015		YILLIK DEĞER AKIŞ PLANI												İmzalar						
Alan Yöneticisi: Emin ERSOZ		AYLIK PROGRAM												Senditka	Mühendislik	Bakım				
Değer Akış Yöneticisi: Çetin BAĞLAN		AYLIK PROGRAM												Bölümler	Gözetim	Tarih				
Ürün-Ailesi İş Amacı	Değer Akış Çevrimi	Değer Akışının Amacı	Hedefler	Ekim 2015	Kasım 2015	Aralık 2015	Ocak 2016	Şubat 2016	Mart 2016	Nisan 2016	Mayıs 2016	Haziran 2016	Temmuz 2016	Ağustos 2016	Eylül 2016	Gözetim	Gözetim	Bakım		
A-90 tuğlası karlılığı artırmak	1.Harman Hazırlama Ünitesi	Hazırlık Sürelerinin düşürülmesi,SS	C/O<150dk	↑												İşletme	İşletme Şefi.	01.11.2015		
		TVB, 5S	TEE>-%97,8	↑													İşletme, Makine Bakım	İşletme Şefi.	01.11.2015	
	2.Şekillendirme Ünitesi	SMED, 5S, TVB	C/O<180dk	↑													İşletme	İşletme Şefi.	01.11.2015	
		TVB, 5S	TEE>-%92,44	↑													İşletme, Makine Bakım	İşletme Şefi.	01.11.2015	
		Kaizen, TVB, 5S	İskarta<0,5	↑													Kalite Mtd.	Kalite Kontrol, İşletme	01.11.2015	
		Çekme sistemi kurulması	1 günlük stok çarşafesi	↑													İşletme	İşletme Şefi	01.11.2015	
	3.Boşaltma Ünitesi	İskarta oranının azaltılması	İskarta < %44,5	↑													Kalite Mtd.	Kalite Kontrol, İşletme	01.11.2015	
		Kaizen, 5S, TVB																		
		Hazırlık süresinin azaltılması, TVB, 5S	C/O<15dk	↑													İşletme, Sevkiyat Bölümü	Sevkiyat Şefi	01.11.2015	
		TVB, 5S	TEE>-%52,37	↑													Sevkiyat, Makine Bakım	Bakım Mtd.	01.11.2015	
4.Paketleme ve Sevkiyat	Hazırlık sürelerinin azaltılması	C/O<32dk	↑													Sevkiyat	Sevkiyat Şefi	01.11.2015		
	Çevrim süresinin azaltılması, Kaizen	C/T<14 dk	↑													Sevkiyat, Makine Bakım	Sevkiyat Şefi	01.11.2015		
5.Ara Stoklar	Kurma Öçütme Harman Hazırlama	Bekleme<7000 dk	↑													İşletme	İşletme Şefi.	01.11.2015		
	Harman Hazırlama Presleme arası stok	Bekleme<323 dk	↑													İşletme	İşletme Şefi.	01.11.2015		
	Fırınlama Boşaltma Ünitesi stok	Bekleme<7000 dk	↑													İşletme	İşletme Şefi.	01.11.2015		

Kırma Öğütme Sistemi: Refrakter firması çok çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip hammaddeler kullanmaktadır. Kırılan hammaddeler harman hazırlama ve silo içine boşaltılırken yanlış hammadde içine boşaltılması çok fazla ürün çeşitine sahip tuğlalarda yanlış hammadde kullanımına sebep olacaktır. Yanlış hammadde kullanımını önleme için kırılan hammaddelerin renklerine bağlı olarak tanıyan lazerli bir sistem yapılması ve hatanın en başında önlenmesi düşünülmüştür.

Harman Hazırlama Süresi Kısaltma: Mevcut durum haritası çizilirken harman hazırlamada yapılan ölçümlerde 10 dakika katma değer sağlayan faaliyet gerçekleşirken 151 dakikanın harman reçete bileşimlerinin hazırlanması için kayıp büyük bir zaman olduğu tespit edilmiştir. Harman hazırlama süresi azaltılması için iç hazırlık süreleri ve dış hazırlık süreleri olmak üzere sınıflandırma yapılmıştır. Yapılan hazırlık işlemleri için zaman ölçümleri yapılmış ve öncelikli işlemler belirlenmiştir. Eş zamanlı yapılabilecek işlemler belirlenmiş ve harman hazırlama süresi kısaltılması için 75 dakika hedef belirlenmiştir. Yapılacak olan 5S çalışmalarını ile harman hazırlama süresi kısaltılması desteklenmiştir.

Kalıp Değişirme Süresi Azaltılması: Mevcut durum haritasında kalıp değişimi için hazırlık süresi 169 dakika tespit edilmiştir. Kalıp değişirme süresi azaltılması için öncelikli işlemler zamanları ile beraber tespit edilmiştir. İşlem sıraları iç ve dış hazırlık süreleri olmak üzere ikiye ayrılmıştır. İç hazırlık süreleri dış hazırlık sürelerine verilerek kalıp değişirme süresi azaltılmaya çalışılmıştır. Kalıp değişimi için yapılan hazırlık süreleri 5S ve TVB iyileştirme çalışmaları ile desteklenmiştir. Presleme ünitesinde %1 oranında meydana gelen ıskartanın zaman kaybetmeden tekrar kullanımı için iyileştirme çalışmaları yapılmıştır.

Boşaltma Ünitesi: Fırından çıkan soğumuş vagonlara, boşaltma ünitesinde 2 hat üzerine 6 adet vagon çekilerek boşaltma işlemi yapılmaktadır. Vagonların boşaltma alanına kadar çekilmesi için geçen süre 15 dakikadır. Yapılan Kaizen iyileştirme planlarında kullanılmayan hata üçüncü taşınabilir seyyar bir platform kurulması planlanmıştır. Bu sayede 6 vagon yerine 9 vagon boşaltılarak hazırlık süresinin 7 dakikaya düşürülmesi planlanmıştır. Reçine bağlı tuğlalar için vagon zemini iyileştirme çalışmalarında vagon tabanı çelik saç uygulaması ile ıskarta miktarları azaltılırken çelik saç sayesinde forklift ile vagon üzerinden alınarak müsait

bir alanda boşaltma işleminin yapılması sağlanmaktadır. A-90 kaliteli tuğlada meydana gelen %44,5 ıskarta için 7 adımlı Kaizen iyileştirme planı hazırlanmıştır. İyileştirme planında kök neden bulunarak ıskarta oranının firmanın belirlediği %1,5 kalite hedefine indirilmesi planlanmıştır.

Paketleme ve Sevkiyat Bölümü: Bu bölümde 32 dakika süren hazırlık süresinin ve 14 dakika süren çevrim süresinin boşaltma ünitesinde kurulan seyyar platforma bağlı olarak azaltılması planlanmıştır. Kurulan seyyar platform boşaltılan vagon sayısını birim zamanda 6'dan 9'a çıkaracağı için şirinkleme ve çemberleme işlemleri daha hızlı gerçekleşecek ve yükleme daha çabuk olacaktır. Bu bölümde çevrim süresi 7 dakika, hazırlık süresi de 16 dakika olarak firma kalite hedefleri baz alınmıştır.

6.4. Planların Uygulanması

Mevcut durum değer akış haritası için belirlenen faaliyet planına göre Harman Hazırlama, Presler, Boşaltma ve Paketleme bölümlerinde uygulamalar aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

6.4.1. Harman Hazırlama Ünitesi Uygulamaları

Bu bölümde mikserleme için uzun süren hazırlık süreleri ve TEE için gerçekleştirilen iyileştirmeler açıklanmaktadır.

6.4.1.1. Harman Hazırlık Süresinin Azaltılması

Harman hazırlama süreleri kalıp değiştirmede olduğu gibi iç ve dış harman hazırlama süreleri olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Yapılan çalışmada öncelikli olarak operatör hareketleri zaman tutularak kayıt altına alınmıştır. Harman hazırlama aşaması değer akış haritası oluşturulurken hazırlık sürelerinin fazla olduğu ve değer katmayan faaliyetlerin olduğu gözlenmiştir. Harman hazırlama aşamasında 151 dakika harcandığı gözlenmiştir.

Tablo 6.3’de operatörün harman hazırlama aşamasındaki hareketleri ve yapılan işlemler verilmiştir.

Tablo 6.3. İç ve dış harman hazırlama adımları ve süreleri.

İşlem	İç Hazırlık Süreleri	Süre
3	Mikserin durdurulması ve kalite değişimi olduğu için temizlik yapılması	25 dk
6	Siloda bulunan hammaddelerin reçetedeki kg göre mikser içine alım yapılması	8 dk
7	Kovalara kil doldurulması ve mikser beslenmesi	10 dk
8	Su tartımı yapılması ve mikser besleme	3 dk
10	Tartım yapılan kimyasalların mikser vermesi	5 dk
11	Hazırlanan harmanın silo altından 1 tonluk kovalara alınması	10 dk
	Toplam	61 dk
	Dış Hazırlık Süreleri	
1	Mikser temizlik aletlerinin getirilmesi	5 dk
2	Reçete alma	8 dk
4	Kullanılacak kimyasal katkı malzemelerini arama ve mikser yanına çekme	12 dk
5	Siloda olmayan hammaddelerin hepsinin mikser katına kırma öğütme yapılması	60 dk
9	Reçete içinde bulunan kimyasal katkı malzemelerinin elle tartımlarının yapılması	5 dk
	Toplam	90 dk
	Genel Toplam	146 dk

Yapılan çalışmada 1 ve 2 nolu işlemlere eş zamanlı olarak 3 nolu işlem yapılabilmektedir. Mikser temizlik aletleri ve reçete alındığı zaman diğer operatör tarafından mikser içinde kalan malzeme kürek ile atılarak temizlik için hazırlanmaktadır. 4 nolu işlemde kimyasal malzemelerin aranması ve mikser yanına çekilmesinin, 5 nolu işlem kırma ve öğütme işlemi otomatik yapıldığı için sorun olmamaktadır. 6 nolu işlem silodan hammadde çekilmesi işlemi, siloya 5 nolu işlem yapılırken 60 dakika boyunca kırma yapıldığı için silodan malzeme 8 dakikada çekilebileceği için aynı anda yapılabilmektedir. 7 ve 8 nolu işlemler 5 nolu kırma ve öğütme işlemi boyunca daha önceden hazırlanarak mikser yanına şarj edilmek üzere hazır konuma getirilebilmektedir.

Yapılan çalışmada iç hazırlık süreleri dış hazırlık sürelerine verilemese de 3 ve 5 nolu işlem yapılırken aynı zamanda 1, 2, 4, 6, 7 ve 8 nolu işlemlerin yapılması

hazırlık sürelerinin düşmesine neden olmuştur. Tablo 6.4.'de iç ve dış hazırlık süreleri verilmiştir.

Tablo 6.4. Harman hazırlamada iç hazırlama sürelerinin dış hazırlık sürelerine çevrilmesi.

İşlem Sırası	Zaman (dk)	Önce		Sonra		Toplam
		İç Hazırlık Süresi (dk)	Dış Hazırlık Süresi (dk)	İç Hazırlık Süresi İşlem Sırası	Dış Hazırlık Süresi İşlem Sırası	
1	5		5	3	1	25
2	8		8		2	
3	25	25			4	
4	12		12		5	60
5	60		60	6		
6	8	8		7		
7	10	10		8		
8	3	3			9	5
9	5		5	10		10
10	5	5		11		5
11	10	10				
Toplam (dk)	151 dk	61 dk	90 dk	61 dk	90 dk	105 dk

A-90 kaliteli tuğla için toplam hazırlık 151 dakikada yapılırken bu süre 105 dakikaya, %30,4 oranında indirilmiştir. Yapılan 5S çalışmaları kapsamında harman hazırlama süresinde kısalma olacağı düşünülmektedir.

6.4.1.2. Harman Hazırlama Ünitesi Toplam Ekipman Etkinliği

Toplam ekipman etkinliği; bir işletmenin makine, tezgah veya ekipmandan ne oranda yararlanabildiğini gösteren bir tekniktir. Toplam ekipman etkinliğinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Aksu, 2013).

$$\text{Ekipman Kullanılabilirlik Oranı} = \frac{(\text{Planlanmış Üretim Süresi} - \text{Plansız Duruş Süresi})}{\text{Planlanmış Üretim Süresi}}$$

$$\text{Performans Oranı} = \frac{(\text{Standart çevrim süresi} \times \text{Üretim Miktarı})}{(\text{Planlanmış Üretim Süresi} - \text{Plansız Duruş Süresi})}$$

$$\text{Kalite Oranı} = \frac{(\text{Sağlam Ürün Miktarı})}{(\text{Toplam Üretim Miktarı})}$$

$$\text{TEE} = (\text{Ekipman Kullanılabilirlik Oranı}) \times (\text{Performans Oranı}) \times (\text{Kalite Oranı}) \times 100$$

Tablo 6.5.'de harman hazırlama süreleri azaltılması sonrasında hesaplanan TEE değerleri verilmiştir. Çalışma öncesi %92,44 olan TEE, çalışma sonrasında %93,92'ye yükselmiştir. TEE değerinin 5S ve TVB çalışmaları sonrasında artış göstereceği düşünülmektedir.

Tablo 6.5. Mikser üretim duruşlara bağlı TEE hesaplanması.

Planlanmış Üretim Süresi (sn)	Plansız Duruş Süresi (sn)	Çalışılan Süre (sn)	Standart Çevrim süresi (sn)	Üretim Miktarı	Sağlam Ürün Miktarı	Toplam Ürün Miktarı	Ekipman Kullanılabilirlik Oranı	Performans Oranı	Kalite Oranı	TEE
1080000	81600	998400	600	1	1664	1664	0,9244	1	1	92,44
1080000	65580	1014420	600	1	1690,7	1690,7	0,9392	1	1	93,92

Yapılan iyileştirmeler sonrasında Toplam Ekipman Etkinliğinde %1,48 iyileşme sağlanmıştır.

6.4.2. Şekillendirme Ünitesi Uygulamaları

Şekillendirme ünitesinde faaliyet planında belirtildiği üzere kalıp değişim hazırlık süresi azaltımı, TEE artırılması ve ıskartanın yok edilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır.

6.4.2.1. Kalıp Değişirme Hazırlık Süresinin Azaltılması

Presleme ünitesinde kalıp model değişimi için 169 dakika zaman harcandığı, yapılan zaman ölçümleri ile tespit edilmiştir. Başlangıçta operatörlerin kalıp atölyesi, presler, makine bakım atölyesi arasında hareketleri ve kat ettikleri yollar zaman tutularak ölçülmüştür. Kalıp değişirme sürecinin adımları şöyledir:

Kalıp değişirme için gerekli araç ve gerecin bakım odasından pres yanına taşınması, işini tamamlanmış kalıbın sökülmesi ve kalıp atölyesine taşınması, kalıp

sökülmesi ardından pres temizliğinin yapılması, kalıbın prese taşınması esnasında vinç bekleme, forklift bulma ve taşıma işlemleri için gerekli olan süre, kalıp takılması ve gerekli kalıp ayarlarının yapılması, kalıp ölçülerinin kontrol edilmesi ve deneme tuğla basılması, kalite kontrol ekibinin beklenmesi, basınç ve ölçü kontrolü.

Kalıp değiştirme işlemleri dışsal hazırlık ve içsel hazırlık süreleri olmak üzere iki adımda incelenmiştir. Kalıp hazırlama süreleri içinde operatör hareketleri zaman tutularak ölçüm yapılmıştır. Ölçülen süreler Tablo 6.6’da ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 6.6. İç ve dış kalıp değiştirme adımları ve süreleri.

İşlem	İç Kalıp Değiştirme	Süre
5.	Presin durdurulması ve kalıp atölyesine haber verilmesi	5 dk
8.	Eski kalıp sökülmesi ve Forkliftin eski kalıbı pres içinden çıkarması	10 dk
12.	Taşınan kalıbın prese forkliftle yerleştirilmesi	8 dk
13.	Yeni kalıbın prese takılması monte edilmesi	10 dk
14.	Prese harman besleme ve vinç bekleme	12 dk
	Toplam	45 dk
	Dış Kalıp Değiştirme	
1.	Yeni kalıp arama	5 dk
2.	Yeni kalıbın hazırlama alanına taşınması	15 dk
3.	Kalıp içinde kullanılacak plaka ve kolaylaştırıcı malzemeleri arama ve taşıma işlemleri	15 dk
4.	Kalıbın verilen ölçülerde poz için atölyede toplam kurulum ve monte işlemleri	40 dk
6.	Eski kalıp sökülmesi için gerekli araç ve gereçlerin pres yanına getirilmesi	15 dk
7.	Eski kalıbın pres içinden çıkarılması için forklift arama	6 dk
9.	Eski kalıbın atölyeye taşınması için vinç bekleme	8 dk
10.	Eski kalıbın halatla bağlanması ve atölyeye taşınması	10 dk
11.	Hazır yeni kalıbın halatla bağlanması ve pres yanına taşınması	10 dk
	Toplam	124 dk
	Toplam Hazırlık Süreleri	169 dk

Kalıp değiştirme süreleri dış kalıp toplama için yapılan hazırlık süresinin toplam 124 dk, iç kalıp toplama için geçen sürenin 45 dakika olduğu tespit edilmiştir. Toplamda harcanan zaman 169 dakika bulunmuştur.

Yapılan gözlem ve izlenimler sonunda 5 ve 14 numaralı işlemler dış kalıp süresine geçirilmiştir. Dış kalıp hazırlama süresine geçirilen 14 nolu işlem hazırlık

işlemlerinde zorunluluk durumları nedeni ile iç kalıp işlemleri ile aynı zamanda yapılamamaktadır. 8-9 nolu işlemler forkliftin kalıbı prese taşınması ve kalıbın atölyeye taşınması için vinç bekleme sırasında, 6 nolu işlem kalıp sökülmesi için gerekli araç ve gereçlerin taşınması aynı anda gerçekleştirilebilmektedir. 10 ve 12 nolu işlemlerde kalıbın atölyeye taşınması ve pres yanına taşınan kalıbın pres içine yerleştirilmesi yapılırken prese harman beslemesi (14 nolu işlem) aynı anda yapılmaktadır. Tablo 6.7’de iç hazırlık sürelerinden dış hazırlık süresine çevrilen işlemler ve aynı zamanda yapılan işlem süreleri verilmiştir.

Tablo 6.7. Kalıp hazırlamada iç hazırlama sürelerinin dış, hazırlık sürelerine çevrilmesi.

İşlem Sırası	Önce			Sonra		
	Zaman (dk)	İç Kalıp Değiştirme (dk)	Dış Kalıp Değiştirme (dk)	İç Kalıp Değiştirme (dk)	Dış Kalıp Değiştirme (dk)	Toplam (dk)
1.	5		1		1	5 dk
2.	15		2		2	15 dk
3.	15		3		3	15 dk
4.	40		4		4	40 dk
5.	5	5			5	5 dk
6.	15		6		7	6 dk
7.	6		7	8		
8.	10	8		9*	6	18 dk
9.	8		9		11	10 dk
10.	10		10	10*		
11.	10		11	12	14	18 dk
12.	8	12		13		10 dk
13.	10	13				
14.	12	14				
Toplam (dk)	169 dk	45 dk	124 dk	28 dk	141 dk	142 dk

*Dış kalıp değiştirmeye aittir. Eş zamanlı işlemler gösterilmiştir.

Yapılan çalışmada iç kalıp hazırlama süreleri dış kalıp hazırlama sürelerine verilmesi ile toplam kalıp değiştirme süresinde 27 dk zaman kazanılmıştır. Ana pres duruşuna neden olan iç hazırlık süreleri 45 dk’dan 28 dk’ya düşürülmüştür. Pres duruşları için %37,7 oranında azalma sağlanmıştır.

İşlem 1, 3, 4 ve 6 nolu işlemlerde kalıp ve parçalarının aranması vb. işlemler için kaybedilen zamanlar için, 5S çalışmaları ile iyileştirmeler yapılmıştır.

İşlem 5 ve 7’de forklift aranması kalıp atölyesi ve Kalite personeline haber verilmesi gereksiz zaman kaybına neden olan hareketler olarak tespit edilmiştir. Firmada bulunan ERP tabanlı sistem üzerine operatörler tarafından kalıp değişimi öncesi gerekli birimlere e-mail yolu ile iletişim sağlanmıştır. Bu sayede operatörün presi durdurması sonrasında arama yaparak zaman kaybetmesinin önüne geçilmiştir.

2, 9, 10, 11 ve 14 nolu işlemlerde kalıp değiştirme zamanında forklift arama ve vinç bekleme gibi gereksiz zaman kayıpları olduğu görülmektedir. Pres holünde bulunan tek bir vincin 9 prese harman beslemesi kalıp değişiminde büyük zaman kaybına yol açmaktadır. Yönetime vinç hattında tek bir vinç yerine aynı hat üzerinde 2 adet vinç kullanılması üzerine öneride bulunulmuştur. Aynı hat üzerinde bulunan 2 adet vinç kalıp değişimi süresini azaltırken aynı zamanda harman nedeni ile üretimi duran bekleyen preslerin duruş sürelerini azaltacaktır.

6.4.2.2. Şekillendirme Ünitesi Toplam Ekipman Etkinliği

TEE’nin artmasındaki ana sebep hazırlık sürelerinin kısaltılması ve pres başında meydana gelen ıskartaların kullanılması olmuştur. Tablo 6.8.’de kalıp değişim süreleri azaltılmadan önce ve sonrasında hesaplanan TEE değerleri verilmiştir.

Tablo 6.8. L2 Pres üretim duruşlara bağlı TEE hesaplanması.

Planlanmış Üretim Süresi (sn)	Plansız Duruş Süresi (sn)	Çalışılan Süre (sn)	Standart Çevrim süresi (sn)	Üretim Miktarı (Adet)	Sağlam Ürün Miktarı (Adet)	Toplam Ürün Miktarı (Adet)	Ekipman Kullanılabilirlik Oranı	Performans Oranı	Kalite Oranı	TEE
121500	141	121359	60	2	3964	4045	0,998	2	0,98	97,88
121500	87	121413	60	2	4006	4047	0,999	2	0,99	98,92

Çalışma öncesi %97,88 olan TEE’nin çalışma sonrasında %98,92’ye yükseldiği görülmüştür. TEE değerinin 5S ve TVB çalışmaları sonrasında artış göstereceği düşünülmektedir.

6.4.2.3. Iskarta Oranlarının Düşürülmesi

Pres başında ölçü ayarlama esnasında meydana gelen hurda tuğlalar için firma laboratuvarı ile temasa geçilip hurdaların pres başında tekrar kullanımı için deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda preslenen tuğlaların operatör tarafından küçük çeneli kırıcıda kırılarak pres silosuna tekrar verilmesi ile iyileştirme yapılmıştır. Hurdalara yapılan test çalışmaları sonrasında pişirilen tuğlalarda normal üretimler arasında fark olmadığı ve üretimin yapılabileceği onayı KGM'den alınmıştır. Pres başında meydana gelen %1 hurda %0'a indirilmiştir.

6.4.3. Boşaltma Ünitesi Uygulamaları

Boşaltma ünitesinde faaliyet planında belirtildiği üzere hazırlık süresi azaltımı, TEE artırılması ve ıskartanın yok edilmesi üzerine çalışmalar yapılmıştır.

6.4.3.1.Boşaltma Hazırlık Süresinin Azaltılması

Fırınlama sonrası boşaltma ünitesine alınan tuğlalar 5-6 saat için soğumaya bırakılırlar. Değer akış haritası çizilirken bu süre, boşaltmada vagon sırası olduğu için 10 saat kadar beklemeye neden olmaktadır. Fırınlama sonrasında vagon yığılmasının önlenmesi için 3. kullanılmayan hatta seyyar boşaltma ünitesi yapılması planlanmıştır. 3. Seyyar boşaltma hattı ile vagon boşaltılması hızlanmış, bekleme süresi kısaltılmıştır. Mamul ambar ünitesindeki boşaltma için hazırlık süresi 15 dakika iken yapılan çelik sac vagon ve diğer yeni kurulan boşaltma hatları ile bu süre 8 dakikaya indirilmiştir.

Prese vagon çekme işlemi için mamul ambarda boşaltılamayan vagonlar operatörün beklemesine ve üretim kaybına neden olmaktadır. Iskarta oranları için yapılan iyileştirmede reçine bağlı tuğlalar için vagon zeminine konan çelik sac yardımı ile boşaltma hattında vagon üzerinden tek seferde forklift yardımı ile alınan tuğlaların müsait bir alana alınması ile boşaltma işlemi yapılmaktadır. Bu durumda vagon boşaltması için bekleme süresi azaltılmış olmuştur. Boşaltma işlemi önceden 2 hat üzerinde yapılırken boşta olan 3. hat yanına seyyar boşaltma ünitesi kurulmuş ve Alümina Silikat tuğlalar için presin vagon bekleme problemi ortadan tamamen kaldırılmıştır.

6.4.3.2. Boşaltma Ünitesi Toplam Ekipman Etkinliği Artırılması

TEE artmasındaki ana sebep yeni kurulan 3. seyyar hat sayesinde hazırlık sürelerine etkisi ve aynı anda 4 hattan yapılan boşaltma işlemleridir. Reçine bağlı tuğla ürün gurubu için tasarlanan çelik saçların forkliftle başka alana alınması sayesinde boşaltma işleminin 4 hattan gerçekleşmesi sağlanmıştır. Tablo 6.9.'da boşaltma süreleri azaltılmadan önce ve sonrasında hesaplanan TEE değerleri verilmiştir. Çalışma öncesi %52,37 olan TEE'de çalışma sonrasında %95,54'e yükselme görülmüştür.

Tablo 6.9. Boşaltma ünitesinde duruşlara bağlı TEE hesaplanması.

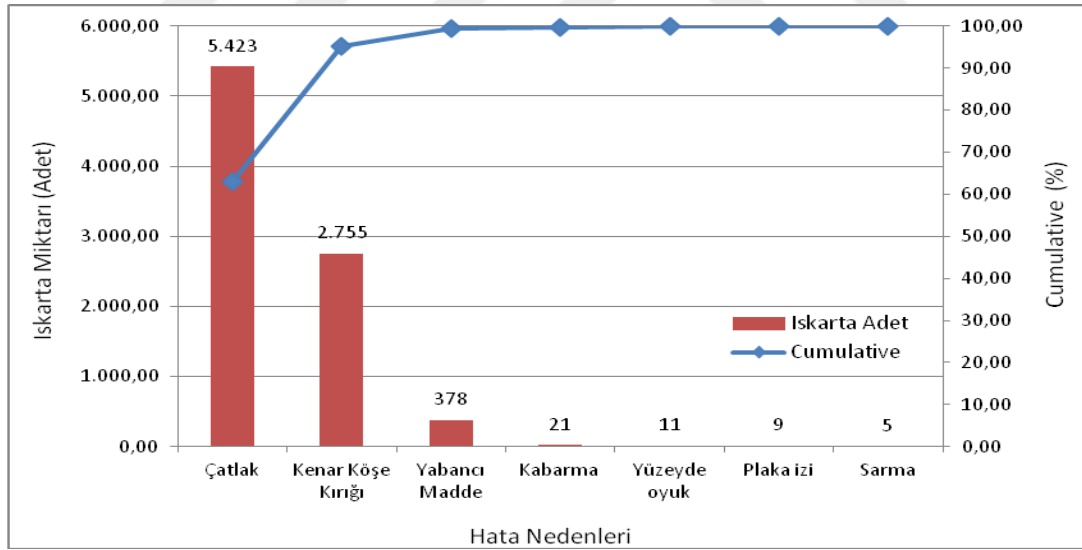
Boşaltma Ünitesi	Planlanmış Üretim Süresi (sn)	Plansız Duruş Süresi	Çalışılan Süre	Standart Çevrim süresi	Üretim Miktarı	Sağlam Ürün Miktarı	Toplam Ürün Miktarı	Ekipman Kullanılabilirlik Oranı	Performans Oranı	Kalite Oranı	TEE
Önce	320000	18000	302000	40	1	8380,5	15100	0,94	1	0,55	52,37
Sonra	400000	12000	388000	40	1	19109	19400	0,97	1	0,98	95,54

Yapılan çalışmada aynı hat üzerinde boşaltma yapılan diğer ürün ailesinden reçine bağlı tuğlalar için geliştirilmiş olan vagon üzeri çelik saç uygulaması da etkili olmuştur. Vagon üzerine konulan çelik saç forkliftin vagon üzerinden tuğlaların tamamını alarak müsait bir alanda boşaltma işleminin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Bu sayede Alumina silikat ürün grubu 3 hattı aynı anda kullanabilmekte ve fırın çıkışı ara stok oluşumunu azaltırken preslerin duruşunu da engellemektedir.

6.4.3.3. 7 Adımlı Kaizen Uygulaması İle Iskarta Oranlarının Azaltılması

Iskarta azaltma çalışmasına %44,5 oranında ıskartaya sahip olan A-90 kaliteli tuğladan başlanılmıştır. A-90 kaliteli tuğla için kök nedenler belirlenmiş ve yapılan iyileştirme çalışmaları ile firmanın belirlediği kalite hedefi için iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde firmada farklı kalitelere bulunan diğer ürün ailesi tuğlalar için ıskarta nedenleri belirlenmiş ve kalite aksiyon planları yapılarak ıskarta azalma çalışmaları yapılmıştır.

Şekil 6.9.'da verilen Pareto Analizinde A-90 kaliteli tuğlada çatlak probleminin oluşum nedeni, belirlenemeyen ve diğer standart hatalara benzemeyen durum ile karşı karşıya kalınmıştır. A-90 kaliteli tuğla her ay yapılan üretimlerde ıskarta oranlarının poza bağlı olmadan aynı hatayı vermesi, işletmeye tekrar üretim yaptırması ve zamanında sevkiyat yapamamasına neden olmaktadır. Aynı üretimin tekrarlanması ve ıskartaya atılan tuğla adetlerinin çok fazla olması işletmeyi maliyet açısından zarara uğratmaktadır.



Şekil 6.9. Adet bazında hata türleri Pareto Analzi.

Bu yüzden A-90 kaliteli olan tuğlada meydana gelen ıskartalarda hata ana nedeni bulunamadığı için 7 adımlı Kaizen planı uygulaması yapılmıştır.

Tutulan aylık raporda kalite sınıflarına bağlı tuğlaların adet, tonaj bilgileri beraberinde tuğlalarda meydana gelen hata sınıfları için adet sayıları, aynı form üzerinde günlük olarak tutulmuştur.

Çatlak sonrasında en çok hata kenar köşe kırıklarına bağlı olan hatalardır. Kenar ve köşe problemleri, daha çok presleme sonrasında Alümina-Silikat tuğlanın geometrik şeklini muhafaza edememesine bağlı gerçekleşmektedir. Alumina-Silikat grubu presleme sonrasında zayıf bağ yapısına sahip olmaları tuğlaların çok az darbelere maruz kalmasında bile kırılmasına neden olmaktadır. Tablo 6.10.'da aylık tutulan raporda tuğlalar için hata sınıflarında meydana gelen ıskarta adetleri verilmiştir.

Tablo 6.10. Ekim 2015 hata türlerine bağlı hurda tuğla adetleri.

Hata Türü	Adet	Hata Oranları (%)	Kümülatif (%)
Çatlak	5.423	63,04	63,04
Kenar Köşe Kırığı	2.755	32,02	95,07
Yabancı Madde	378	4,39	99,47
Yüzeyde oyuk	21	0,24	99,71
Kabarma	11	0,12	99,84
Sarma	9	0,10	99,94
Plaka İzi	5	0,058	100,00
Toplam	8602	100	

Hata sınıflarına bağlı kök nedenler için araştırmalar yapılmıştır. Çatlak problemi sadece A-90 kaliteli tuğlada görüldüğü için 7 adımlı Kaizen planında incelenmiştir.

6.4.3.3.1.Problemin Tanımlanması

Problemin tanımlanması için ilk olarak Ne, Nerede, Ne zaman, Nasıl, Ne kadar, Kim sorularının cevapları aranmıştır. Sorunsuz üretimde olması gereken ideal durum belirlenmiştir.

İdeal Durum: Tuğlanın 220.6/176.6x114x102 mm ölçülerinde 7300 gr ağırlığında, yaklaşık 3,15 gr/cm³ hacim ağırlığında yüzeyde çatlaksız görünümde olması.



(a)

(b)

Şekil 6.10. Tuğla durumu, a) A-90 kaliteli tuğla ideal durum , b)Hatalı durum görüntüsü.

Mevcut Durum: Bütün ölçülerde 5-10 mm arasında uzama, bütün yüzeylerde tuğla içine doğru ilerleyen çatlaklar halinde, görsel bozukluk ve refrakterliği tamamlayamama.

Ne: Tuğlada çatlama ve boyutsal uzama

Nerede: A-90 kaliteli 3K pozlu tuğlada.

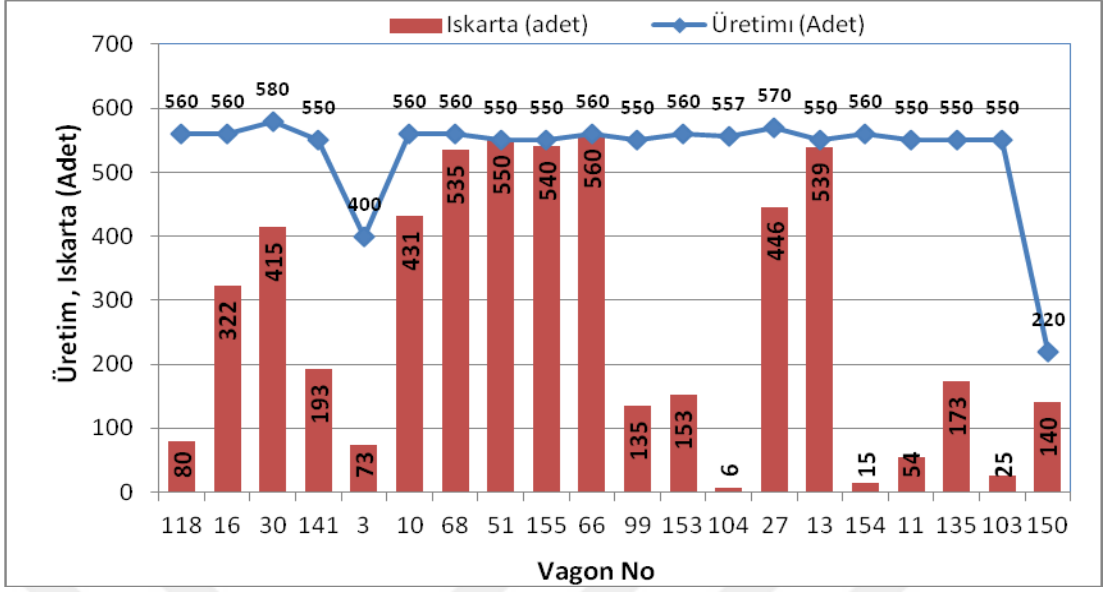
Ne zaman: 04.10.2015 tarihinde pişirmesi tamamlanan vagon dan itibaren.

Nasıl: Hacimsel boyutta çatlaklar şeklinde ve ölçüsel genleşme.

Ne kadar: Toplam 9547 adet üretimden 4275 adet hatalı tuğla

Kim: Kişiden bağımsız

Şekil 6.11’de her vagon dan çıkan çatlak adetleri incelenmiştir. Vagonlar tünel fırından grafikte verilen sıralara göre çıkmasına rağmen çatlak olan tuğla adetleri farklılık göstermektedir.

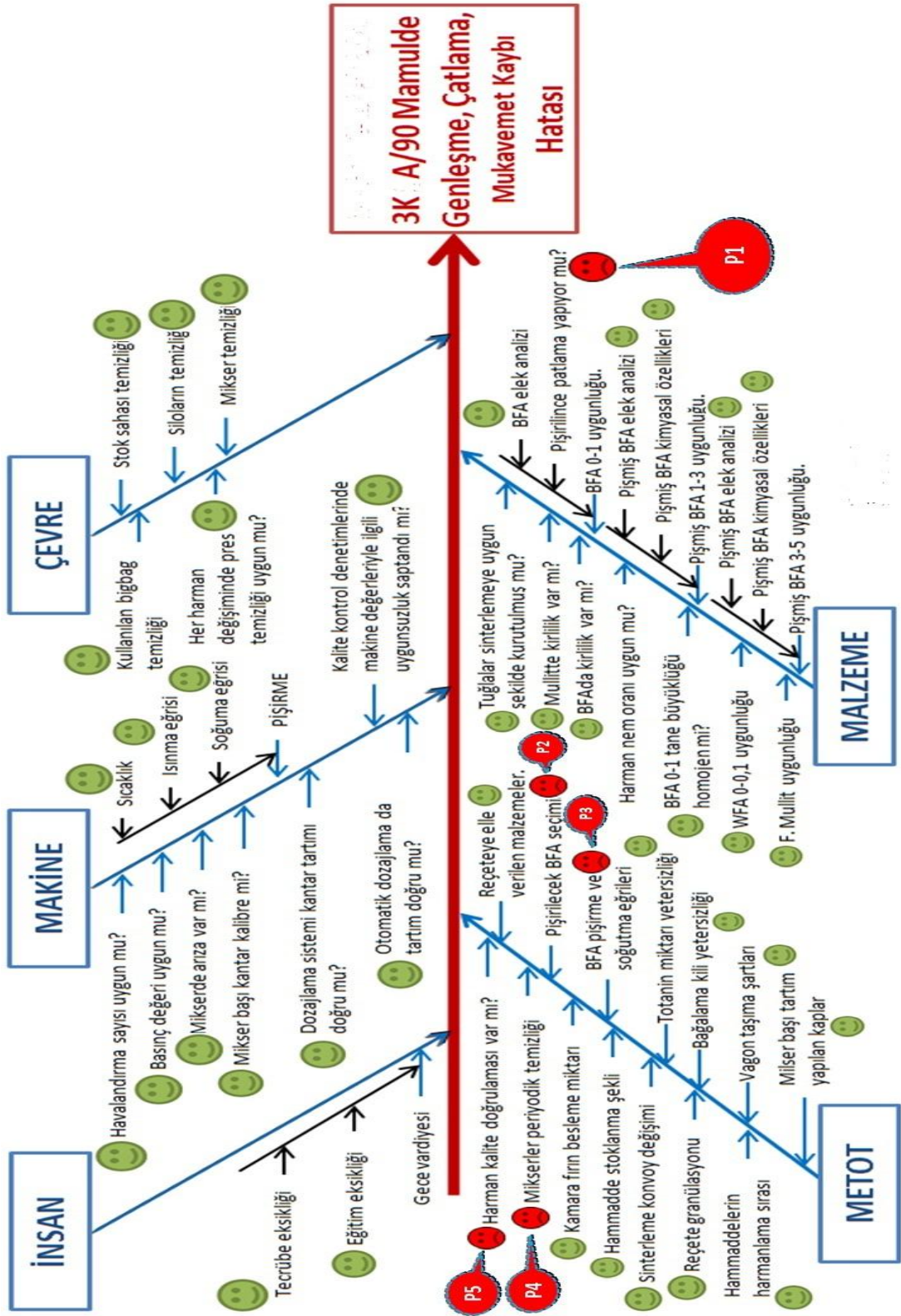


Şekil 6.11. Toplam üretim ıskarta değerleri karşılaştırılması.

Vagon bazında yapılan incelemelerde üretim adetlerine bağlı ıskarta sayılarında dengesizlik olduğu görülmüştür. Oluşan ıskartaların ana nedenlerinin tespiti için Balık Kılçığı Analizi yapılarak üretim aşamalarında insan, çevre, malzeme, makine ve metot etkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

6.4.3.3.2. Balık Kılçığı Analizi





Yapılan Balık kılçığı analizinde İnsan, Makine, Çevre, Malzeme ve Metot etkileri detaylandırılmıştır. Şekil 6.12.'de balık kılçığı analizi verilmiştir. A-90 kaliteli tuğlada yapılan incelemeler sonunda kullanılan BFA hammadde ve uygulama yöntemine bağlı olabileceği belirlenmiştir. Malzeme bileşimi için kullanılan BFA hammaddenin pişirildiği zaman patlama yapması problem olarak görülmüştür. (P5), Mikser periyodik temizliği (P4), pişirilecek BFA seçimi (P2) ve BFA pişirme yöntemleri (P3) hata olasılıkları belirlenmiştir. Hataya neden olan BFA hammaddesinden numune alınarak yapılan çalışmalar Tablo 6.11.'de verilmiştir.



Şekil 6.12. Balık Kılıçığı analizi.

Piştirilmiş ve piştirilmemiş 0-1 mm farklı firmalara ait BFA'lerden test tuğlası yapılmış ve fiziksel test sonuçları incelenmiştir. Tablo 6.11. 'de BFA 0-1 mm granülü pişme testi hatası incelenmiştir.

Tablo 6.11. P1 BFA 0-1 mm pişme testi

P1: BFA 0-1 mm patlama testi					
BFA Yükleme şekli			Tuğla vagon üzerine dökme		
Pişirme Sıcaklığı			1250°C		
Pişirme Zamanı			206 saat		
Besleme Miktarı			3 ton		
Tedarikçi Firmalar			Base Minerals, HuangHee		
Sonuçlar					
Base Minerals 0-1 mm BFA			HuangHee 0-1 mm BFA		
Kimyasal Analiz (%)	Pişme Öncesi	Pişme Sonrası	Kimyasal Analiz (%)	Pişme Öncesi	Pişme Sonrası
Al ₂ O ₃	95,23	95,02	Al ₂ O ₃	95,37	95,46
SiO ₂	1,39	1,42	SiO ₂	1,40	1,35
TiO ₂	1,89	1,88	TiO ₂	1,90	1,80
Fe ₂ O ₃	0,17	0,16	Fe ₂ O ₃	0,16	0,15
CaO	0,38	0,35	CaO	0,35	0,37
MgO	0,19	0,21	MgO	0,11	0,16
Na ₂ O+ K ₂ O	0,41	0,39	Na ₂ O+ K ₂ O	0,35	0,38
Base Minerals 0-1 mm BFA İçeren Tuğla			HuangHee 0-1 mm BFA İçeren Tuğla		
Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	2,92	3,08	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	2,93	3,07
Görünür Porozite (%)	21,38	17,61	Görünür Porozite (%)	20,98	17,82
Soğuk Basma Dayanımı (kg/cm ²)	1056	1100	Soğuk Basma Dayanımı (kg/cm ²)	950	1084
Pişmiş 0-1 mm Base Minerals BFA			Pişmiş 0-1 mm HuangHee BFA		
					
Pişmiş 0-1 mm kullanılan A/90 Tuğla			Pişmiş 0-1 mm kullanılan A/90 Tuğla		
					

Kullanılan hammaddelerin kimyasal analiz değerleri benzerlik göstermesine rağmen tuğlaların fiziksel görünümünün analiz sonuçlarının farklı olduğu görülmektedir.

Tablo 6.12’de BFA pişirme seçimi P2 ve P3 ve sonuçları verilmiştir.

Tablo 6.12. BFA pişirme ve seçimi.

P2, P3 :BFA pişirme ve seçimi.
a.Reçetede varyant pişmiş BFA girildiği için tedarikçiye göre seçim yapılamaktadır.
b.Ayrıca kamara fırın operasyonları için herhangi bir kayıt tutulmamaktadır.
Sonuç
a.P2’de öngörülen BFA seçimi problemi ile ilgili veriye ulaşılamamıştır.
b.P3’de öngörülen ısıtma ve soğutma eğrileri ilgili bir veriye ulaşılamamıştır.

Tablo 6.13’de mikser periyodik temizliği ve P4 sonuçları verilmiştir.

Tablo 6.13. Mikser periyodik temizliği

P4 : Mikser periyodik temizliği
Harman kalite dönüşlerinde (Mikser 8, üretim yoğunluğuna göre MC ve Al-Si grupları arasında değiştirilmektedir.) mikser temizliği kesinlikle yapılmaktadır.
Sonuç
Ancak yapılan temizlikle ilgili bir zaman planı ya da bir bilgi kaydedilmemektedir. Bu durum problemlerle ilgili tetkik yapıldığında veri eksikliğine neden olmaktadır.

Tablo 6.14’de harman ve kalite doğrulaması ile P5 sonuçları verilmiştir.

Tablo 6.14. Harman ve kalite doğrulaması.

P5,; Harman ve kalite doğrulaması
Doğru kalite harman kullanıldığı fırın çıkışı tuğladan da tespit edilebilmekte Fırın çıkışı tuğlalarda doğru kalite harman kullanıldığı belirlenmiştir Ancak izlenebilirlikte şekillendirme basamadığında analiz yapılmıyor doğrulama yok.
İzlenebilirlik Basamakları Palet etiketi (Sipariş numarası) Vagon kartı (Poz, kalite, tarih , saat, tezgah, harman numarası) Harman kartı (Mikser operatör, tarih, saat)
Sonuç
Sipariş Tonajı :72906 kg Üretilen Harman Sayısı: 64 bigbag Yüklenen Vagon Sayısı: 20 Vagon numarasına göre kullanılan harman belirsiz P5

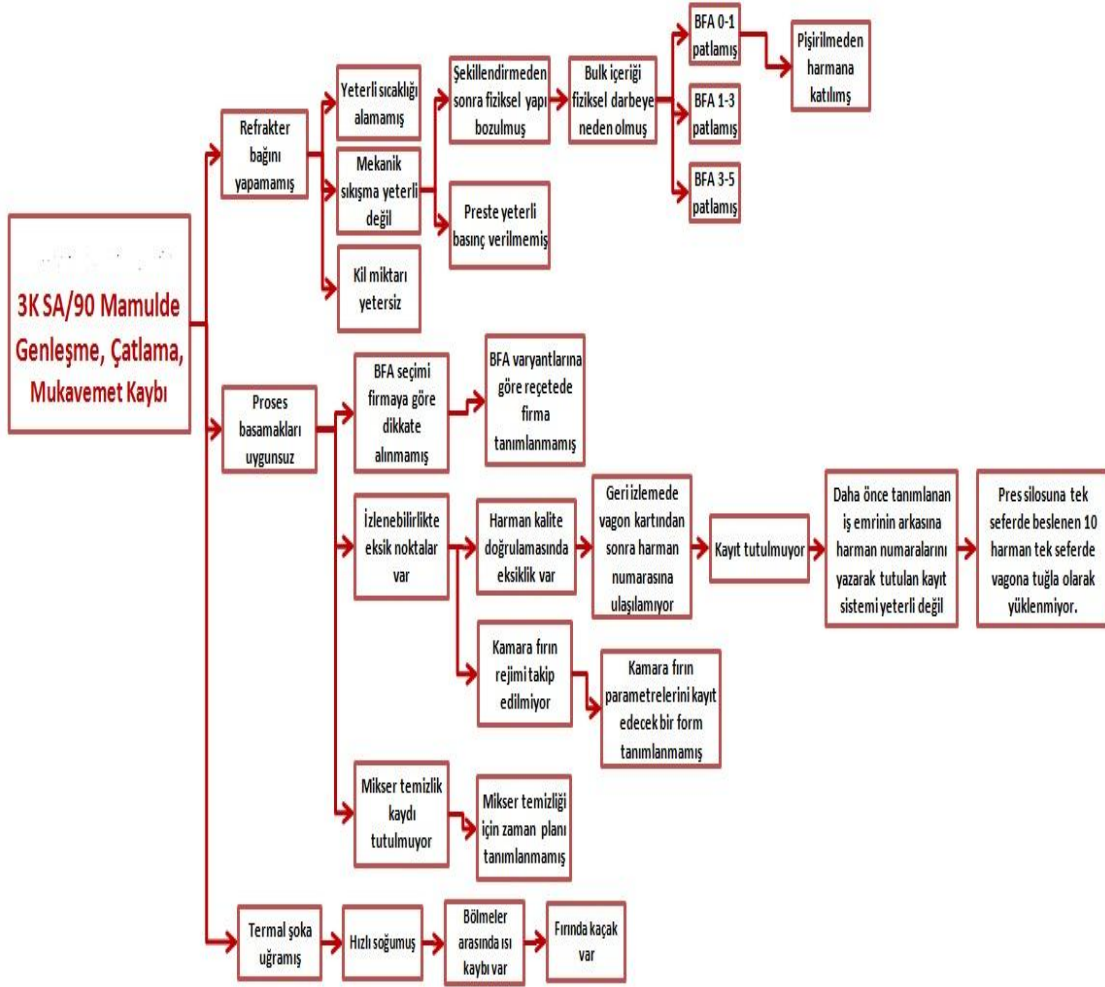
6.4.3.3.3. Hedef Belirleme

Bir sonraki 3K (220.6/176.6x114x102 mm ölçüleri) poz A-90 kalite mamul üretiminde aynı hatadan dolayı %1 fırın çıkışı ıskarta belirlenmiştir. Fakat bu poz

için yapılan iyileştirmeler sonrasında aynı poz olmayacağı için farklı pozda tuğla için takip yapılmıştır.

6.4.3.3.4. Kök Neden Analizi

A-90 çatlak problemi için yapılan kök neden analizinde refrakter kimyasal yapısı, proses ve termal şoka bağlı fiziksel değişim üzerinde durulmuştur. Şekil 6.13.'de A-90 kaliteli tuğla için yapılan Kök Neden Analiz şeması verilmiştir.



Şekil 6.13. Kök Neden Analizi

Yapılan Kök Neden Analizi ve Tablo 6.11.'de yapılan fiziksel ve kimyasal testler tuğla harmanı içine pişirilmeden kullanılan BFA 0-1 mm hammaddesinin tuğlada çatlamaya neden olduğu kanıtlanmıştır. Diğer iki basamakta belirlenen nedenler prosesle ilgili olduğu için kalite iyileştirmeleri ile çözüm aranacaktır.

6.4.3.3.5. Karşı Önlemlerin Belirlenmesi ve İyileştirme Faaliyetlerinin Planlanması

Tablo 6.15.'de, belirlenen problemlere karşı önlem detayı ve aktiviteler verilmiştir.

Tablo 6.15. Karşı önlem detayları ve gerçekleştirilecek aktivite planlaması.

P	KN	Karşı Önlem Detayı	No:	Aktivite	Gerçekleşme Zamanı		
					Hafta	Ay	Yıl
P1	KN1	Aynı şirketlerden ileride tedarik edilecek BFA 0-1 mm ile ilgili karar verilmelidir.	KN1	Yönetim toplantısı ile alternatif belirlenecek tedarikçi ziyaretleri.		6	
P2	KN2	Sistemde varyantı sadece pişmiş olarak tanımlı malzemelerin tanımı "pişmiş-firma ismi" şeklinde tanımlanabilir ve kamara fırına tek seferde farklı firmaların malzemeleri yüklenmeyecek şekilde düzenleme yapılabilir.	KN2	Sistemde BFA 0-1 mm hammaddesi için pişmiş BFA firma kodu verilmesi pişirilmeden kullanılan BFA 0-1 mm den ayrılması. İşletme Üretim Şefliği tarafından yeni kodlu hammaddelerin uygulanması.	1		
P3	KN3	Kamara fırın takip formu oluşturulup firma KYS (ISO 9001-2008 kapsamında) formu oluşturulup kayıt tutulacak.	KN3	Fırınlarda Şefliği tarafından kamara fırın pişirme rejimi ve takip formu oluşturulacak.	1		
P4	KN4	Mikserler için firma KYS Mikserler Periyodik Temizlik Formu (ISO 9001-2008 kapsamında) tanımlanıp kayıt tutulmaya başlanacak.	KN4	Üretim Şefliği tarafından oluşturulan periyodik kontrol formu ve yapılan işlem günlük postabaşı ve formler tarafından kontrol edilecek.	1		
P5	KN5	Kök nedene aksiyon alınmadığı için, sisteme uygun olarak vagon kartı arkasına yüklü bir vagonun ağırlığı kadar harmanın kart numaraları yazılacak.	KN5	Vagon kartları arkasına pişmiş 0-1 mm BFA için verilen varyant numaraları yazılacak. Fırınlarda Şefliği ve işletme formeni tarafından kontrol yapılacak.		1	

6.4.3.3.6. Sonuçların Kontrolü

*P1 alımı yapılacak BFA 0-1 mm granülüne sahip malzeme için döner fırında patlatılmış malzeme alımı yapılmasına karar verilmiştir. Gelen malzemelerde üretim

öncesi gerekli fiziksel ve kimyasal testler yapılmasına ve pilot deneme üretimi yapılmasına karar verilmiştir.

*P2 Sistemde daha önceden belirlenemeyen pişmiş BFA firma varyantları için ISO 9001-2008 uygun form oluşturulmuştur. Oluşturulan formda belirlenen patlatma işlemi yapılan BFA malzemesinin tonajı ve firma sistemine giriş yapılarak varyant oluşturulmuştur. Patlatılmış BFA'lar üretim için big bag'lere alınmış ve tanımlayıcı etiketlerle firma, tonaj, işlem durumları isimlendirilmiştir.

*P3 kamara fırın BFA ISO 9001-2008 kapsamında pişirme takip formu oluşturulmuştur. Oluşturulan takip formu İşletme Müdürü ve Kalite Müdürü olmak üzere 2 nüsha olarak tutulmuştur. İşletme pişirilmiş BFA'ları firma isimlerine göre sınıflandırırken KGM'de gerekli patlama testlerinin yapılmasının izlenmesini sağlanmıştır.

*P4 Mikserler için kalite geçişlerine bağlı harman karışımını engellemek amacı ile mikser temizlik formu oluşturulmuştur.

*P5 Harman kalite doğrulaması için vagon kartları arkasına harman numarası yazılarak preslenen tuğla harmanı belirlenmiştir.

6.4.3.3.7. Standartlaşma

Proses adımlarında izlenebilirlik ve takibin iyileştirilmesi için;

Sistemde tanımlı pişmiş BFA varyantları, BFA (partikül boyutu) (Pişmiş-Firma İsmi) şeklinde değiştirilebilir. Kamara fırın takip formu oluşturulup kullanıma geçmesi sağlanabilir. "Mikserler Periyodik Temizlik Kontrol Formu" oluşturulup kullanıma geçmesi sağlanabilir. Harman numaraları ilgili vagon kartının arkasına yazılabilir.

Ek önlem 1: İşletme genelindeki kantarların üzerine kalibrasyon etiketleri yapıştırılabilir.

Ek önlem 2: Operatörlerin teknik eğitim bilgileri gözden geçirilip gerekirse yeni eğitim planı yapıp teknik eğitimler verilebilir.

Ek önlem 3: Tünel fırın 36. bölme sonrasına termokopul eklenip fırın içi bölmeler soğuma eğrisi ile ilgili daha fazla veri alınabilir.

6.4.3.3.8. Kaizen Uygulaması Sonrası A-90 Iskarta Değişimleri

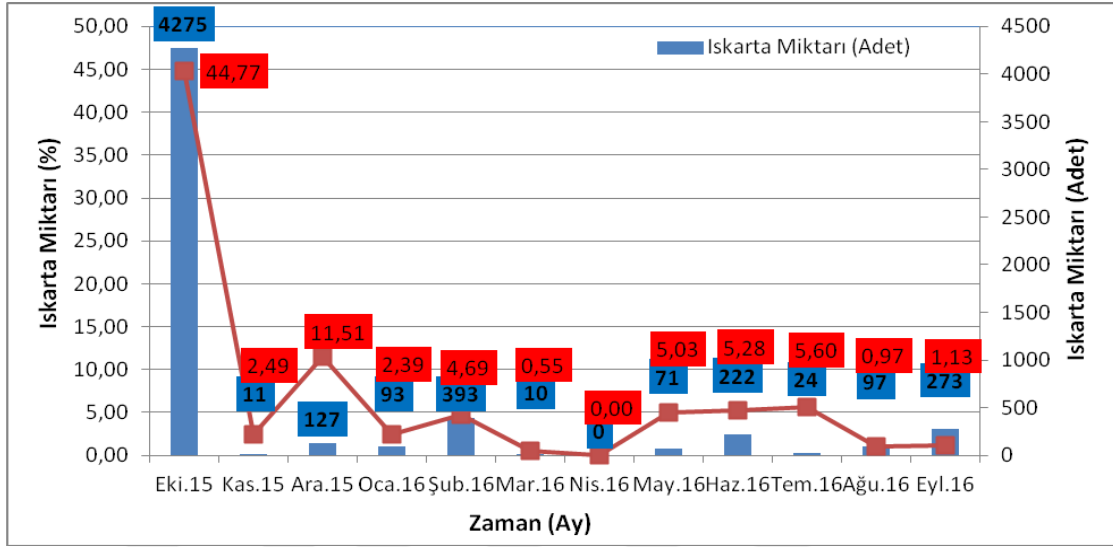
Uygulanan Kaizen iyileştirme planları sonrasında ıskarta miktarlarındaki değişimlerin gözlenmesi için 2015 ve 2016 yılları boyunca ıskarta miktarları adet ve tonaj biriminden günlük olarak tutulmaya devam edilmiştir. Alınan aksiyon planları ve iyileştirmeler sonrasında ıskarta miktarlarında ciddi miktarlarda azalma sağlanmıştır. Iskarta miktarları adetlerini belirlemede yapılan Pareto Analizlerinde A-90 kaliteli tuğlada çatlamaya bağlı %44,78 ıskarta olduğu görülmüştür. Meydana gelen çatlama A-90 kaliteli tuğlada çatlamaya bağlı özel problem olduğundan Major Kaizen planı hazırlanmış ve gerekli aksiyon planları uygulamaya konulmuştur. Uygulama sonrasında günlük takip edilen ıskarta miktarları 1 yıl boyunca izlenmiştir. Değerler günlük olarak kaydedilmiş ve A-90 kaliteli tuğla için yıllık bazda ıskarta ton ve adet değişimleri Tablo 6.16.'da verilmiştir.

Tablo 6.16. A-90 kaliteli tuğla Major Kaizen uygulama sonrasında ıskarta miktarlarındaki aylık değişimler.

A-90 Kalite Tuğla	Ek. 2015	Kas. 2015	Ara. 2015	Oca. 2016	Şub. 2016	Mar. 2016	Nis. 2016	May. 2016	Haz. 2016	Tem. 2016	Ağus. 2016	Eyl. 2016	Ort 12 ay	11 ay ort
Üretim (Adet)	9547	442	1103	3887	8374	1815	0	1411	4197	428	9905	24024	65133	55586
İskarta (Adet)	4275	11	127	93	393	10	0	71	222	24	97	273	5596	1321
İskarta (%)	44,7	2,49	11,51	2,39	4,69	0,55	0	5,03	5,28	5,60	0,97	1,13	8,591	2,37
Üretim (Ton)	114,5	5,21	13,49	42,6	97,4	33,1	0	16,78	58,01	3,93	88,5	174,57	648,19	533,69
İskarta (Ton)	51,3	0,13	1,48	1,03	4,39	0,18	0	0,74	2,95	0,21	0,8	2,34	65,55	14,25
İskarta (%)	44,80	2,50	10,97	2,41	4,51	0,54	0	4,41	5,09	5,34	0,90	1,34	10,11	2,67
Hedef (%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

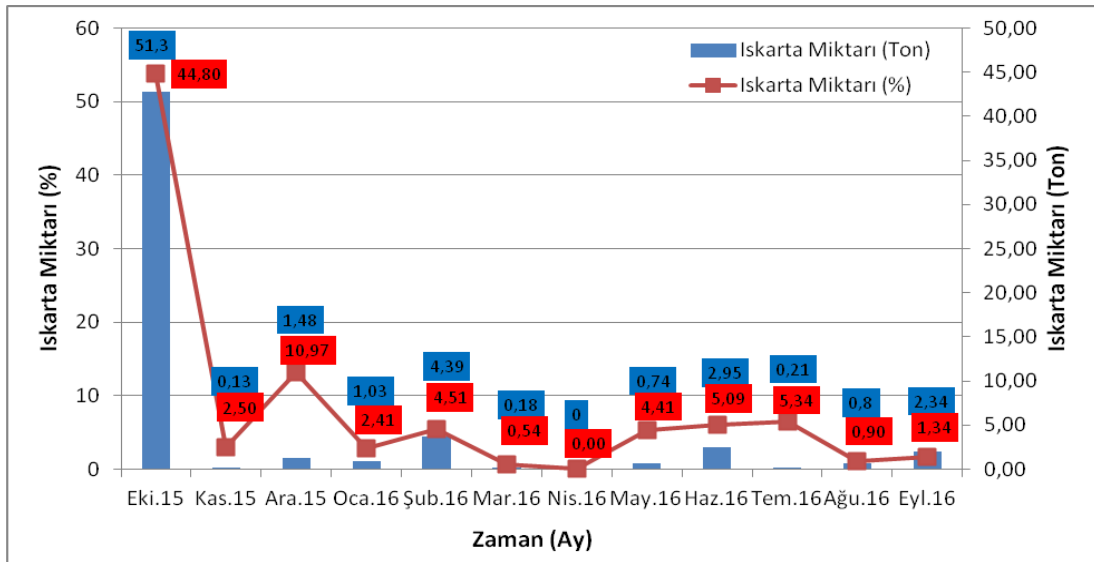
Adet sayılarına bağlı Ekim 2015 tarihinde ıskarta miktarı 4275 adetten diğer 11 ayda ortalama 1321 adete %69 azalma sağlanmıştır. Şekilde verilen adetlere bağlı ıskarta değişimlerinin A-90 tuğlası kenar ve köşe kırıklarından oluştuğu günlük ıskarta raporunda verilmiştir.

Şekil 6.14.'de Ekim 2015'de meydana gelen çatlama problemi sonrasında adet sayısına bağlı ıskarta miktarı ve yüzdeleri verilmiştir.



Şekil 6.14. Üretim ıskarta adetlerine bağlı 1 yıllık ıskarta yüzde değişimleri

Ekim 2015'de 114,5 ton üretim yapılmış ve bu üretimin 51,3 tonu çatlak problemi nedeni ile ıskartaya ayrılmıştır. Bu değerler Şekil 6.15'de gösterilmiştir.



Şekil 6.15. Üretim ıskarta tonajlarına bağlı 1 yıllık ıskarta yüzde değişimleri.

51,3 ton malzemenin ton bazında firmaya olan aylık ıskarta maliyetinin 283,5 \$/ton olduğu toplam 14543,55 \$ zarar meydana gelmiştir. Yapılan Major Kaizen

iyileştirme çalışmaları sonrasında 11 ay sonunda 533,69 ton üretimin 14,25 tonu ıskartaya ayrılmıştır. 14,25 ton A-90 kaliteli tuğlanın 11 aylık ıskarta maliyeti 13466,2 \$'a indirilmiştir.

6.4.4. Paketleme ve Sevkiyat Ünitesi Uygulamaları

Bu bölümde boşaltma ünitesine kurulan 3. seyyar hattın ve diğer ürün grupları için başka alanlara taşınabilen tuğlalar sayesinde yapılan boşaltmanın çevrim süresi, hazırlık süresi ve TEE'deki iyileştirme çalışmaları verilmiştir.

6.4.4.1. Paketleme ve Sevkiyat Ünitesi Hazırlık Süreleri ve Çevrim Süresinin Kısaltılması

Yapılan iyileştirmeler öncesinde 2. hatta yapılan paketleme ve yükleme işlemleri paralel çalışan 3. hatta yapıldığı için hazırlık süresi 32 dakikadan 16 dakikaya indirilmiştir. Reçine bağlı tuğlalar için gerçekleştirilen vagon üzerine çelik saç ile başka alanda yapılan boşaltma sayesinde 1 palet hazırlamak için geçen zaman 14 dakikadan 7 dakikaya indirilmiştir.

6.4.4.2. Paketleme ve Sevkiyat Ünitesi Toplam Ekipman Etkinliği

TEE artmasındaki ana sebep yeni kurulan 3. seyyar hat sayesinde hazırlık sürelerine etkisi ve aynı anda 3 hattan yapılan boşaltma işlemleridir. Tablo 6.17.'de paketleme süreleri azaltılmadan önce ve sonrasında hesaplanan TEE değerleri verilmiştir.

Tablo 6.17. Paketleme Ünitesinde duruşlara bağlı TEE hesaplanması.

Planlanmış Üretim Süresi (sn)	Plansız Duruş Süresi	Çalışılan Süre	Standart Çevrim süresi	Üretim Miktarı	Sağlam Ürün Miktarı	Toplam Ürün Miktarı	Ekipman Kullanılabilirlik Oranı	Performans Oranı	Kalite Oranı	TEE
84000	6480	77520	840	1	182,72	184,57	0,92	1	0,99	91,36
105000	3120	101880	420	1	480,29	485,14	0,97	1	0,99	96,05

Çalışma öncesi %91,36 olan TEE çalışma sonrasında %96,05'e yükselmiştir.

6.4.5. 5S Tekniği Uygulama

5S çalışmalarında ilk adımda işletme mühendisi, işletme formeni ve uygulama yapılacak olan ünitedeki postabaşı ve ustalardan 5S uygulama ekibi oluşturulmuştur. Uygulama yapılacak olan bölge, şekillendirme ünitesinin çalışmasında etkili olan kalıp atölyesi ve makine bakım atölyesi olarak belirlenmiştir. İlk olarak 5S takımında bulunan herkese konu hakkında bilgilendirme eğitimleri verilmiştir ve bir 5S faaliyet panosu düzenlenmiştir.

5S uygulamalarında uygulama yapılacak olan bölgeler incelenerek ilk durum fotoğrafları çekilmiştir. Uygulama yapılacak olan bölgelerde fotoğraf çekimi sırasında gerekli notlar alınarak yapılması gereken işlemler konusunda aksiyon planı hazırlanmiştir. Yapılan aksiyon planında sürecin adımları, 5S ekip listesi, uygulama bölgesi yerleşim planları, tespit edilen ilk mevcut fotoğraflardan oluşan 5S panosu hazırlanmiştir. Hazırlanan aksiyon eylem planı hakkında uygulama yapılacak alanda bulunan çalışanlara eğitim verilmiştir. Hazırlanan 5S faaliyet panosu çalışanları takip edeceği şekilde işletme içine asılmıştır.

6.4.5.1.Seiri (Ayıklama)

Ayıklama için ilk olarak hata kartları hazırlanmiştir. Hazırlanan hata kartı kullanılan ekipmanların neden etiketlendiği ve etiketleme yapılan ekipmanın kullanım sıklığı belirlenmiştir. Hata kartları aynı zamanda hiç kullanılmayan malzemelerin belirlenmesi ve ayıklama yapılmasında kullanılmıştır. Bu adımda kalıp atölyesi ve makine bakım atölyesi içinde bulunan bütün malzemeler hata kartları ile ayrılmıştır. Uygulama yapılacak olan atyelerde çok sık, az kullanılan ve hiç kullanılmayan araç gereç ve ekipmanlar için her biri kırmızı renkli hata kartları asılarak sınıflandırma yapılmıştır. Gerekli olanlar ve hiç kullanılmayan malzemeler birbirinden ayrılmış, kullanılmayan malzemeler üretim alanından tamamen uzaklaştırılmıştır.

İşletmede uygulanan 5S çalışmalarının devamlılıklarının sağlanması günlük ve haftalık radar denetimleri ile gerçekleştirilmiştir. Birinci ayıklama adımı için

günlük ve haftalık hazırlanan formlar yardımı ile uygulamaların sürekliliği denetim altına alınmıştır.

5S HATA KARTI			
Malzeme veya Parça Adı:.....		Tarih .../.../.....	
Malzeme/parça Yeri:			
Çalışan İsmi:.....			
Kategori	Etiketleme Nedeni	Kullanım Sıklığı	
Ekipman	Dağınıklık- Düzensizlik	Saatlik	
Hammadde	Yerinde Olmama	Vardiyalık	
İşlenmekte Olan Ürün	Yerinin Olmaması	Günlük	
Bitmiş Ürün	Kirli Olması	Haftalık	
Araç Gereç veya Fikstür	Gerekli Değil	Aylık	
Bilinmeyen Parça	Hurda	Set-Up	
	Diğer		

Şekil 6.16. Kullanılan hata kartı.

Şekil 6.17’de 5S çalışmasında yapılan ilk fotoğraf çekimlerinde makine bakım tezgahı üzerinde kullanılmayan akü, yağ bidonu, halat gibi gereksiz olan malzemelerin bulunduğu görülmüştür.



Şekil 6.17. Makine bakım atölye tezgahı gereksiz malzemelerin görüntüsü.

Aynı zamanda bakım tezgahında bulunan araç gereç ve ekipmanların düzensiz bir şekilde olduğu görülmektedir.

6.4.5.2. Setion (Düzen)

Gerekli alet ve teçhizatın yerlerinin belirlenmesi ve kolay ulaşılabilir bir duruma getirilmesi amacı ile çalışmalar yapılmıştır. Yardımcı işletme kalıp atölyesinde 9 adet pres için kalıp değişimleri yapılmaktadır. Bu bölüm aynı zamanda torna, freze, matkap gibi alet ve teçhizatın bulunduğu işletmede bulunan bütün makinelere hizmet veren bir bölümdür. Bu bölümlerde çalışanlar arasında iletişim problemi ve kullanılan alet ve teçhizatların kimler tarafından kullanıldığının bilinmemesi için işletme verimliliği açısından büyük zaman kayıplara neden olduğu görülmüştür. İşçiler tarafından kullanılan alet ve ekipmanların düzenli olarak muhafaza edilmediği ve kimin hangi aleti kullandığına dair bilgilerinin olmaması, düzenli bir çalışma ortamının olmadığını göstermektedir. Her iki atölyede iletişim problemi ve kullanılan aletlerin takibi ile ilgili ciddi problemlerin olduğu tespit edilmiştir. Makine bakım atölyesinde bulunan ustabaşları tarafından getirilmiş çözümlerde sık kullanılan aletler dolaplar içine muhafaza edilmiş ve sadece kendi kullanımlarına uygun karışık bir şekilde muhafaza edilmiştir. Sadece kendileri tarafından kullanılan alet ve ekipmanlar diğer çalışanlar tarafından kullanılmak istenildiği zaman ustabaşları bulması, izin alması gerekmektedir. Bu sistemde zaman kaybının büyük olduğunu göstermiştir. Makine bakım atölyesinde çalışan 8 personelin işlerini yetiştiremedikleri ve ek personel talep edildiği görülmüştür. Yapılan gözlemlerde 5S uygulaması sonrasında yapılan eylem planı ve aksiyonlara uyulduğu takdirde personel ihtiyaçlarının olmayacağı düşünülmektedir.

Kalıp atölyesinde şekillendirme ünitesi için kalıp toplama işleminde kalın saçlar ve plakalar için uygun raf ve dolaplarda sınıflandırılmıştır. Raf ve dolaplarda bulunan kalıplar ve plakaların numaralandırıldığı görülmüştür. Fakat listelerde bulunan bilgiler incelendiği zaman raflarda bulunan plaka ve saçların bazılarının olmadığı görülmüştür. Bölüm formeninden alınan bilgiye göre listeler firmanın yıllık sayımına göre bir defa yapılmaktadır. Bu yüzden kullanılan malzemelerin listede var olmasına rağmen raflarda ihtiyacı karşılayacak şekilde hazır olmaması işlerin aksamasına neden olmaktadır. Tespit edilen bu eksiklik için plaka ve saç malzemelerin için güncel tutulacak bir kritik stok listesi hazırlanması amacı ile aksiyon planı oluşturulmuştur. Kalıp toplama esnasında kolay ulaşım sağlanabilmesi

için aynı ürün ailesinde toplanan kalıplarda kullanılan saç ve plakalar boyanmış ve aynı rafta muhafaza edilmesi sağlanmıştır. Çelik plaka ve saçların uygun raf ve dolaplarda toplanmasına rağmen preslere takılan saç ve plakaların karışık şekilde nereye takıldığı bilinmemesi ve istenilen ölçüde ince saç bulunamaması gibi problemlerin olduğu tespit edilmiştir.

Düzen adımı ile ilgili yapılması öngörülen değişiklikler yapıldıktan sonra bir denetleme formu hazırlanarak yapılan iyileştirme çalışmaları denetlenmiştir. Aynı zamanda devam eden radar uygulaması ile de her hafta denetlemeler devam etmiştir. Pilot bölgeyi oluşturan dört bölgede yapılan çalışmalar aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmaktadır.

Kalıp değişim süresinin azaltılması için yeni düzenlemeler ve 5S çalışmaları yapılmıştır. Yapılan düzenlemeler kalıp değişiminde etkili olan kalıp atölyesi, kalıp toplama alanı ve makine bakım atölyelerinde gerçekleştirilmiştir.

Kalıp Toplama Hazırlık Alanı: Kalıp toplama alanında presler için 3 adet kasa olması nedeni ile aynı anda 3 kalıp toplama işlemi gerçekleştirilmektedir. Kalıp toplama alanında aynı anda yapılan işlemler alet ve ekipmanların kullanımlarında sıra oluşumuna neden olması ve kullanılan plaka ve saçların karışmasına neden olmaktadır.

İlk adım olarak kalıp değişimleri için planlama yapılması sağlanmış ve kalıpların ayrı alanlarda toplanması sağlanarak karışıklığın önüne geçilmiştir.

İkinci adımda çok kullanılan çekiç kerpeten, taşlama vb. alet ve teçhizatlar için kalıp toplama alanında yakın bir yer oluşturulmuştur. Bu sayede çok kullanılan alet ve teçhizatlara kolay ulaşım sağlanmıştır.

Kalıp toplama alanında bir önceki kasa değişiminden kalan plaka, şekillendirme basma ayakları gibi parçaların düzenli olarak her kalıp değişimi sonrası kaldırılması ve yerlerine konulması sağlanmıştır.

Belirli ürün aileleri için daha önceden hazırlanan raflarda ürün ailesine uymayan plaka ve gereksiz çelik saç parçalarının olduğu tespit edilmiştir. Raflarda

yeniden yapılan düzenleme ile plaka ve saçlar boyanmış, istenilen ürün ailesi için uygun ölçülerde yeniden düzenleme yapılmıştır. Raflarda bulunan ürün ailesine ait olmayan gereksiz bütün parçalar kaldırılmış ve kolay ulaşım sağlanmıştır.

İş güvenliği bakımından devrilme tehlikesi bulunan büyük ağır plakalar güvenli bölgelere alınarak iş kazası oluşması engellenmiştir.

Kalıp değişimden kullanılan civata, somun, vida gibi parçaların her kasa için ayrı ölçülerine ve kullanım yerlerine bağlı sınıflandırılarak kolay ulaşımı sağlanmıştır.

5S çalışma öncesinde kalıp toplama alanında Şekil 6.18’de pres ayağı, oksijen kaynağı, kalıp çerçevesi, taşıma arabası, pres kasaları ile farklı ölçülerde plakaların karışık ve düzensiz olduğu görülmektedir. Resimden görüldüğü üzere sadece üç farklı prese ait olan kalıp ayaklarının aynı alanda karışık ve düzensiz olduğu görülmektedir.



Şekil 6.18. 5S çalışma öncesi kalıp hazırlama bölümü genel görüntüsü.

Şekil 6.19a.’da pres kasaları ve ayaklarının düzenlenmiş görüntüsü verilmiştir.

Şekil 6.19b’de pres kasasında kullanılan civata vb. malzemelerin gruplandırılmış görüntüleri verilmiştir.



(a)

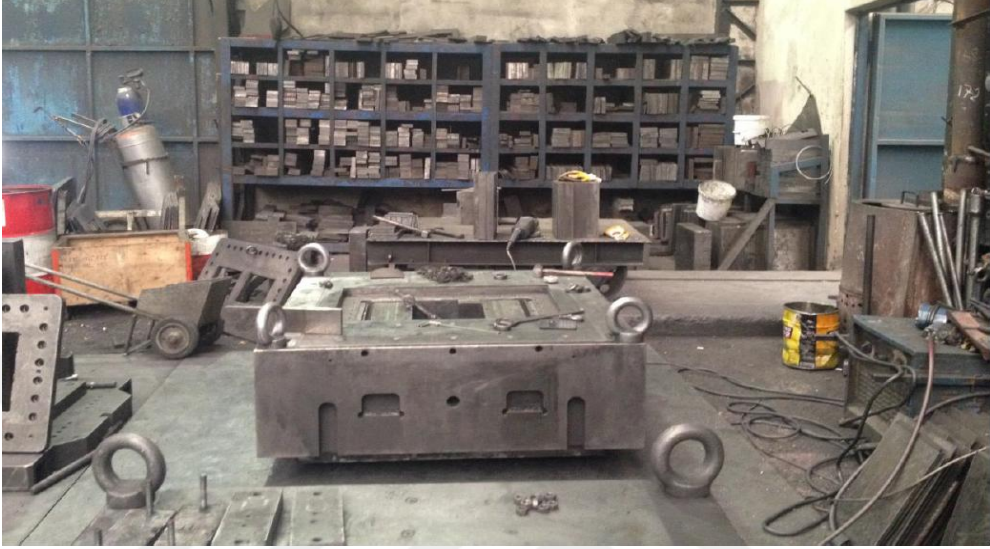


(b)

Şekil 6.19. a)5S çalışma sonrası kasa,b)Gruplanan civataların genel görüntüsü.

Şekil 6.20a’da kalıp ve plakaların gelişi güzel bir şekilde kullanıldığı ve düzensiz bir çalışma ortamı görülmektedir. Yapılan 5S çalışmaları sonrasında Şekil 6.20b’de kalıp ve plakalar kendi ürün aileleri aralarına kaldırılmış ve gerekli

temizlikler yapılmıştır. Raflarda bulunan farklı pozlarda tuğla şekillendirmelerinde kullanılan saç ve plakaların yeniden boyamaları yapılarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Her raf için hangi ürün ailesine ait olduğu listelenmiş, yeni eklenen ürün ailesi grupları ve parçaları da sınıflarına göre boyanmış ve listeye dahil edilmiştir.



(a) Önce



(b) Sonra

Şekil 6.20. 5S çalışma öncesi ve sonrası genel görüntüsü.

Yeni oluşturulan liste için sorumlu kişiler belirlenmiş ve yapılan düzenlemelerin devamlılığı sağlanmıştır.

Makine Bakım Takım Odası: Kalıp değiştirme süresinin azaltılması çalışmasında makine bakım atölyesinin uzak olması, kullanılan alet ve teizatın pres yanına ve kalıp toplama alanında taşınarak yeniden düzenleme yapılması ihtiyaını doğurmuştur. Makine bakım atölyesinde çalışan 10 ustanın tecrübeli olan ikisi tarafından ihtiyaç dahilinde alet ve teizatların kendi özel dolapları içinde kilitli olarak muhafaza edildiği grlmştur. Bu sistemde ustabaşı, kullandığı alet ve teizatların kaybolmasının önüne geçerken kendisinden diğer çalışanların izin alarak aletlerin kullanıldığını söylemiştir. Bu yöntemde işletme içinde iş dağılımı organizasyonların kendisi yönettiği için gerekli olan alet ve teizatın kullanımında da kendilerinden izin alınması gerektiğini belirtmiştir. Diğer personel tarafından kullanılan alet ve teizatlarında rastgele gelişi güzel kullanıldığı grlmştur. Diğer bakımcı personel tarafından kullanılan alet ve teizatların düzenlemesi yeniden yapılmış ve ekipman listeleri oluşturulmuştur. Yedek parça listeleri güncellenmiştir. Yedek parça listesinde bulunan kritik stok seviyesi olan parçalar ve belirlenmiş alt üst sınır değerleri belirlenmiştir. Eksik olan parçaların siparişleri verilerek tamamlanmıştır. Vida, civata, somun vb. parçalar ayrı ayrı sınıflandırılmış ve poliyamid yuvalar yaptırılarak raflar içinde tutulmaya başlanmıştır. Raflarda bulunan yuvalar tanımlayıcı renkler ve etiketler kullanılarak yenilenmiştir. Takım odasında bulunan tezgah üzerinde ak, yağ bidonu, halat ve kablolar ve gereksiz olan her Şey tezgah üzerinden kaldırılmıştır. Kullanılan ekipmanların ve düzenin devamlılığının sağlanması için sorumlu kişiler belirlenmiş ve kurulan düzenin sürekliliği sağlanmıştır. Bölüm Őef ve amirleri tarafından radar denetimleri yapılarak 5S çalışmalarının kalıcılığı sağlanmıştır.

Şekil 6.21’de makine bakım odasında 5S çalışmaları öncesi çekilen resimlerde tezgah üstünün oldukça karışık ve düzensiz olduğu görülmektedir.



Şekil 6.21. 5S çalışmasından önce takım odası.

Şekil 6.22.’de 5S çalışmaları sonrasında tezgahın üstünün tamamen temizlenmiş olduğu görülmektedir.



Şekil 6.22. 5S çalışmasından sonra takım odası.

5S çalışmaları kapsamında yapılan düzenlemelerin devamlılığı için radar denetimleri bölüm sorumluları tarafından yapılmıştır.

Kalıp Atölyesi: Kalıp atölyesi çalışma masası üzerinde bulunan işlemi tamamlanmış kalıplar, ürün ailesi belirlenmiş olan raflara yerleştirilmiştir. Raflarda listede olmayan plaka ve saçlar ölçülerine göre sınıflandırılmış ve belirlenmiş olan raflara yerleştirilmiştir. Masa üzerinde bulunan taşlama makinesi ve kaynak makineleri masa yanında belirlenen iş güvenliği açısından uygun olan yerlere kabloları toplanarak konulmuştur. Raflarda bulunan kalıp çerçeveleri, plaklar, saç malzemeleri yedek malzeme listesi kontrolleri yapılmıştır. Kritik olan parçalarda alt ve üst sınır limitler için belirlenerek eksik olan parçalar için sipariş verilmiştir. Her poz için ürün ailesi grupları gerekli etiketlemeler ve boyama işlemleri yapılarak sınıflandırma işlemleri yapılmıştır. Raflara daha önceden verilen numaralar listeden kontrol edilmiştir. Kullanılan alet ve teçhizat için kalıp atölyesinde düzenli bir bölge olmadığı, masalar üzerinde ve duvar kenarlarında çekiç, anahtar, matkap, tornavida vb. takımların düzensiz bir şekilde bulunduğu görülmüştür. Kullanılan bu malzemeler için kalıp atölyesi içine takım tezgahı dolabı yaptırılarak ekipman ve malzemelerin düzenli olarak sınıflandırması yapılmıştır.



Şekil 6.23. Kişiye ait olan özel alet ve teçhizat dolabı.

Atölyede bulunan kalıp yağı, bor yağı ve hidrolik yağı gibi makine kenarlarında bulunan malzemelerin çalışma tezgahlarına kolay ulaşım olacak şekilde düzenlemeleri yapılmıştır.

Şekil 6.24.'de kalıp atölyesi 5S çalışma öncesi ve sonrası görüntüleri verilmiştir.



Şekil 6. 24. 5S çalışmasından önce ve sonra.

Radar denetimleri ile uygulanan 5S çalışmalarını sürekliliği takip edilmiştir.

6.4.5.3. Seiso (Temizlik)

Temizlik ile amaçlanan işletme alanının işçiler için sağlıklı ve çalışabilir bir duruma getirilmesi ve üretim makinelerinin beklenmedik duruşlarının önüne geçerek verimliliğin en yüksek seviyeye çıkarılmasıdır. İşletmelerde yapılan temizlik işlemleri işçiler için temiz güvenli ve hijyenik bir ortam oluşturulmasına imkan sağlamaktadır. Uygulama yapılan işletme tuğla fabrikası olması nedeni ile üretim esnasında ortam havasına karışan toz partikülleri işçi sağlığına zarar verirken makine ve teçhizatın beklenmedik şekilde duruş yapmasına neden olmaktadır. Düzenli olarak yapılan makine ve çalışma alanı temizlikleri, ortamda bulunan tozun azaltılması ile sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamada ve makine arızalarının önüne geçilmektedir.

5S çalışmalarının yapıldığı kalıp atölyesinde torna, freze ve matkapların çalışması esnasında yerlere dağılan metal talaş parçaları iş sağlığı yönünden tehlike yaratmaktadır. Bu nedenle kalıp atölyesi bölgesinde torna ve freze gibi cihaz etrafında bulunan metal talaşlarının her işlem sonrasında düzenli olarak temizlenmesi gerekmektedir. Çalışılan ortamda kırma ve öğütme gibi toza neden olan işlemler olduğu için makine ve ekipmanların temizliklerinin günlük operatörler tarafından yapılması gerekmektedir. Yapılacak olan temizlik işlemleri için operatör temizlik formları hazırlanmıştır. Hazırlanan formlarda vardiyalık, günlük, haftalık ve aylık olarak ekipmanı kullanan operatörler tarafından temizlik işlemleri yapılmıştır. Yapılan işlemler birim amiri tarafından kontrol edilmiştir.

OPERATÖR TEMİZLİK FORMU											Form No: Form Revizyon: Revizyon Tarihi: 01.10.2014
Yazın	Yazın	Yazın	Yazın	Yazın	Yazın	Yazın	Yazın	Yazın	Yazın	Yazın	Yazın
Pazartesi	08-10	08-15	08-20	08-25	08-30	08-35	08-40	08-45	08-50	08-55	09-00
	09-05	09-10	09-15	09-20	09-25	09-30	09-35	09-40	09-45	09-50	09-55
	10-00	10-05	10-10	10-15	10-20	10-25	10-30	10-35	10-40	10-45	10-50
Salı	08-10	08-15	08-20	08-25	08-30	08-35	08-40	08-45	08-50	08-55	09-00
	09-05	09-10	09-15	09-20	09-25	09-30	09-35	09-40	09-45	09-50	09-55
	10-00	10-05	10-10	10-15	10-20	10-25	10-30	10-35	10-40	10-45	10-50
Çarşamba	08-10	08-15	08-20	08-25	08-30	08-35	08-40	08-45	08-50	08-55	09-00
	09-05	09-10	09-15	09-20	09-25	09-30	09-35	09-40	09-45	09-50	09-55
	10-00	10-05	10-10	10-15	10-20	10-25	10-30	10-35	10-40	10-45	10-50
Perşembe	08-10	08-15	08-20	08-25	08-30	08-35	08-40	08-45	08-50	08-55	09-00
	09-05	09-10	09-15	09-20	09-25	09-30	09-35	09-40	09-45	09-50	09-55
	10-00	10-05	10-10	10-15	10-20	10-25	10-30	10-35	10-40	10-45	10-50
Cuma	08-10	08-15	08-20	08-25	08-30	08-35	08-40	08-45	08-50	08-55	09-00
	09-05	09-10	09-15	09-20	09-25	09-30	09-35	09-40	09-45	09-50	09-55
	10-00	10-05	10-10	10-15	10-20	10-25	10-30	10-35	10-40	10-45	10-50
Cumartesi	08-10	08-15	08-20	08-25	08-30	08-35	08-40	08-45	08-50	08-55	09-00
	09-05	09-10	09-15	09-20	09-25	09-30	09-35	09-40	09-45	09-50	09-55
	10-00	10-05	10-10	10-15	10-20	10-25	10-30	10-35	10-40	10-45	10-50

Şekil 6.25. Operatör temizlik kontrol formu

Pilot bölgedeki ilgili yerlere bu temizlik standartları ve sorumluları tablosu asılmıştır. Bu tablonun takibi ile sorumlu kişiler belirlenmiştir. Temizlik ve kontrol standartları hazırlanmıştır ve standartlar hücreye asılmıştır.

6.4.5.4. Seiketsu (Standartlaştırma)

Bu çalışma 5S uygulamasının ilk adımlarının uygulanması sonrasında sürekliliğin sağlanmaya çalışıldığı adımdır. Standartlaştırma işlemi öncesinden uygulanan 5S adımlarının görülmesine ve eksiklerin giderilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda yapılan uygulamalarda eksik kalanların tamamlandığı bir adımdır. Uygulama yapılan 5S adımlarından düzenleme ve temizlik adımlarına tam bir uyum sağlanamadığı gözlenmiştir. Yapılan Radar denetimlerinde düzenleme aşamasında yerleri belirlenen ve işaretlenen ekipman araç ve gereçlerin kullanım sonrasında gelişi güzel bırakılmaya devam ettiği görülmüştür. Bu konuda işletme amirleri ve çalışan operatörler ile 5S uygulama eksiklikleri hakkında toplantılar yapılarak sorumlulukları tekrar hatırlatılmıştır. İşletme çalışanlarında temizlik ve diğer düzenleme uygulamaları için eski alışkanlıklarına devam ettikleri gözlenmiştir. İşçilerin 5S düzenlemelerine uyum problemi yaşadıkları görülmüştür. Pres operatörleri temizlik işlemlerini eski alışkanlıklarına göre kalıp değişimi sırasında yaptıkları için vardiya değişimlerinde temizlik yapılmamaktadır. Yeni yapılan 5S programında temizlik çalışmalarının makine arızalarının önüne geçilmesi için hem kalıp değişiminde, hem de vardiya değişimlerinde yapılması gerekmektedir. Konu hakkında 5S panosu önünde yapılan toplantılar ile 5S çalışmasının amacına ulaşmasında sürekliliğin sağlanması ve yapılan uygulamaların devamlılığının sağlanmasının önemi anlatılmıştır. Konu hakkında işletme amir, formen ve posta başların görev sorumlulukları bilincinde olması ve yapılan uygulamaların devamlılığının sağlanması için toplantılarla aktarılmıştır.

6.4.5.5. Shitsuke (Disiplin)

Disiplin adımı çalışan personelin 5S uygulamalarına katılımı ve motivasyonları büyük önem taşımaktadır. 5S kapsamında yapılan çalışmaları disiplin haline getirmek için başta fabrika Genel Müdürü, Üretim Müdürü ve İşletme Mühendisleri tarafından uygulamanın devamlılığının sağlanması ile kontrollerin sıkı bir şekilde devam ettirmişlerdir. Bu konuda çalışan operatör ve işçilerin yapılan çalışmaların faydasını görmeleri için 5S panosu önünde hatırlatma toplantıları yapılmıştır. Bu sayede çalışanların yapılan çalışmaların yararlı olduğunu ve sürekliliğinin sağlanması içinde bilinçli bir şekilde 5S çalışmalarını devam

ettirmeleri sağlanmıştır. Aynı zamanda 5S çalışmalarına destek olması ve çalışan motivasyonu artırılması için ödüllendirmeler yapılmıştır. Yapılan 5S uygulamaları sadece üretim alanında kalmayıp ofis ve laboratuvar ortamında da uygulamaları yapılmıştır. Böylelikle 5S uygulamasına diğer birimler ve tüm personelin katılımı sağlanmıştır. 5S'in her gün düzenli olarak günlük faaliyetlerin bir parçası olması konusu üzerinde özellikle durulmuştur.

6.4.6. Toplam Verimli Bakım

Toplam verimli bakım makine verimliliğini artırmak ve üretim aşamasında oluşan ıskartaların önüne geçmek amacı ile yapılan çalışmalardır. Uygulama yapılan işletmenin şekillendirme ünitesinde oluşan ıskartalar haricinde, preslerin arızaya bağlı duruş yapmalarının büyük üretim kayıplarına neden olduğu bilinmektedir. Pres duruşlarına ait Pareto Analizi incelendiği zaman makine arızasına bağlı olan duruşların 120 gün içinde 14,4 gün ile üçüncü sırada olduğu görülmüştür. İşletmede yapılan incelemelerde planlı bir bakım yapılamadığı sadece preslere arıza durumunda müdahale edildiği bilgisi alınmıştır. Makine Bakım Müdürü ile yapılan görüşmelerde, firmanın sipariş üzerine üretim yaptığı için preslerin bakımlarında sadece yağlama vb. basit işlemlerin gerçekleştirilebildiği belirlenmiştir. Kendilerinin günlük, haftalık, aylık bakım planları bulunmasına rağmen bu programa sipariş değişimleri ve personel azlığı nedeni ile uyum sağlanmadığı anlaşılmıştır.

Preslerin durumları hakkında öncelikli olarak planlama toplantısı yapılmış ve Makine Bakım Müdürü'nden pres durumları ve yapılması gereken bakımlar hakkında bilgi alınmıştır. Yapılan toplantıda bakım yapılması gereken zamanlar Üretim Müdürü ve Satış ve Üretim Planlama Müdürü onayı ile bakım yapılabilecek olan günlerin planlaması yapılmıştır. Yoğun olan üretim planına bağlı olarak işletmenin çalışmasının tamamen durduğu hafta sonları, bayram vb. resmi tatil günlerinde gerekli bakım personeli mesai yaptırılarak bakım planlaması yapılmıştır. Yapılan ilk bakım planlaması düzenli bakıma geçilmesi için ilk adım olmuştur. Bu sayede presler arızalı olarak çalışmaktan kurtarılmış ve daha düzenli bir şekilde rutin bakımları için hazır duruma getirilmiştir. Yapılan ilk toplantıda presler için belirlenen arıza ve aksaklıklar belirlenmiştir. Belirlenen aksaklıklar için personel sayısına ve pres üretim kapasitesine bağlı olarak planlama yapılmıştır.

Preslerde Belirlenen Aksaklıklar:

L16: Mamul alma sürgü yatakların sorun var. Korumada yırtık bulunuyor. Elek çapa haznesi yatakları bozuk. Pres düzgün temizlenmiyor.

B20: Pres ısınıyor eşanjör tıkalı, Valf bloğundan yağ kaçırıyor. Sutun millerinden yağ kaçırıyor. Elek hidro motorunda arıza var. Tuğla tutucu halatı bozuk. Tuğla tutucular deforme olmuş. Güvenlik aynasının şasesi sabit değil.

L20: Kasa pistonu yağ kaçırıyor. Üst kalıp kitleme yağ kaçırıyor. Valf bloğundan yağ kaçırıyor. Elek çapa haznesi sıyrıcı lastik yuvası aşınmıştır. Çapa haznesi pistonları çalışmıyor. Rekor kırık. Tuğla tutucu halatı bozuk, tuğla tutucular deforme olmuşlar. Silo körüğü kırık. Pres aynaları sabit değil. Operatörler dikkat etmeli. Tankın kapısı kırık yakınına big bag konulmalı.

Z Pres: Tank içi kirli durumda. Tank rekorlarında yağ kaçağı var. Valflerde yağ kaçağı var. Üst büyük silindir milinde krom kalkmış ve aşınmış yağ kaçağı var.

100: Tankın içi kirli. Valflerden yağ kaçırıyor. Güçlendiriciden yağ kaçırıyor. Boru ve rekorlardan yağ kaçırıyor. Üst piston milinde derin çizikler var ve yağ kaçırıyor. Elek şasesi ve makaraların yenilenmesi gerekli. Kasa silindirleri yağ kaçırıyor. Sütun mil yağlamaları çalışmıyor. Tepe ön dolum tankı çalışmıyor. Prese düzgün temizlik yapılmıyor.

80: Pompa motor kaplinleri kaçık, sürekli dişli sıyrıyor. Kaplin değişimi yapılması gerekli. Güçlendirici yağ kaçırıyor. Üst silindir aşağı kaçırıyor. Tepe ön dolum tankı yağ kaçırıyor. Kasayı tutan silindir milleri aşınmış ve yağ kaçırıyor. Presin ayar siviçleri düzensiz ve kabloları dışarıda duruyor. Elek çapası kopmuş ve karıştırmıyor. Pres bağlantı rekorları aşınmış ve sürekli yağ kaçırıyor. Pompaların şase bağlantı civataları kopuk. Valflerin kontrolleri yapılacak. Preste düzgün temizlik yapılmıyor.

L 16: Tank yağ filitresi değişimi, Tank yağ kaçırıyor. Valf bloğu üzerinden yağ kaçırıyor. Üst silindir boğazından yağ kaçırıyor. Rekor ve hortumlardan yağ kaçırıyor. Kasa silindir boğazından yağ kaçırıyor. Elek makaraları bozuk. Presten

yere mamul dökülüyor. Pres tutucuları eski. Kalıp kilitleme silindir ve rekorlardan yağ kaçırıyor.

B 12: Tank ve valf bloğu rekor valflerinde yağ kaçakları var. Pres sütun mili sarıları aşınma kontrolü ve yağlamaları çalışmıyor. Üst kalıp kilitleme pistonu yağ kaçırıyor. Silindir koruma körükleri yırtık. Elek makaraları ve kızak mili aşınmış rulman dağıtıyor. Mamul alma parçalayıcısının dişleri aşınmış Elek üstünde kablo taşıyıcılar kopuk. Silodan mamul alma körüğü yırtık. Yere harman dökülüyor. Tuğla tutucular deforme olmuş. Pres kalıp yağlama tankı çok kirli.

B 125: Tank rekor bağlantılarından yağ kaçırıyor. Piston ön dolum valflerinden yağ kaçırıyor. Valf bloğu üzerindeki valfler ve rekorlar yağ kaçırıyor. Elek silindir boşazından yağ kaçırıyor. Alt kalıp kilitlemelerden yağ kaçırıyor. Kasa pistonu körükleri yırtık Silo bandı yan firfırları yırtık. Mamul dökülüyor. Elek makaraları aşınmış ve kopmuş. Tuğla tutucular deforme olmuş. Sütun mil yağlamaları çalışmıyor. Mamul alma haznesi kırık. Kasa aşağı kaçırıyor. Elekten mamul yere dökülüyor. Ana silindir keçe değişecek. Pres düzgün temizlenmiyor.

İşletmede bulunan 9 adet presin problemleri belirlenmiştir. Preslere, işletme sürekli çalıştığı için bakım yapılamamakta ve arıza durumunda tamir yapılmaktadır. Preslerde bulunan arızalı parçalar ve bakım yapılması gerekli olan parçalar preslerde ani duruşlara ve büyük üretim kayıplarına neden olmaktadır. Aynı zamanda preslere düzenli bakım yapılmaması sürekli tamir yapılması ile parça değişimi, işçilik ve bakım masraflarının artmasına neden olmaktadır. Preslerin arızalı durumda çalışması ile yapılan üretimde ıskarta oluşumuna neden olmaktadır. Preslerde tespit edilen problemlerin giderilmesi için gerekli olan gün sayısı tespit edilmiş ve planlı bakım için termin tarihleri belirlenmiştir.

Preslerin şekillendirme sonrasında yarı mamul olan ham tuğlada tutucu aşınmalarına bağlı tuğla kırılması ve tuğla kenarlarında iz yapmasının önüne geçilmiştir. Pres tutucu değişimleri sonrasında pres başı ıskartalarda önemli ölçüde azalma olduğu tespit edilmiştir. Tablo 6.18'de bakım için gereken gün sayısı ve termin tamamlama tarihleri belirlenmiştir.

B20 ve L20 presler 2 vardiya çalıştığı için hafta sonları arızaların giderilmesi ve bakım yapılması uygun görülmüştür.

Tablo 6.18. Presler için belirlenen bakım ve tamir süreleri

Pres	Bakım İçin Gerekli Gün	Başlama Tarihi	Planlanan Bitiş Tarihi	Uzatma Süresi
Z	3	05.08.2016	07.08.2016	
100	3	08.08.2016	10.08.2016	
80	10	11.08.2016	21.08.2016	
L16	7	22.08.2016	29.08.2016	
B12	10	29.08.2016	08.09.2016	
B125	9	09.09.2016	18.09.2016	
L16	3	19.09.2016	21.09.2016	
B20	3	21.09.2016	23.09.2016	
L20	3	24.09.2016	27.09.2016	

Preslere verilen tarihlerde yapılan bakım uygulama sonrasında;

*Preslerde bulunan harman karıştırma ve pres kalıp besleme eleklerinin problemlili olması, şekillendirilen tuğla harmanının heterojen bir karışımına neden olmaktadır. Heterojen olan harmanlar tuğlaların şekillendirilmesinde yarı mamul ıskarta oranının artmasına neden olmaktadır. Yerleşimi düzgün olmadan şekillendirilen tuğlaların pres başında fark edilmemesi nihai üründe ıskartaya çıkmasına neden olmaktadır. Pres eleklerinin değişimi ve bakımı sonrasında homojen bir tuğla harmanı ve düzgün presleme yapılmış kalite problemi olmayan tuğla üretilmektedir. Pres başında ıskarta oranının azalması sağlanmıştır.

*Pres valfleri, rekorlar ve tanktan kaçan hidrolik yağ sızıntıları tuğla harmanına bulaşması sonrasında pres başında ve nihai üründe hatalı tuğlalara neden olmaktadır. Yağlı harmanların pres başında fark edilmesi güç olup fırına girmesi kaçınılmazdır. Fırına giren yağ karışımına sahip olan tuğlalar fırın çıkışı son üründe ıskarta oranının artmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda yağ kaçağının olması preslerde kullanılan yağ sarfiyatının artmasına neden olmakta ve bakım maliyetlerini yükseltmektedir. Preslerde bulunan yağ kaçaqları tamamen önlenememiş olsa da kısmi olarak başarı sağlanmıştır.

*Pres bantı yırtık olan bölümlerden yere dökülen harmanların temizlik esnasında toplanması zaman kaybına neden olmaktadır. Aynı zamanda mikserlenmiş harmanın ıskartaya alınarak ayrılmasına neden olmaktadır. Pres taşıma bantları ve silolarda yapılan tamir sonrasında yere harman dökülmesinin önüne geçilmiştir.

*Yapılan bakımlar sonrasında preslerde arıza duruşu azalmıştır. Preslerin beklenmedik duruşları önlenmiş ve üretim kaybı azaltılmıştır.

*Preslere yapılan düzenli bakımlar pres arızalanmalarının azalmasını sağlamıştır. Aynı zamanda preslerde arıza sırasında ortaya çıkan yedek parça işçilik gibi maliyetlerin azalmasını sağlamıştır. Preslere yapılan bakımlar üretim kalitesinin iyileşmesine ve iş güvenliğinin sağlanmasına da yardımcı olmuştur.

6.4.7. Poka-Yoke Sistemi İçin Öneriler

Poka Yoke sistemi için firmaya üç öneride bulunulmuştur. Fakat bu yöntemler maliyet gerektirdiği için şimdilik uygulamanın yapılmaması konusunda karar alınmıştır.

Poka-Yoke sistem 1: Pres başında çalışan tuğlada ölçü hatası olduğu zaman pres otomatik olarak duracak ve bantı ters çevirerek hatalı ürünün alınmasına engel olacaktır. Bu sayede son üründe ölçü hatasına bağlı ıskarta miktarının önüne geçilecektir.

Poka-Yoke sistem 2: Pres başında basılan tuğlalarda yarı mamul aşamasında oluşan kenar ve köşe kırıkları için geliştirilen lazerli yüzey tarama ile ölçümlerde belirlenen azalma ve artmalarda bant otomatik olarak kendini ters çevirecek ve hatalı ürünün fırınlama aşamasına geçmesini engelleyecektir.

Poka-Yoke sistem 3: Harman hazırlama aşamasında çekilen hammaddelerin renklerine bağlı kontrol edilerek yanlış hammadde çekilmesinin engellenmesidir. A-90 kaliteli tuğlada kullanılan patlamaya neden olan hammadde pişmiş rengi koyu kahverenginde, pişmemiş çığ ise açık kahve tonundadır. Sistem, renk tanımasına bağlı Poka-Yoke sistemi ile ilk harman hazırlama süresinde hatanın bulunması ve önlem alınması olarak önerilmiştir.

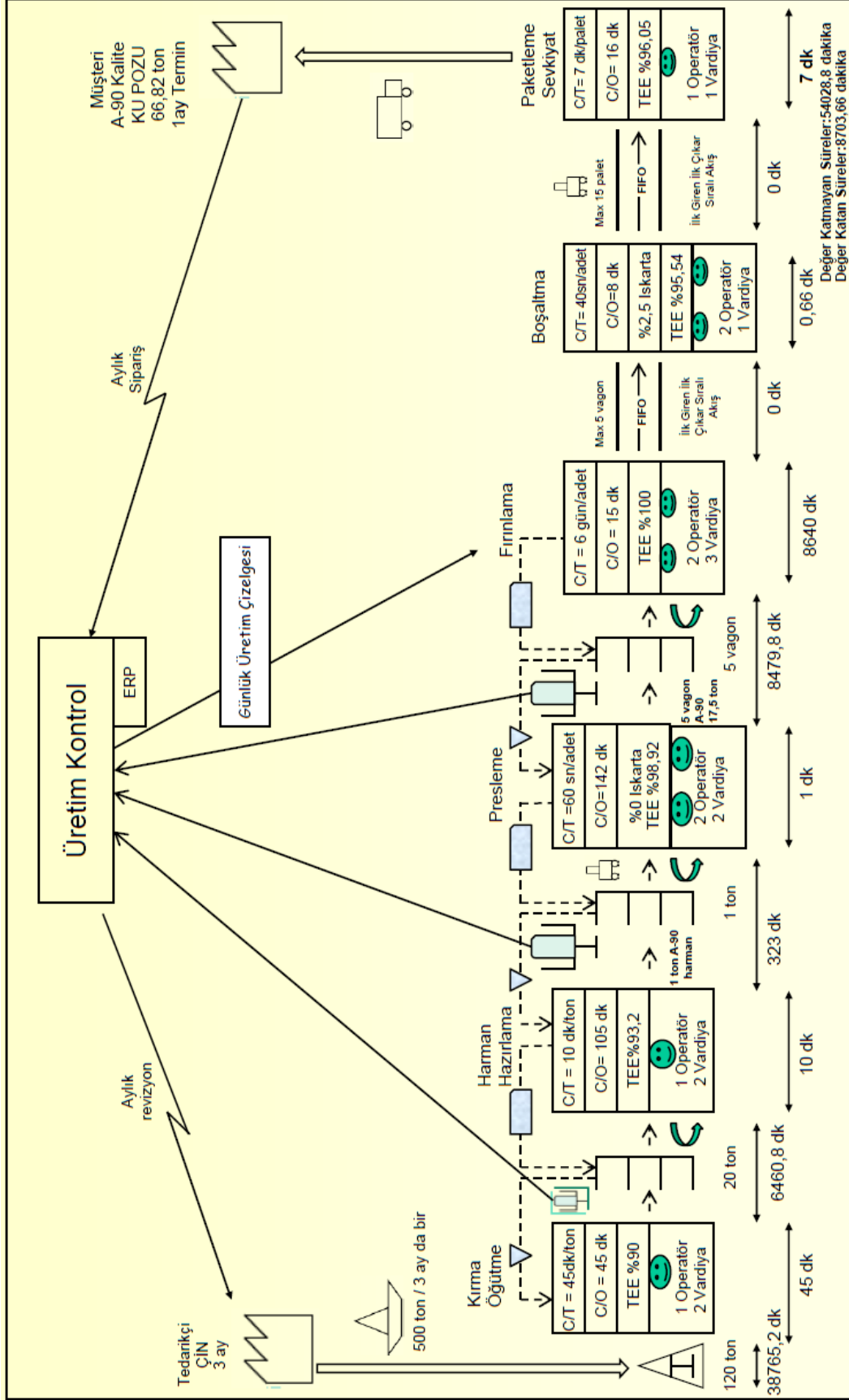
6.5. Yeni Mevcut Durum Haritası

Yapılan ikinci iyileştirme, harman hazırlama esnasında kaybedilen zamanlar üzerine olmuştur. Hazırlama süresi toplamda 151 dakikadan 105 dakikaya düşürülmüştür. Hazırlık işlemi kalıp hazırlama işlemine benzer şekilde iç ve dış hazırlık süreleri olarak sınıflandırılmıştır. İç hazırlık süreleri dış hazırlık sürelerine çevrilemese de aynı zamanda yapılan işlemler sayesinde %30,4 oranında 46 dakika zaman kazanılmıştır. Hazırlanması tamamlanan harman önceden forklift yardımı ile alınarak vinç beklemesi yapılırken aynı hat üzerine kurulan ikinci vinç yardımı ile bekleme süresi 15 dakikadan 5 dakikaya indirilmiştir.

Şekillendirme ünitesinde 169 dakika olan hazırlık işlemleri iç ve dış hazırlıklar olmak üzere ikiye ayrılmış ve iç hazırlık süreleri dış hazırlık sürelerine çevrilerek kalıp iç hazırlık süresi düşürülmüştür. İç hazırlık süreleri ve dış hazırlık sürelerinde aynı anda yapılabilen işlemler belirlenmiş, toplam hazırlık süresinin daha verimli kullanılmasına ve kısalmasına neden olmuştur. Yapılan çalışmalar sonunda hazırlık süreleri 142 dakikaya 27 dakika daha kısaltılmıştır.

Pres başında toplam %1 oranında meydana gelen ıskartalar pres başında operatör tarafından tekrar küçük çeneli kırıcı ile kırılmış ve pres silosuna besleme yapılmıştır. Çiğ şekilde kırılan tuğlalar tekrar preslenerek şekillendirme ünitesi ıskarta oranı A-90 kaliteli tuğla için %0 indirilmiştir.

Harman hazırlama ile şekillendirme ünitesi arasında ilk çizilen mevcut durum haritasında mikserleme işleminin şekillendirme ünitesine göre daha hızlı çalışmasına bağlı 14 ton ara stok oluşumu varken, kurulan süpermarket sistemi ile stok tamamen kaldırılamasa da vardiyalık 1 ton stok miktarına düşürülmüştür. Pilot deneme çalışmaları devam eden çekme sistemi ile akış sağlanmış ve her 1 tonluk malzeme kullanımında sinyal kanbanı ile harman üretim emri verilerek 1 ton hazır stok presleme harmanı hazır durumda bekletilmiştir. Şekil 6.26'de yalın tekniklerin uygulama sonucunda elde edilen iyileştirmeler sonrasındaki değer akış haritası verilmiştir.



Şekil 6.26. A-90 Alumina Silikat süreci için üretim teknikleri uygulama sonrası elde edilen şimdiki durum değer akış haritası.

Presleme ünitesi ile fırınlar arasında ilk çizilen mevcut durum haritasında fırınlama ünitesi rejimi ve kalite konvoylarına bağlı 10 vagon 35 ton stok oluşmaktadır. Kurulan süpermarket sistemi ile stok tamamen kaldırılamasa da 8479,8 dakika 5 vagon 17,5 ton stok miktarına düşürülmüştür. Pilot deneme çalışmaları devam eden çekme sistemi ile akış sağlanmış ve her 17,5 ton 5 vagon konvoy malzeme kullanımında sinyal kanbanı ile şekillendirme üretim emri verilerek 17,5 ton 5 vagon için pres üretime başlayacaktır. Kurulan süpermarket sisteminde 10 vagonluk konvoy beklenmeden 5 vagon tamamlandığı zaman fırına giriş başlayacaktır. Şekil 6.26'de yalın tekniklerin uygulama sonucunda elde edilen iyileştirmeler sonrasındaki değer akış haritası verilmiştir.

Eski sitemde fırından çıkan 10 adet vagon konvoyu boşaltma işlemi için 5652 dakika boyunca bekletilirken yeni sistemde 5'er vagon halinde fırından çıkmalıdır. Yeni kurulan boşaltma platformu sayesinde bekleme süreleri 3 saate düşürülmüştür. Bu sistemde 25vagon 6 saat boşaltma için beklerken kurulan FIFO sistemi ile beraber max 25 vagon akış, sağlanmış ve bekleme süreleri 0 dakikaya düşürülmüştür.

Paketleme ünitesinde oluşan 10 palet stok 562,5 dakika süre ile beklerken kurulan 3. yeni platform sayesinde ürün ailesine göre boşaltma sistemi ile paketleme bekleme işlemleri 0 dakikaya kadar düşürülmüştür. Fırın girişinde kurulan FIFO sistemi ile fırından çıkış yapan 5 vagonluk konvoylar 3 ayrı platformda aynı anda boşaltılabilmektedir. Vagon bekleme süreleri 0 dakikaya kadar düşürülmüştür.

6.6. Uygulanan Yalın Tekniklerin Diğer Pres Duruşlarına Etkisi

Yalın üretim teknikleri uygulama sırasında A-90 kaliteli ürün ailesi ile beraber diğer ürün aileleri içinde iyileştirmeler yapılmıştır. Değer akış haritasında A-90 kaliteli tuğla ürün ailesinde şekillendirme hazırlık sürelerinin uzun olması nedeni ile işletmede çalışır durumda olan diğer presler içinde hazırlık süreleri ölçülmüş ve iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. A-90 kaliteli ürün ailesi için uygulanan SMED, TVB ve 5S uygulamaları aynı zamanda şekillendirme ünitesinde bulunan diğer preslerde uygulanmış ve hazırlık süreleri üzerinde olumlu etki sağlamıştır. Bu yüzden işletmede büyük maliyet kaybına neden olan preslerin diğer duruş nedenleri

incelenmiş ve uygulanan yalın tekniklerin şekillendirme ünitesi zaman kayıpları üzerindeki etkisi incelenmiştir.

6.6.1. Preslere Uygulanan Kayıp Zaman Analizi

Şekillendirme ünitesi mikserler'den gelen harmanların preslenerek istenilen ölçülerde yarı mamul üretiminin yapıldığı ünedir. Bu bölümde 9 adet presle günlük 2 vardiyada 100 ton yarı mamul tuğla şekillendirme işlemi yapılmaktadır. Şekillendirme yapılan tuğlalar vagon üzerine istif yapılarak kurutma fırınına gönderilmektedir. Şekillendirme ünitesinde herhangi bir nedenden dolayı meydana gelen duruşlar 1 saat içinde 4 ton gibi büyük miktarda üretim kayıplarına neden olabilmektedir. Şekillendirme ünitesinde yapılan incelemelerde 9 adet çalışan presin duruş nedenleri Kalıp değişimi, Kalıp arızası, Makine arızası, Kalite problemi, Kalite değişimi, Harman Yok, Personel yok, Elektrik arızası, Çapak var, Plaka değişimi (Ölçü değişimi), Prese vagon çekme, Temizlik, Acil Sipariş Kalıp Değişimi, Silo Besleme olarak tespit edilmiştir.

İyileştirme süreci boyunca şekillendirme ünitesinde gözlemlenen en büyük kayıpların kalıp değişiminden kaynaklandığı gözlenmiştir. Şekillendirme ünitesi için tutulan vardiyalık kayıp zaman formları kullanılmaya başlanmıştır. Operatörler bu formlara duruşları, duruşların sürelerini, duruşların hangi işlemde oluştuğunu ve nedenini, üretilen ürün miktarını, kalıp değişimi var ise süresini not etmektedir. Analizden hangi işlemde duruşun ne sıklıkla meydana geldiği, arızanın tipinin ne olduğu ve benzeri veriler elde edilerek problemlerin giderilmesi için yapılacak çözümler eylem planına alınmıştır. Kayıp zaman analizleri bir dönem bu şekilde kullanıldıktan sonra daha detaylı bir kayıp zaman analizi formu hazırlanarak hedefler konulacaktır.

Kayıp zaman analizi formunda da pres duruş nedenleri detaylandırılmıştır. Kayıp zaman analizleri verileri her vardiya için günlük olarak tutulmuştur. Her gün vardiya amiri önderliği ile birlikte duruş nedenleri ve oluş sebepleri operatörlerle toplanılarak görüşülmüştür. Günlük elde edilen verilerden hareketle haftalık toplam duruş süreleri ve duruş nedenleri belirlenmiştir. Şekil 6.27.'de günlük tutulan kayıp

zaman analiz formundan alınan veriler Excel dosyasına işlenmiş ve görüntüsü verilmiştir.

GÜNLÜK ÜFİM TAKİP RAPORU														DURUŞ NEDENLERİ DAKİKA																							
TARİH	MESAJ BAŞLANGIÇ	MESAJ BİTİŞ	FİRMA	KALİTE	ÜRÜN POZU ADI	TEZGAH VE PRES ADI	CALIŞAN KİŞİ SAYISI	BİRİM AĞIRLIK Gr	STROK SAMİYE	ADET FİİLİ	FİRE ADETI	STROK SAMİYEYE GÖRE ADET	DURUŞLARA GÖRE ADET	ARADAKİ FARK	TOPLAM TONAJ FİİLİ	DURUŞLAR TOPLAMIDK	PRES VERİMLİLİK DURUŞSUZ %	PRES VERİMLİLİK DURUŞLU %	KALIP DEĞİŞİRİ	KALIP ARIZASI	MAKİNE ARIZASI	KALİTE PROBLEMİ	KALİTE DEĞİŞİMİ (TEMİZLİK)	HARMAN YOK	PERSONEL YOK	ELEKTRİK ARIZASI	VAGON YOK	ÇAPAK ALINMAYOR	PLAKA DEĞİŞİRİ (DÜĞÜ DEĞİŞİRİ)	PRES VAGON ÇEKME	TEMİZLİK	ACİL SİPARİŞ KALIP DEĞİŞİRİ	SİLO BESLEME				
8.10.2016	08:30	11:38	BHNCİLER	MC 15 A	EBT 10-10	LAEİS 2000	2	37,0	70	190		191	191	-1	6.920	0	99,9%	99,9%																			
8.10.2016	11:38	13:04	BHNCİLER	MC 15 A	EBT 10-13	LAEİS 2000	2	27,0	70	23	2	74	26	0	201	46	44,8%	99,9%																			
8.10.2016	08:30	10:45	KARABÜK DÇ	MC 12	4P-22	LAEİS 2000	2	14,3	47	750	9	1111	706	-10	10.720	195	67,6%	98,7%	38	85					35												
8.10.2016	00:30	08:00	KARABÜK DÇ	MC 12	4P-6	LAEİS 2000	2	14,3	47	770	2	1145	774	-2	11.011	147	67,0%	99,9%																			
8.10.2016	08:30	11:04	KARABÜK DÇ	MC 12	4P-6	LAEİS 2000	2	14,3	47	200	2	221	308	-1	2.220	0	70,1%	99,9%																			
8.10.2016	11:54	14:08	ÇEMTAŞ	MC 15	4P-22	LAEİS 2000	2	14,3	47	275	2	342	279	-1	3.833	25	80,4%	99,9%																			
8.10.2016	14:08	15:00	ÇEMTAŞ	MC 15	4P-12	LAEİS 2000	2	14,3	47	80	1	133	81	0	716	32	27,7%	99,9%																			
8.10.2016	00:30	06:00	KARABÜK DÇ	MC 8	25-8	LAEİS 2000	2	17,0	50	970	2	1060	984	-12	10.480	40	89,8%	98,8%																			
8.10.2016	08:00	10:00	ÇEMTAŞ	MC 6	4P-6	LAEİS 2000	1	14,0	53	265	2	272	272	-6	3.710	0	37,9%	99,9%																			
8.10.2016	10:30	15:00	ÇEMTAŞ	MC 6	2P-20	LAEİS 2000	1	8,0	48	200	2	704	209	-2	2.544	107	37,8%	99,4%	107																		
8.10.2016	16:00	18:00	ÇEMTAŞ	MC 8	2P-10	LAEİS 2000	1	9,0	46	20	2	190	52	0	280	46	19,9%	100,0%																			

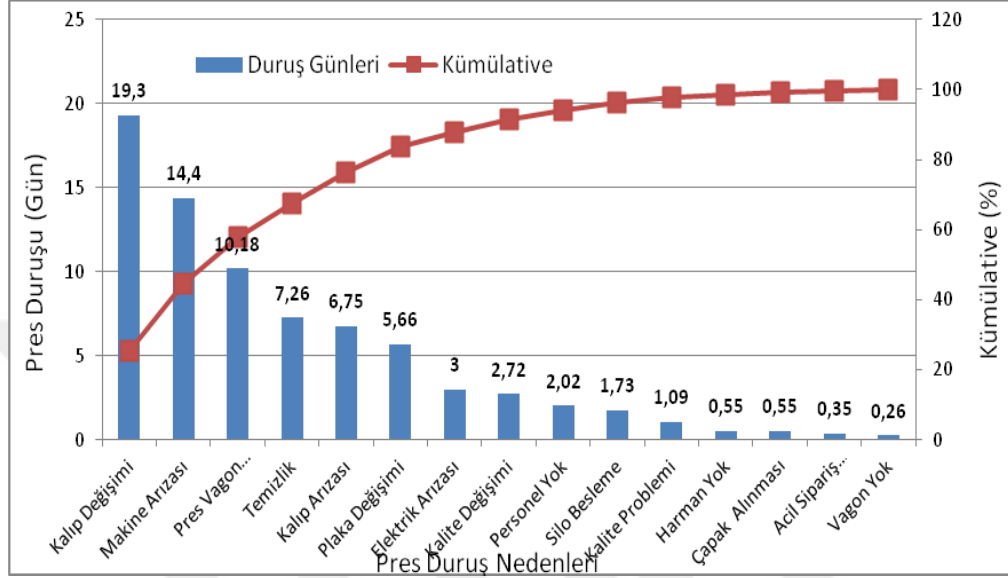
Şekil 6.27. Preslerde meydana gelen duruşlara ait günlük rapor kayıtları.

Tablo 6.19.'da 9 adet pres için 120 gün içinde 14 ana duruş nedenine bağlı zaman kayıpları verilmiştir.

Tablo 6.19. Presleme ünitesinde 120 gün içinde meydana gelen pres duruşları.

Presler	L2	B2	L16	İ16	125	120	100	80	z	Toplam dk	Toplam Saat	Toplam Gün
Kalıp Değişimi	4048	4073	1844	30	5407	1097	390	10881	150	27920	465	19,3
Kalıp Arızası	1466	1491	1715	163	889	959	0	2948	95	9726	162,1	6,75
Makine Arızası	4348	2948	2048	3618	5129	1517	0	945	195	20748	345,8	14,4
Kalite Problemi	232	403	294	0	388	75	0	189	0	1581	26,61	1,09
Kalite Değişimi	1212	1077	754	75	45	392	0	152	214	3921	65,35	2,72
Harman Yok	92	40	166	0	184	270	0	50	0	802	13,36	0,55
Personel Yok	163	243	157	125	767	858	10	512	78	2913	48,55	2,02
Elektrik Arızası	515	304	499	2168	185	498	20	105	30	4324	72,06	3
Vagon Yok	115	0	39	0	137	20	0	70	0	381	6,35	0,26
Çapak Alınması	299	137	54	0	164	80	0	60	0	794	13,2	0,55
Plaka Değişimi	3053	2974	813	96	419	373	0	355	75	8158	135,6	5,66
Pres Vagon Çekme	608	603	4171	1446	3884	1214	162	2228	357	14673	244,55	10,18
Temizlik	1911	1731	2394	383	1476	1093	150	1123	202	10463	174,38	7,26
Acil Sipariş	213	15	45	0	0	235	0	10	0	518	8,63	0,35
Silo Besleme	1010	891	329	0	133	12	0	123	0	2498	41,63	1,73

Tablo 6.20.'de en çok duruş nedenin kalıp değişimine bağlı 19,3 gün olduğu görülmektedir. Yapılan ikinci çalışmada pres duruşlarının neden olduğu kalıp değişimi, pres arızası, ölçü ayarı gibi değer katmayan zamanlar tespit edilerek 5S, SMED, TVB gibi yalın teknikler kullanılarak iyileştirmeler yapılacaktır.



Şekil 6.28. Zamana bağlı pres duruş nedenleri Pareto Analizi.

Pareto analizinden de görüldüğü gibi 15 adet duruş türünden sadece 1 tanesinin sebep olduğu duruş, tamamının % 25.46 kadarıdır. 15 adet duruş sebebinin ilk üçünün sebep olduğu duruş zamanı bütün duruş zamanının % 57.87 kadarıdır.

6.6.2. Yalın Uygulamalar Sonrasında Preslerdeki Kayıp Zaman Değişimleri

Preslerde meydana gelen zaman kayıpları yapılan Pareto Analizi ile en fazla duruş kalıp değişimine bağlı %19,3 olarak tespit edilmiştir. Şekillendirme ünitesinde Kayıp zaman analizi, 5S teknikleri ve TVB uygulamaları yapılmıştır. Yapılan uygulamalar ve alınan aksiyon planları sonrasında meydana gelen değişiklikler kayıp zaman analizi formu ile karşılaştırma yapılabilmesi için 120 gün boyunca kayda alınmıştır.

Pres duruşları için yapılan 5S ve TVB çalışmalarının da etkisi dahilinde %45 oranında azalma sağlanmıştır. Yapılan 5S çalışmaları katkıları sonucunda tutulan

günlük formlarda 4 aylık karşılaştırmalarda bu oranın %53,95 yükseldiği görülmüştür. Kalıp değişimi sırasında bu duruş süresi arasındaki fark 15062 dakika hesaplanmıştır. Preslerin 50 sn 'de 2 adetden toplam 20kg tuğla şekillendirdiği düşünülürse 903720 sn de 18074 defa basınç uygulaması yapmaktadır. Her defasında 10 ar kg'dan 2 adet tuğla toplam 20 kg tuğla basılmaktadır. 4 aylık sürede 8 adet pres için ortalama 361 ton tuğla şekillendirilebilmektedir.

Tablo 6.20. Presleme ünitesinde 120 gün içinde meydana gelen pres duruşlarının karşılaştırılması.

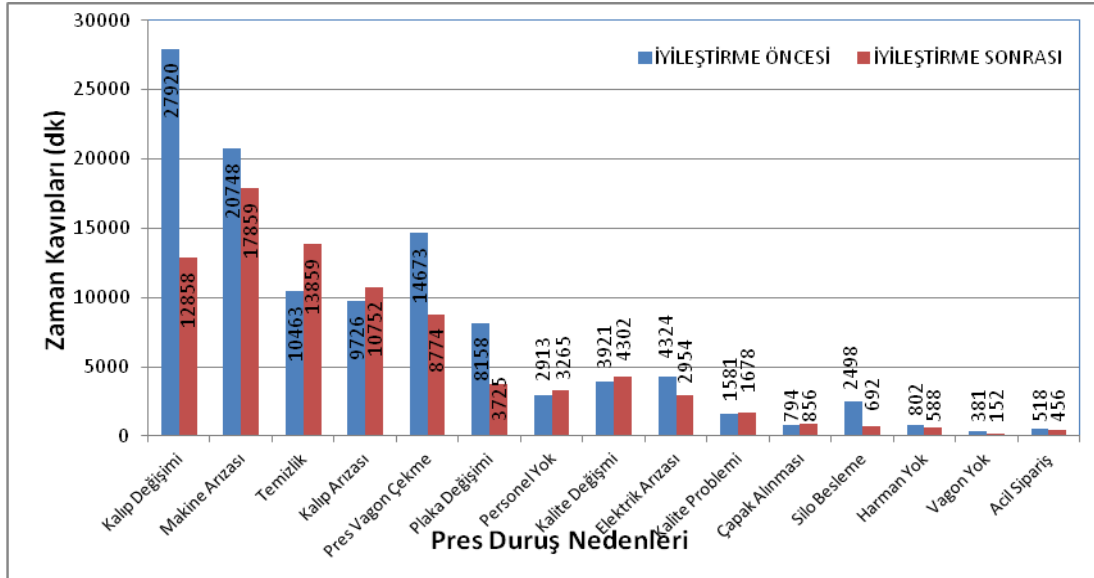
Pres	Toplam Önce (dk)	Toplam Sonra (dk)	Fark (dk)	Değişim Azalma (%)	Değişim Artma (%)
Kalıp Değişimi	27920	12858	15062	53,95	
Makine Arızası	20748	17859	2889	13,92	
Temizlik	10463	13859	3396		32,46
Kalıp Arızası	9726	10752	-1026		10,55
Pres Vagon Çekme	14673	8774	5899	40,20	
Plaka Değişimi	8158	3725	4433	54,34	
Personel Yok	2913	3265	-352		12,08
Kalite Değişimi	3921	4302	-381		9,72
Elektrik Arızası	4324	2954	1370	31,68	
Kalite Problemi	1581	1678	-97		6,14
Çapak Alınması	794	856	-62		7,81
Silo Besleme	2498	692	1806	72,30	
Harman Yok	802	588	214	26,68	
Vagon Yok	381	152	229	60,10	
Acil Sipariş	518	456	62	11,97	
Toplam	109420	82770	26650	24,36	

Toplam verimli bakım çalışmaları sonucunda makine arızası üzerinde iyi sonuç alınamasa da yapılan bakımlara bağlı 2889 dakika %13,92 azalma olduğu görülmektedir. Bakım planının yapılmasına rağmen personel eksikliği ve işletmede meydana gelen diğer arızalar nedeni ile yapılan plana uyulamamıştır. İşletme içinde düzenli bakım yapılmayan yerlerin sadece presler olmadığı için ve diğer kırıcı, elevatör, mikser vb. cihazlarda meydana gelen arızalar direkt bozulup üretimi aksatması nedeni ile düzenli bakım tam olarak uygulanamamıştır.

Preslerde temizlik işlemleri kalite değişimlerinde yapılırken uygulamaya konulan 5S programı ile her vardiya düzenli olarak yapılan pres temizlik süresinin

artmasına neden olmuştur. Yapılan temizlik işleminin makine arızalarının azalmasına yardımcı olduğu düşünülmektedir.

Şekil 6.29.'da 120 günlük iyileştirme öncesi ve sonrası pres duruş nedenlerinin karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 6.29. Pres duruş nedenlerinin 120 günlük iyileştirme öncesi ve sonrasında karşılaştırılması.

Prese vagon çekme işlemi için mamul ambarda boşaltılamayan vagonlar operatörün beklemesine ve üretim kaybına neden olmaktadır. Iskarta oranları için yapılan iyileştirmede reçine bağlı tuğlalar için vagon zeminine konan çelik saç yardımı ile boşaltma hattında vagon üzerinden tek seferde forklift yardımı ile alınan tuğlaların müsait bir alana alınması ile boşaltma işlemi yapılmaktadır. Bu durumda vagon boşaltması için bekleme süresi azaltılmış olmuştur. Boşaltma işlemi önceden 2 hat üzerinde yapılırken boşta olan 3. hat yanına seyyar boşaltma ünitesi kurulmuş ve Alümina Silikat tuğlalar için vagon bekleme problemi ortadan tamamen kaldırılmıştır. Prese vagon çekme, yapılan iyileştirme çalışmaları sonrasında 5899 dakika, % 40,2 azaltılmıştır. Vagon beklemesi durumu, oluşan özel nedenlerden dolayı 229 dakika %60,1 iyileştirme sağlanmıştır.

Kalıp arıza durumu şekillendirilen malzeme kalitesine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu durum bazı ürünlerde yüksek aşınma sonucu kalıbın hasar

görmesi ile duruş gerçekleşmektedir. Yapılacak iyileştirme için kasa içinde kullanılan çelik kaliteleri değiştirilerek deneme yapılması gerekmektedir. Kalıp arızası kaliteye bağlı olması nedeni ile duruşlarda 1026 dakika %10,55 artış meydana gelmiştir.

Kalite değişimi problemlili ürün ve gelen siparişe bağlı yapılması zorunlu bir durum olduğu için müdahale üretim planlaması dışında yapılamamıştır. Kalite değişiminde yapılan 4 aylık formlarda anlık siparişlerin artmasına bağlı 381 dakika %9,72 artış görülmüştür. Acil siparişe bağlı değişim ise 62 dakika % 11,97 azalma göstermiştir.

Personelin işe gelmemesine bağlı olarak çalıştırılmayan preslerde 352 dakika %12,8 artış görülmüştür. Personel konusunda, her preste çalışacak personel için yedek personel yetiştirilmesi konusunda öneride bulunulmuştur.

Elektrik arızası için 1370 dakika %31,68 azalma olduğu görülmüştür. Ortamda bulunan tozların elektrik devrelerine zarar vermesi sonucu preslerde elektrik arızalarından dolayı duruşların meydana geldiği düşünülmektedir. 5S çalışmaları kapsamında yapılan planlı ve düzenli temizliklerin elektrik arızasını azaltması beklenmektedir.

Silo besleme durumu şekillendirme ünitesinde bulunan 9 pres silosunun beslenmesi ve 9 pres için kalıp taşımada kullanılmaktadır. Pres harman besleme ve kalıp değişimi aynı zamanda olduğunda üretim kayıplarının artmasına neden olmaktadır. İşletmede daha önceden alınan karar ile çalışma yapılan dönemde aynı sistem üzerine ikinci vincin yerleştirilmesi ile kalıp değiştirme ve silo besleme sürelerinde önemli azalmalar sağlanmıştır. Silo beslemede ikinci vincin devreye girmesi ile 1806 dakika %72,30 azalma sağlanmıştır.

Yapılan kayıp zaman analizi sonucunda, TVB ve 5S çalışmaları sonrasında pres duruşlarında toplam 26650 dakika %24,36 azalma sağlanmıştır. Pres duruşları sonrasında meydana gelen 26650 dakikalık duruş süresinin preslerin ortalama 50sn'de 2 adet 10 kg toplamda 20kg tuğla şekillendirdiği düşünülürse 63960 adet 10

kg'lık tuğla üretimi gerçekleştirilir. 63960 adet tuğla 639,6 ton tuğla üretim kaybı önlenmiştir.

6.7.Değerlendirme

Tablo 6.21.'da mevcut durum, planlanan gelecek durumlarından elde edilen uygulama sonrası şimdiki durum değer akış haritası değerleri verilmiştir.

Tablo 6.21. Değer akış haritasında belirtilen hedefler ve elde edilen sonuçlar.

Proses		Mevcut Durum	Planlanan	Elde Edilen
Stok (Hammadde)	Fabrika Stoktan Çekme	200 ton 64607,7 dk	150 ton 50000 dk	120 ton 38765,2 dk
Kırma ve Öğütme	C/T	45 dk	45 dk	45 dk
	C/O	45 dk	45 dk	45 dk
	TEE	%90	%90	%90
Stok (Kırılmış)		40 ton 12915 dk	25 ton 7000 dk Süpermarket	20 ton 6460,8 dk Süpermarket
Harman Hazırlama	C/T	10 dk	10 dk	10 dk
	C/O	151 dk	75 dk	105 dk
	TEE	%92,4	%95	%93,2
Stok (Yarı ürün)		14 ton Stok 4522,6 dk	323 dk(1 ton) Süpermarket	323 dk(1 ton) Süpermarket
Presleme	C/T	1 dk	1 dk	1 dk
	C/O	169 dk	90 dk	142dk
	Iskarta	% 1	%0	%0
	TEE	%97,8	%99	%98,92
Stok (Yarı ürün)		18086,4 dk (10 vagon 35ton)	7000 dk (5 vagon 17,5 ton) Süpermarket	8479,8 dk (5 vagon 17,5 ton) Süpermarket
Fırınlama	C/T	8640 dk	8640 dk	8640 dk
	C/O	15 dk	15 dk	15 dk
	TEE	%100	%100	%100
Stok (Ürün)		5652 dk (10 vagon 35 ton)	0 dk FIFO max 5 vagon (5 vagon 17,5 ton)	0 dk FIFO max 5 vagon (5 vagon 17,5 ton)
Boşaltma	C/T	0,66 dk	0,66 dk	0,66 dk
	C/O	15 dk	7,5 dk	8 dk
	Iskarta	%44,7	%1,5	%2,5
	Iskarta Maliyeti	14543,55 \$	0 \$	367,18 \$
	TEE	%52,37	%90	%95,54
Ürün	Ürün Stok Sahası Taşıma	562,5 dk (10 palet 500adet)	0 dk FIFO (max 15 Palet)	0 dk FIFO (max 15 Palet)
Paketleme Sevkiyat	C/T	14 dk	7 dk	7 dk
	C/O	32 dk	16 dk	16 dk
	TEE	%91,36	%95	%96,05
Değer Katmayan Süreler		106346,2	64323	54028,8
Değer Katan Süreler		8710,66	8703,66	8703,66

A-90 kaliteli tuğlada sürekli meydana gelen çatlak oluşumu nedeni ile %44,7 oranında 51,3 ton kadar büyük israflar meydana gelmektedir. İşletmede aynı kaliteli

tuğla için geçmiş zamanlarda aynı problemle karşılaşıldığından büyük maliyet kayıplarına neden olmuştur. Çatlak problemi için 7 adımlı Kaizen uygulaması yapılmış ve sonuçlar günlük üretim ıskarta formu ile sonraki aylarda takip edilmiştir. 7 adımlı Kaizen uygulaması ile kök nedenler belirlenmiş ve çözüm önerileri aksiyon planlarına alınmıştır. Yapılan ıskarta takibi sonrasında ıskarta oranının %2,5 kadar düşürüldüğü izlenmiştir.

Değer akış şeması ilk hazırlandığı zaman değer katmayan süreler 106346,2 dakika, değer katan süreler 8710,66 dakika bulunmuştur. Yalın üretim teknikleri ve alınan aksiyon planları sonrasında değer katmayan süreler 54028,8 dakika, değer katan süreler ise 8703,66 dakikaya kadar düşürülmüştür. Mevcut durumdaki sistem etkinliği %38'den yapılan iyileştirmeler sonrasında şimdiki mevcut durum haritasında %76'ya yükseltilmiştir.

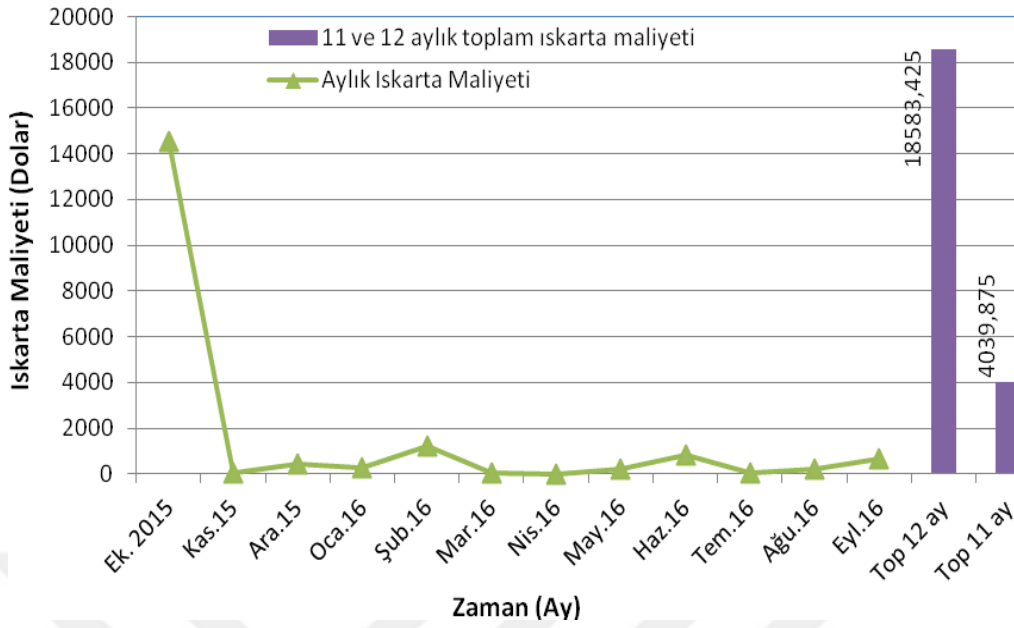
7.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1960'lı yıllarda Japonya'da Toyota firmasında uygulanması ile yalın üretim sistemi dünyanın dikkatini çekmiştir. Yalın üretim sistemi firmada katma değer yaratmayan tüm faaliyetlerin en aza indirgenerek maliyetlerin azaltılmasını ve kârlılığın artmasını sağlamaktadır. Yalın üretim sistemini uygulamak isteyen firmalar için ilk şart üst yönetimin koşulsuz ve sürekli desteğinin olmasıdır. Üst yönetim tarafından sürekli desteklenmeyen bir sistemin çalışması mümkün değildir.

Yalın üretim sistemi, sıfır hata ve sıfır stok temellerine dayanarak firmadaki israfların ortadan kaldırılmasını hedeflemektedir. Yalın üretim sistemi gelip geçici ya da belli bir süre uygulanabilecek bir yaklaşım değildir. Yalın üretim sistemi felsefe olarak üst yönetimden üretimde çalışan personele kadar herkes tarafından benimsenmelidir. Yalın üretim sisteminin temelleri çalışanlara anlatılmalı ve adım adım firmaya uygulanmalıdır. Yalın üretim, sürekli ve uzun çabayı gerektiren, birbirini takip eden kurallar zinciri olan ve bir çok olmazsa olmaz şartı bulunan bir sistemdir. Yalın üretim sisteminin en hassas noktası, bütün yalın üretim tekniklerinin birbirine bağlı olmasıdır. Tam zamanında, stoksuz üretim için kanban sistemi uygulanır fakat bu sistemin uygulanması için hatasız, gecikmesiz malzemeye ihtiyaç vardır. Bunun için sürekli iyileştirme (Kaizen) anlayışının benimsenmesi gereklidir.

Bu çalışmada Refrakter tuğla fabrikasında, ıskarta, pres duruş ve kalıp değiştirme gibi israfa neden olan faaliyetler değer akış haritası ile belirlenmiş, yalın üretim teknikleri ile iyileştirmeler yapılmıştır.

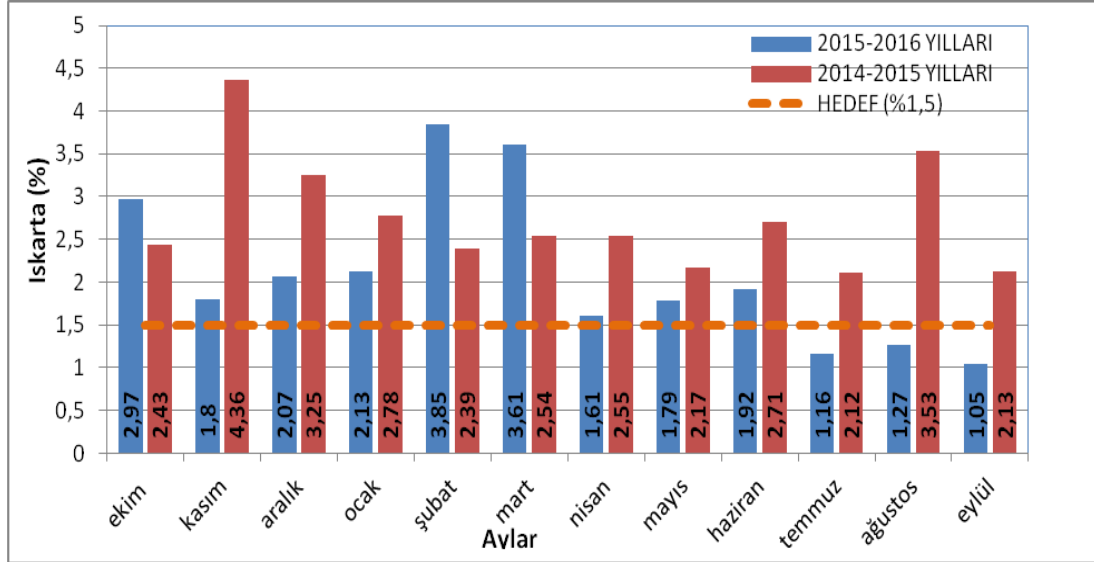
Değer akış haritası analizi ile A-90 kaliteli tuğlada %44,7 oranında ıskartanın olduğu meydana çıkmıştır. 51,3 ton malzemenin firmaya olan aylık ıskarta maliyetinin 283,5 \$/ton olduğu, 14543,55 \$ zararın meydana geldiği belirlenmiştir. A-90 kaliteli tuğlada meydana gelen çatlama problemi için 7 adımlı Major Kaizen planı uygulanmış ve ıskarta oranı %2,5 kadar düşürülmüştür. ıskarta miktarları 11 ay boyunca takip edilmiş ve aynı nedene bağlı ıskarta problemi yaşanmamıştır. Yapılan Major Kaizen iyileştirme çalışmaları sonrasında 11 ay sonunda 533,69 ton üretimin 14,25 tonu ıskartaya ayrılmıştır. 14,25 ton A-90 kaliteli tuğlanın 11 aylık ıskarta maliyeti 4039,87 \$'a indirilmiştir.



Şekil 7.1. A-90 kaliteli tuğla iyileştirme sonrası aylık maliyet değişimi.

Iskarta formlarında takip edilen ikinci ıskartaların kenar köşe kırığına bağlı meydana geldiği görülmüştür. Kenar köşe kırıkları alınan aksiyon planlarına göre, alümina silikat bazlı tuğlalar için problemin vagon tabanında meydana gelmesi nedeni ile acil olarak vagonların yenilenmesi kararı alınmıştır. Kalan süre zarfında da kenar köşe kırıklarının önüne geçilmesi için alta seramik battaniye serme, tuğla çığ mukavemet artırılması ve vagonların birbirine çarpması ile yıkılmaları önlemek üzere seramik rope'lar kullanılmıştır. Reçine bağlı tuğlalarda ise sıcaklık düşük olduğu için tabana çelik saç konulması uygun görülmüştür. Günlük ıskarta takip formundan alınan ilk sonuçlar yöntemlerin ıskarta oranını azalttığı, fakat yeterli olmadığı görülmüştür. ıskarta miktarları 12 ay boyunca izlendiği için tamir yapılan vagonların sayısının artışına bağlı ıskarta miktarlarında azalma olduğu görülmüştür. Yapılan ıskarta miktarları izlemesinde 2014-2015 yıllarında 1 yıllık ıskarta yüzdelerinin 2015-2016 yıllarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. 2014-2015 yıllarında 12 ay boyunca toplamda 2687724 adet üretimin 73701 adeti %2,74 oranında tuğla kenar ve köşe kırıklarından ıskartaya ayrılmıştır. 2015-2016 yılları 12 aylık toplam 2028083 adet üretimin 44008 adet %2,17 ıskartaya ayrılmıştır. Nisan 2016 ile Eylül 2016 yapılan çalışmalar 6 aylık bir zaman periyodunda olmasına rağmen ıskarta miktarında 73701 adetten 44008 adeti % 25,22 düşüş sağlanmıştır.

Temmuz 2016, Ağustos 2016 ve Eylül 2016 olmak üzere son 3 ayda ıskarta değerlerinin alınan aksiyonlar sonrasında aylık bazda %1,5 kalite hedefinin altında değeri yakalandığı görülmüştür.



Şekil 7.2. 2014-2015 ile 2015-2016 yılları arasında ıskarta yüzdeleri karşılaştırılması.

İskarta miktarları tamamen düşürülemezse de uygulanan yöntemler sonrasında ıskarta miktarında azalma sağlanmıştır.

Son olarak da işletmede meydana gelen kayıp zamanların nedenleri araştırılmıştır. Şekillendirme ve harman hazırlama ünitelerinde kayıp zaman analizleri yapılmıştır. Şekillendirme ünitesinde günlük form tutularak 120 günlük duruş nedenleri için Pareto Analizi yapılmış ve en çok duruşun kalıp değiştirme süresi olduğu anlaşılmıştır. Kalıp değiştirme süresi analizi ile iç ve dış kalıp değiştirme süreleri ayrılmış, değer katmayan faaliyetler bulunmuş ve eş zamanlı yapılabilecek faaliyetler belirlenmiştir. Toplam kalıp değiştirme süresi 169 dakikadan 142 dakikaya %15,97 indirilmiştir. Ana pres duruşuna neden olan iç hazırlık süreleri 45 dk 'dan 28 dk'ya düşürülmüştür. Pres duruşları için %37,7 oranında azalma sağlanmıştır. Harman hazırlama ünitesinde benzer çalışmalar yapılmış, iç hazırlık ve dış hazırlık süreleri olmak üzere sınıflandırma yapılmış ve eş zamanlı yapılabilen faaliyetler belirlenmiştir. Harman hazırlamada 151 dakikadan 105 dakikaya % 30,4 oranında azalma sağlanmıştır.

Şekillendirme ünitesinde tek zaman kaybının kalıp değişimine bağlı olmadığı, bunun yanında pres arızası, kalıp arızası, elektrik arızası, temizlik, kalite değişimi, harman yok, personel yok, çapak alınması, acil sipariş, silo besleme gibi 14 ana nedene dayandığı belirlenmiştir. 5S, Toplam Verimli Bakım, Kayıp Zaman Analizi ve kalıp değiştirme süreleri başarı ile uygulanmıştır. 120 günlük toplam duruş süreleri iyileştirme öncesi 109420 dakika iken, iyileştirme sonrasında 82770 dakikaya indirilmiştir. 26650 dakika %24,36 oranında pres duruşlarında azalma sağlanmıştır. Yapılan Kayıp Zaman Analizi, toplam üretken bakım ve 5S çalışmaları sonrasında pres duruşlarında 26650 dakika %24,36 azalma sağlanmıştır. Pres duruşları sonrasında meydana gelen 26650 dakikalık duruş süresinin preslerin ortalama 50sn'de 2 adet 10 kg, toplamda 20kg tuğla şekillendirdiği düşünülürse 63960 adet 10 kg'luk tuğla üretimi gerçekleştirilir. 63960 adet tuğla 639,6 ton üretim duruşlarına bağlı kayıp önlenmiş ve üretime kazandırılmıştır.

Yapılan çalışmada refrakter tuğla fabrikasında uygulanan yalın üretim tekniklerinin uygulanabilirliği, alınan başarılı sonuçlarla ortaya konulmuştur. Değer katmayan faaliyetler, gözükmeyen israflar yalın üretim araçları ile ortaya çıkarılmıştır ve yalın tekniklerden yararlanılarak çözüm aranmıştır. Doğru uygulanan yalın üretim tekniklerinin performansı ve kaliteyi artırdığı görülmüştür.

Refrakter firmasında yapılan çalışma daha çok proseslerde oluşan üretim kayıpları ve büyük maliyet kaybına neden olan A-90 tuğla iskarta problemi üzerine gerçekleştirilmiştir. Firma sipariş üzerine çalıştığı için müşteri taleplerine hızlı bir şekilde dönüş yapmak zorundadır. Bu yüzden firmada ürün bazında ve hammadde olarak büyük miktarlarda bekleyen stoklar bulunmaktadır. Perakende satış hizmeti veren firmada özellikle Alumina Silikat ürünlerde farklı kalite ve pozlarda müşteri taleplerine cevap verebilmek için yüksek miktarlarda stok tutulmaktadır. Aynı durumda, müşterilerin isteklerine ve rakiplerine karşı önde bulunmak için farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerde bulunan birçok hammaddeden istenilen özelliklerde üretim yapılabilmesi için stok tutulmaktadır. Stokta tutulan malzemeler her ne kadar müşteri taleplerine karşılık verilse de büyük miktarlarda envanter maliyetine neden olmaktadır. Hammadde ve ürün stok tutma miktarları, maliyetleri düşürme üzerine araştırmacılar tarafından yapılacak çalışmalar firma için yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

Abdulmaleka, F. A., Rajgopal " Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study", International J.ournal of Production Economics, 2007, 107, 223-236.

Ahura, I., Khamba, J. 2008, "Total productive maintenance: literature review and directions", International Journal of Quality & Reliability Management, 5(7), 709-756.

Aksu, Ö., "Bir üretim hattındaki performansın yalın üretim teknikleri ile iyileştirilmesi", Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., Anadolu Üniversitesi., 2013.

Allen, J., Robinson, C., & Stewart, D., 2001, "Lean manufacturing: a plant floor guide. " Michigan, Society of Manufacturing Engineering, 2001, 195-215.

Aydın, H. "Yalın Üretim Sistemleri, Değer Akış Haritalama Yöntemi ve Yalın Üretim Sisteminin Çalışanlara Etkileri", İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, 2009.

Aytaç, Z., "Hastanelerde yalın yönetim sistemleri", İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2001. 55-70.

Azizia, A., "Designing a Future Value Stream Mapping to Reduce Lead Time using SMED-A Case Study", Procedia Manufacturing 2, 2015, 153-158.

Başer, H., "Yalın üretim, Değer Akış Haritalama ve bir üretim firmasında vaka araştırması", Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., Fatih Üniversitesi , 2011.

Behrouzi, F., & Wong, K. Y. "Lean performance evaluation of manufacturing systems a dynamic and innovative approach"., Procedia Computer Science., Universiti Teknologi Malaysia, 2011., 388-395.

Birgün, S., "Yalın Üretim, Ders Notu", Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2015.

Birgün, S., Gülen, K., Özkan, K., (2006), "Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akış Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama" Fen Bilimleri Dergisi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, 2006, 47-59.

Black, J., 2008, " Lean production: implementing a world-class system. " New York,2008, Industrial Press, 250.

Checkhakilou, M., M., M., " Yalın Üretimde Conwip Kontrol Sistemi ve Bir Uygulaması" Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2010.

Cinoğlu, F., "Yalın Felsefe ve Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasındaki Uygulamaları"., Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., Sakarya Üniversitesi., 2013.

Demirkır, M., S., "Yalın Üretim ve Lastik Sektöründe Bir Uygulama", Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., Sakarya Üniversitesi.,2008, 67-81.

Demirkır, M. S., "Yalın üretim tarzı-otomotiv yan sanayi uygulaması", Marmara Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006, 40-72.

Doğan, Ö., "Kalite uygulamalarının işletmenin rekabet gücü üzerine etkisi. ", Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 2, Sayı 1, Ocak Şubat Mart 2000. 33.

Duggan, K. J. 2002, "Creating mixed model value streams: practical lean techniques for building to demand. " A.B.D., Productivity Press.

Durmuşoğlu, S., "Tam Zamanında Üretim Sistemleri (I.Bölüm), Otomasyon.", s.60, s. 156-160, Haziran 1997.

Durmuşoğlu, B.,(2008). "Yalın Üretim ve Yönetim", *Ders Notları, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.*

Durmuşoğlu, M., B., "Grup teknolojisi ve esnek üretim dersi.", Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi., İstanbul, 2005.

Eрмаğan, B., "Etkili Yalın Teknikler ve Bir Montaj Hattında Uygulama" Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., Anadolu Üniversitesi., 2011.

Faye, H., Falzon, P. "Strategies of performance self-monitoring in automotive production". Applied Ergonomics, University of Wisconsin,2009. 40(5), 915-921.

Feyyat, C., 1996, "Toyota ruhu. ", Ohno, T, İstanbul, Scala Yayıncılık.15-102.

Görener, A., Yenen, V. Z., "İşletmelerde Toplam Verimli Bakım Çalışmaları Kapsamında Yapılan Faaliyetler ve Verimliliğe Katkıları.", İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2007, 6., Sayı:11, 47-63.

Günaydın, H., "Japon tarzı yönetim ve kalite çemberleri.", Milenyum Yayınları, İstanbul, 2002.

Güneş, E., "Gemi İnşaatında Yalın Üretim ve değer akış haritalaması" İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., Gebze İleri teknoloji Enstitüsü , 2014.

Henderson, B. A., Larco, J. L., 1999, "Lean transformation : How to change your business into a lean enterprise", Richmond, A.B.D., Oaklea Press.

Jones, D.T., 2006, "Heijunka: Leveling Production", Manufacturing Engineering.

Kahrıman, M, "Otomotiv endüstrisinde simülasyon bütünleşik değer akış haritalama uygulaması", Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, 2013.

Kazcıoğlu, B., "Kitle Üretiminden Yalın Üretime Geçiş Süreci Bir Lastik Fabrikasında Uygulama", Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., Sakarya Üniversitesi., 2009.

Kulaç, Ü. "Yalın Enstitü Derneği " http://www.yalinenstitu.org.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=81&Itemid=14 adresinden alındı., 2003.

Kutlar, A., Gülcü, A., & Karagöz, Y. (2004). "Cumhuriyet üniversitesi fakültelerinin performans değerlendirilmesi", İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cumhuriyet Üniversitesi, 2004, 137-157.

Liker, K., Jeffrey, "Toyota Tarzı 14 Yönetim İlkesi. ", Ümit şensoy (çev.). İstanbul, Orhan Holding Yayınları, 2005.

Lopez, L.M.A., "Design and implemetation of cellular manufacturing in a job shop enviroment.", MIT, pp. 36-63 , 1997.

Manos, Tony. "Value Stream Mapping-an Introduction ". Harvard Business Review, June 2006.

Melton, T. 2005, "The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries"., Chemical Engineering Research and Design, **83**, (6), 662-673.

Meier P. David ve Jeffrey K. Liker. Toyota Talent. McGraw-Hill Companies. New York:2005.

Meier P. David ve Jeffrey K.Liker. Toyota Way Fieldbook A Practical Guide for Implementing Toyota's 4Ps. New York:McGraw-Hill Companies, 2006.

Monden, Y., 1998, "Toyota production system: an integrated approach to just-in-time" A.B.D., Engineering & Management Press.

Morgan, J. M., Liker, J. K. (2006). "The toyota product development system: integrating people, process, and technology. " New York, Productivity Press.

Ohno, T., "Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Evrimi", Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Dergisi, 2004, 37., 1., 14-27.

Ohno, T. (1996). "*Toyota ruhu.* ",(C. Feyyat, Çev.) İstanbul, Scala Yayıncılık.

Ohno, T., Toyota production system: Beyond large-scale production, productivity, Press, Cambridge, MA, 1988.

Okur, A. S., 2005, "2000'li yıllarda Türkiye sanayii için yapılanma modeli: yalın üretim", İstanbul, Söz Yayın.

Okur, A. S., 1997, "Yalın Üretim 2000'li Yıllara Doğru Türkiye Sanayii İçin Yapılanma Modeli", İstanbul, Söz Yayın.

Pettersen J., 2009, "Defining in Evolution of Lean: Lessons from the Workplace", N,Rich, N. Bateman, A. Esain, L. Massey, and D. Samuel (Eds), 11-31.

Rich, N., Bateman, N., Esain, A., Massey, L., Samuel, D., (2009). *Cambridge Books Online.* Şubat 3, 2011 tarihinde <http://ebooks.cambridge.org/ebook.jsf?bid=CBO9780511541223> adresinden alındı

Rodrigues, M., Hatakeyama, R., 2006, "Analysis of The Fall of TPM in Companies", Journal of Materials Processing Technology, 179, 276-279.

Rohania, J.,M., Zahraeea, M., S., " Production line analysis via value stream mapping: a lean manufacturing process of color industry", 2. International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, 2015, 6-10.

Rother, M., Shook, J. (1999). "*Görmeyi öğrenmek.* " (A. Soydan, Çev.) Yalın Enstitü Yayınları.

Seçkin, F., "Yalın Üretim Teknikleri ve KOBİ'lerde Uygulanabilirliğinin İncelenmesi", Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi., 2007. 30-82.

Sharma, S. "A fresh approach to performance evaluation in a multi-item production scenario". European Journal of Operational Research, 2007. , 627-630.

Smalley, A., "Creating Level Pull. ", Lean Enterprise Institute (LEI), USA, 100-110, 2004.

Smith, R., Hawkins, B. 2004, "*Lean maintenance*", Oxford, İngiltere, Elsevier.

Soydan A.,1999, "Görmeyi öğrenmek ", Rother, M., & Shook, J.,İstanbul, Yalın Enstitü Yayınları.

Suzaki, K., "The new manufacturing challenge-techniques for continuous improvement" The Free Press,Newyork, 1987, 113-123.

Suzaki, K., "İmalatta Mükemmellik Yolu Sürekli İyileştirme Teknikleri" Saadet Özkal (çev.). İstanbul: Otoyol Sanayi Yayınları, 2005.

Terli, A. "Yalın üretime geçiş sürecinde "5S" sisteminin hazır giyim işletmelerinde uygulanma düzeyleri ", Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, 2009. 38-57.

Top,S., "Toplam Kalite Yönetimi Bağlamında Sürekli İyileştirme Anlayışı",1. Baskı, 2009.

Womack, J.P., Jones D.T., "Lean thinking-banish waste and create wealth in your corporation", Simon and Schuster,1996.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2007). "*Yalın düşünce*. " (O. Yamak, Çev.) İstanbul, Optimist Yayım Dağıtım.

Uğraş, S., "Hücreyel İmalat Sisteminde Verimlilik Bazlı Etkili Bir Yaklaşım: Tavlama Benzetimi Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi ,Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.

Venkataramana, K., Vijaya, R., B., Muthu, K., V.,Elanchezhian, C., "Application of Value Stream Mapping for Reduction of Cycle Time in a Machining Process", Procedia Materials Science, 2014, 6, 1187-1196.

Yamak. O.,2012, " Yalın düşünce. " Womack, J. P., & Jones, 2007, İstanbul, D. T. Optimist Yayım Dağıtım, 462.

Yalçinkaya, A., "Değer akış haritasını kullanarak üretim düzgünleştirme ve bir uygulama. " Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.

Yılmaz, E., "Siparişe göre üretim yapan sistemlerde yalın üretim uygulamaları" İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2012, 11-67.

Yüksel, E. K, (2000), "Yalın Üretim ve Bazı Yalın Üretim Teknikleri", Bitirme Projesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Zerenler, M., (2005), "Performans ölçüm sistemleri tasarımı ve üretim sistemlerinin performansının ölçümüne yönelik bir araştırma". Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,2005, 1-36.

ÖZGEÇMİŞ

01 Ekim 1982 tarihi, Ankara ili Polatlı İlçesi doğumluyum. İlk ve Orta öğrenimi Bolu'da tamamladım. Lise öğrenimi Polatlı ilçesinde tamamladıktan sonra Afyon Kocatepe Üniversitesinde Seramik Mühendisliği Bölümüne kayıt oldum. Bu bölümden 2006 yılında mezun olduktan sonra askerlik görevimi Manisa Piyade Alayın da tamamladım. 2007 yılından beri, özel bir şirkette Kalite Kontrol ve Arge Mühendisi olarak görevimi sürdürmekteyim. 2014 yılında Beykent Üniversitesinde Endüstri Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladım.

Özel ilgi alanlarım refrakter malzemeler hakkında Ar-Ge ve Ür-Ge çalışmalarıdır. Yabancı dilim İngilizce olup 6 yıllık evliyim.

Aday: Çetin BAĞLAN