

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE ENDÜSTRİ İŞLETMECİLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEĞER AKIŞ HARİTALAMA VE BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE
UYGULAMASI

Zlatan - Faik UZUNOVİC

DANIŞMAN

Prof. Dr. Hilmi YÜKSEL

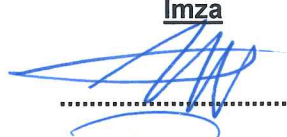
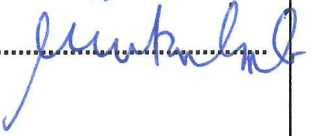
İZMİR - 2018

YÜKSEK LİSANS
TEZ ONAY SAYFASI

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : ZLATAN UZUNOVIC
Öğrenci No : 2013801720
Tez Başlığı : Değer Akış Haritalama ve Bir Üretim İşlemesinde Uygulaması

Savunma Tarihi : 21.05.2018
Danışmanı : Prof.Dr.Hilmi YÜKSEL

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Prof.Dr.Hilmi YÜKSEL	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Dr.Öğr.Üyesi Mert TOPOYAN	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ	
Doç.Dr.Mustafa GERŞİL	CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ	

ZLATAN UZUNOVIC tarafından hazırlanmış ve sunulmuş olan bu tez savunmada başarılı bulunarak oy birliği ☒ / oy çokluğu () ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Metin ARIKAN
Müdür

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi / Tezsiz Yüksek Lisans Dönem Projesi olarak sunduğum “Değer Akış Haritalaması ve Bir Üretim İşletmesinde Uygulaması “ adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

.../.../.....

Zlatan-Faik Uzunović

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Değer Akış Haritalaması ve Bir Üretim İşletmesinde Uygulaması

Zlatan – Faik UZUNOVIĆ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği Programı

Kısaltılmış ürün yaşam döngüsü, artan talepleriyle müşteriler, küreselleşme ve e-ticaret, daha hızlı bir biçimde tepki vermeleri ve daha kısa çevrim süreleri elde etmeleri için şirketler üzerinde yoğun bir baskı oluşturmuştur. Hızlı dönüşü sağlamanın yollarından biri de yeterli miktarda stok bulundurmaktır. Ancak, özellikle ürün eskimesi ya da zamanla talep görmez hale gelmesi durumu göz önüne alındığında, stoklama maliyetleri kolayca engel teşkil eder hale gelebilir. İşletim sistemini gereksiz fazlalıklardan arındırılmış, yalın ve yüksek performanslı hale getirerek, değişen müşteri taleplerine uyum sağlamak daha akıllıca bir yaklaşımdır.

İhtiyaçtan doğan Yalın Üretim Metodolojisi, şirketlere sadece bir takım araçlar sunmakla kalmayıp, zorlu ve rekabetçi olan piyasada rekabetçi kalabilmek için yeni bir felsefe ve mücadele şansı sunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Yalın Üretim Metodolojisinin temel kavramlardan biri olan ve Değer Akış Haritalaması olarak bilinen kavramı inceleyip değerlendirmektir. Bu kavram, israfların tespiti vasıtasıyla sürece uzanan yolu, sirkülasyon süresini azaltma ve iyileştirme yollarını gösterir ki bu özelliklerinden ötürü Yalın sistemin temel prensibidir.

Bu çalışmada öncelikle Yalın Sistemin tüm temel kavramlarına genel bir bakış sağlanmakta, ancak daha da önemlisi, Değer Akışı Haritalama yönteminin bir üretim ortamı içinde pratik olarak nasıl uygulandığı da gösterilmektedir. Yöntemin uygulanması, araba parçaları üreten ve bunları doğrudan Avrupa'nın

en büyük orijinal otomotiv ekipman üreticilerinden (OEM) birine doğrudan tedarik eden orta ölçekte bir şirkette yapılmıştır.

Seçili şirket tarafından yapılan ilk değerlendirme sırasında ve mevcut durum haritalama süreci boyunca en önemli imalat istatistikleri kaydedilmiş ve analiz edilmiştir. Bunlara ek olarak, yüksek stok seviyelerinin yanı sıra tüm değer akışının anahtar performans göstergesindeki (KPI) düşük çalışma zamanı, tespit edilen önemli problemlerden bazılarıdır. Tezin ikinci kısmı, yalın üretim teknikleri kullanılarak seçili değer akışı çerçevesinde israf kaynaklarının ortadan kaldırılmasına yönelik çözüm önerileri sunmaktadır.

Yapılan bu araştırmanın sonucunda, Değer Akışı Haritalaması uygulanarak, yalnızca israf kaynakları belirlenmemiş, aynı zamanda 5S ve SMED gibi yöntemlerin uygulanmasıyla da dikkate şayan süreç iyileştirmelerinin gerçekleştirilebileceği kanıtlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Değer Akış Haritalama (DAH), Değer Akışı Yönetimi, Yalın Üretim, SMED, 5S

ABSTRACT

Master's Thesis

Value Stream Mapping and an application in a manufacturing company

Zlatan – Faik UZUNOVIĆ

Dokuz Eylul Univesity

Graduate School of Social Sciences

Department of Business Administration

Production Management and Industrial Business Administration Program

Shortened product lifecycles, demanding customers, globalization, and e-commerce have placed intense pressure on companies for quicker response and shorter cycle times. One way to ensure a quick response to changing demand is by holding inventory. However, inventory costs can easily become prohibitive, especially when product obsolescence is considered. A wiser approach is to make the operating system lean and agile, able to adapt to changing customer demands.

Born from necessity, the Lean production methodology offers companies not only a set of tools, rather a new philosophy and a fighting chance to remain competitive in a harsh and competitive market. The goal of this study is to examine one of the pivotal tools in the Lean production methodology, a concept known as Value Stream Mapping. It is a practical tool, which through the identification of waste shows the path towards process, cycle time reduction as well as improvement possibilities and as such is a basic principle of the Lean system.

The study firstly offers an overview of all the key concepts of a Lean system but more importantly practically applies the Value Stream Mapping method within a production environment. The implementation of the method was done within a medium sized organization that produces parts and delivers them directly to one of Europe's biggest automotive OEM's.

The initial examination and the process of Current state mapping within the chosen organization recorded and analyzed key manufacturing statistics. Amongst others, some of the most notable problems detected were high inventory

levels as well as a low Uptime KPI on the level of the entire value stream. The second part of the thesis offers solutions aimed at eliminating the sources of waste within the chosen value stream through the application of Lean production techniques.

The result of the undertaken research proves that through the application of Value Stream Mapping not only can sources of waste be identified, but through the application of methods such as 5S and SMED, considerable process improvements can be achieved.

Key words: Value Stream Mapping (VSM), Value Stream Management, Lean production, SMED, 5S, Heijunka.

DEĞER AKIŞ HARITALAMA VE BİR ÜRETİM İŞLETMESİNDE UYGULAMASI

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	i
YEMİN METNİ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
KISALTMALAR	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ	xii
EKLER LİSTESİ	xiii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM YALIN ÜRETİMİ

1.1. YALIN ÜRETİMİN ÖZELLİKLERİ	4
1.2. YALIN ÜRETİMİN TEMEL İLKELERİ	5
1.3. YALIN ÜRETİMİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI	6
1.4. YALIN ÜRETİMDE İSRAF KAVRAMI	7
1.4.1. Aşırı Üretim	9
1.4.2. Bekleme İsrafı	9
1.4.3. Nakliye İsrafı	10
1.4.4. İşleme İsrafları	10
1.4.5. Envanter İsrafları	11
1.4.6. Hareket İsrafları	11
1.4.7. Kusur İsrafı	12
1.5. İTME VE ÇEKME ÜRETİM SİSTEMLERİ	13
1.6. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ	14
1.6.1. Standardizasyon ve Standartlaştırılmış İş	16

1.6.2. Jidoka - Otonomasyon	17
1.6.3. Tek Parça Akış	19
1.6.3.1. Hücresel İmalat	21
1.6.3.2. Hat Dengeleme	24
1.6.4. Kanban	25
1.6.5. Heijunka - Yük Dengeleme	27
1.6.6. 5S	29
1.6.7. Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi - SMED	33
1.6.8. Toplam Üretken Bakım ve Otonom Bakım	36
1.6.9. Görsel Kontrol	38
1.6.10. Tedarikçi Ağları ve Tedarikçi Yönetimli Envanter	38
1.7. KAIZEN	40

İKİNCİ BÖLÜM

DEĞER AKIŞ HARİTASI

2.1. DEĞER	43
2.2. DEĞER AKIŞI	44
2.3. DEĞER AKIŞI HARİTALAMA	45
2.3.1. Değer Akışı Haritalamanın Önemi ve Amacı	47
2.3.2. Değer Akışı Haritalamanın Avantaj ve Dezavantajları	49
2.3.3. Değer Akışı Haritalamasında Kullanılan Süreç ve Sistem Ölçümleri	50
2.3.4. Değer Akışı Haritalama Yaklaşımı	52
2.3.4.1. Ürün Ailesini Seçme	53
2.3.4.2. Temel Değer Akışı Verilerini Toplama	54
2.3.4.3. Mevcut Durumu Haritalama	56
2.3.4.4. Gelecek Durum Haritalama	58
2.3.4.5. Uygulama Planı	59

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA YÖNTEMİ

3.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİYLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER	61
3.2. ŞİRKET HAKKINDA	62
3.3. ÜRÜN AİLESİNİN SEÇİMİ	63
3.4. BİLGİ TOPLAMA VE TAKT ZAMANI HESAPLAMA	67
3.6. MEVCUT DURUM DEĞER AKIŞI HARİTASI	71
3.6. GELECEK DURUM DEĞER AKIŞI HARİTASI TASARIMI	74
3.7. GELECEK DURUM DEĞER AKIŞI HARİTASI	77
SONUÇ	84
KAYNAKÇA	87
EK	

KISALTMALAR

3M	Muda, Muri, Mura
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
C/T	Çevrim süresi
C/O	Değişim süresi
GT	Grup Teknolojisi
JIT	Tam zamanında
OEE	Toplam Ekipman Verimliliği
OEM	Orijinal Ekipman Üreticisi
EDİ	Elektronik Veri Değişimi
PDCA	Planla – Uygula - Kontrol Et – Önlem al (Plan-Do-Check-Act)
PQPR	Ürün-Miktar Süreç-Yönlendirme Analizi
SMED	Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi
TCT	Toplam Çevrim Süresi
TLT	Toplam Teslimat Süresi
TPS	Toyota Üretim Sistemi
TPM	Toplam Üretken Bakım
VSM	Değer akışı haritalama
VMİ	Tedarikçi Stok Yönetimi

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1: İsraf Seviyeleri

Çizelge 2: İtme ve Çekme ve Onların Yönetim Süreçleri Üzerindeki Etkileri

Çizelge 3: Bağlı İşlem Akışını Oluşturmak İçin Kullanılan Strateji ve Araçlar

Çizelge 4: Üretim Sırasının Belirlenmesi İçin Talep Verilrinin Analizi

Çizelge 5: Kurulum Süresi ve Parti Büyüklüğü Arasındaki İlişki – I

Çizelge 6: Kurulum Süresi ve Parti Büyüklüğü Arasındaki İlişki –II

Çizelge 7: Kısa Kurulum Süresinin Toplam Çalışma Zamanı Üzerine Etkisi

Çizelge 8: Haritalama Öncesinde Bilgi Toplama İhtiyaçları

Çizelge 9: Haritalama Öncesi Süreci Nitelik Kontrol Listesi

Çizelge 10: Ürün Miktarı Süreç Yönlendirme Analizi (PQPR)

Çizelge 11: Takt Zamanı Hesaplama

Çizelge 12: Haritalama Öncesi Bilgi Toplama Formu - I

Çizelge 13: Haritalama Öncesi Bilgi Toplama Formu - II

Çizelge 14: Şirket "Bosna" - Mevcut Durum Üretim Süreci Bilgileri

Çizelge 15: Akış Aşaması

Çizelge 16: Talep Aşaması

Çizelge 17: Seviyelendirme Aşaması

Çizelge 18: SMED Proje Planı

Çizelge 19: Heijunka Hesaplaması

Çizelge 20: "Bosna" Şirketi- Gelecek Durum Üretim Süreci Bilgileri

Çizelge 21: İyileştirme Olanakları

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Yalın Üretimin Elemanları

Şekil 2: Yalın Uygulamalar Üzerine İnşa Edilen Operasyonlar

Şekil 3: Süreç ve Ürün Yerleşim Düzenleri

Şekil 4: U-şekilli Hücrelerin Esnekliği

Şekil 5: Süpermarket ve Kanban ile Çekme Sistemi

Şekil 6: 5S Süreci

Şekil 7: Sürekli İyileştirme ve Yeniden Yapılanma Konsepti

Şekil 8: Kaizen'in Altı Adımı

Şekil 9: Yalın Uygulamanın Üç Aşaması

Şekil 10: “Bosna” Şirketi Tarafından Üretilen El Freni Tutacakları

Şekil 11: Süreç Akış Çizelgesi - BMW el freni

Şekil 12: Süreç Genel Akışı ve Tedarik Zincirine Genel Bakış - “Bosna” Şirketi

Şekil 13: Üretim Düzeni ve Spagetti Diyagramı

Şekil 14: Şirket "Bosna" – Mevcut Durum Değer Akışı Haritası

Şekil 15: Şirket "Bosna" - Mevcut Durum Değer Akışı Haritası ve İyileştirme Önerileri

Şekil 16: Paralel Kurulum Faaliyetleri

Şekil 17: "Bosna" Şirketi – Gelecek Durum Değer Akışı Haritası

EKLER LİSTESİ

EK 1: Değer Akış Haritası`nda Kullanılan Semboller



GİRİŞ

Yalın üretim terimi, ilk kez Japonya'da Toyota bünyesinde JIT üretim kavramları sayesinde ortaya çıkmıştır. JIT ilk olarak 1970'lerde dünya çapında tanınmıştır, fakat felsefi izleri 1900'lü yılların başlarında ABD'ye kadar uzanabilir. Henry Ford, otomobil imalatında kullanılan yürüyen montaj hatlarını kurarken JIT kavramlarını kullanmıştı. JIT unsurları 1930'ların başlarında Japon endüstrisi tarafından kullanılmış olmasına rağmen, bu kavram Toyota Motors'dan Taiichi Ohno'nun Toyota otomobillerinin teslimat süresini ve kalitesini ön plana çıkarması için JIT kullandığı 1970'lere kadar bugünkü has haline tam olarak gelmemiştir.

Ohno ve meslektaşlarının çalışmalarından doğan Yalın yaklaşım, müşterilere yönelik değer artışına odaklanmaktadır. Bu da belirli bir üretim veya hizmet sistemi dâhilinde bulunan tüm israf unsurlarının azaltılması yoluyla gerçekleştirilir. Bu yaklaşımın önemli bir kısmı da, yalnızca bir sistem içindeki israf unsurlarının değil, aynı zamanda iyileştirme eylemlerinin potansiyel etkilerinin açıkça ve şeffaf bir biçimde ortaya koyulmasına yönelik bir araç olarak işlev gören Değer Akışı Haritalama yöntemidir.

Tezin ilk bölümü, Yalın üretim kavramı ve kökenleri ile ilke ve karakteristik özellikleri üzerine teorik bir geçmişi ortaya koymaktadır. İtme ve çekme üretim sistemlerine genel bir bakış ve açıklama öncesinde, değer akışları içerisinde bulunan israf unsurlarına ait konsepti ve çeşitleri ayrıntılı bir şekilde gözden geçirildi. Son olarak, en önemli Yalın üretim teknikleri Kaizen kavramıyla birlikte gözden geçirildi.

Tezin ikinci bölümü, Değer ve Değer akışlarının kavramları üzerine odaklandı. Ayrıca, Değer Akışı Haritalama yaklaşımı, yöntemin uygulanması için adım adım bir kılavuzla birlikte detaylı bir şekilde açıklandı. Stok ölçme ve değişim ile kalitenin değer akışı üzerindeki etkisi gibi temel hususlar da bu bölüme dahil edildi.

Tezin üçüncü bölümünde, üretim ortamında Değer Akışı Haritalama yönteminin pratik olarak uygulanması verilmiştir. PQPR analizi vasıtasıyla, seçilen şirket içinde uygun bir ürün değer akışı seçilmiştir. Sonraki adımlarda, Mevcut Durum ve gelecek durum haritaları, potansiyel iyileştirme çalışmalarının bir listesi ve bunların olası sonuçları ile birlikte sunulmuştur.

BİRİNCİ BÖLÜM

YALIN ÜRETİM

Bir kavramın tam olarak anlaşılması için, onun kökeni ve yaratılışına yol açan koşulları anlamak hayati önem taşımaktadır. Yalın düşünceyle üretimin iyileştirilmesine ilişkin kitabında Santos, tam olarak bunu yapmıştır. Kitabında, 1949'da Toyota iflasın eşiğindeyken, Birleşik Devletler'de (Henry Ford'un buluşu sayesinde), Ford'un otomobil üretiminin Toyota'ninkinden en az sekiz kat daha etkili olduğunu anlatmıştır. Toyota başkanı Kiichiro Toyoda, yönetim ekibinin üyelerine "3 yıl içinde Amerika Birleşik Devletleri'yle aynı üretim oranını yakalamaları" şeklinde zorlu bir görev vermiştir. Toyota'nın başkan yardımcısı olan Taiichi Ohno, bu zorlu görevi kabul etmiş ve bir Amerikan süpermarketinin çalışma şekline ilham alarak, Yalın üretim yöntemini Shigeo Shingo ve Hiroyuki Hirano gibi diğer önemli Japon sanayi devrimcilerinin yardımıyla "icat etti". Ohno ve Shingo hedeflerini çok kısa bir şekilde formüle ettiler: "Doğru malzemeyi, tam miktarda, mükemmel kalitede, ihtiyaç duyulmasından hemen önce doğru yerde sağlayın." Bu amaca ulaşmak için, iş üretimini geliştiren farklı metodolojiler geliştirdiler.

Japon Toyota firmasından kaynaklandığı, ilk ortaya çıkış noktasının Japonya'nın diğer otomobil firmaları olduğu, dolayısıyla da literatürde incelenirken çoğunlukla otomobil sanayiinden örnekler verildiği için yalın üretim, çoğu zaman otomobil sanayiine özgü bir sistemmiş gibi algılanmaktadır. Oysa yalın üretimin, "en iyi uygulama" olarak yorumlanmasında rol oynayan temel etkenlerden biri de, sistemin genel olarak üretime bir yaklaşım biçimi, bir üretim felsefesi olması ve dolayısıyla ekmek üretiminden tekstile, beyaz eşya üretimine, otomotive ve hatta servis sektörüne dahi adapte edilebilecek, genel geçerliliğe sahip bir sistem yapısına sahip olmasıdır. Nitekim Japon sanayii hemen tüm üretim kollarını kapsayacak şekilde, yalın üretime göre örgütlenmiş bir yapı sergilemektedir (Okur, 1997: 14).

1980-1985 yılları arasında otomotiv sektörü sponsorluğunda Massachusetts Institute of Technology (MIT) tarafından sürdürülen dünya ölçeğindeki mukayese çalışması, bu çalışmanın bir tesadüf olmadığını, Japon üreticilerin tüm performans göstergelerinde Amerikalı ve Avrupalı rakiplerinden önde olduğunu onaylıyordu. Araştırmanın neticeleri "Dünyayı Değiştiren Makina" isimli kitapta yayınlanmış ve

israftan arındırılmış üretim sistemi için "yalın" terimi ilk kez kullanılmıştır. (Yurduğül, 2010: 7).

Yalın üretim, Toyota üretim sistemi tarafından yığın üretim sistemine karşın büyük çaplı devrimi açıklamaktadır. Womack ve Jones; 1996 yılında Yalın Düşünce adlı ikinci kitaplarını yayınlamışlardır. Yalın üretimi bir yöntemden çok, bir düşünce tarzı olarak ifade etmişler ve organizasyondaki herkesin faaliyetlerini sürekli geliştirmeyi benimsedikleri bir kültürün yaratılmasında bütünsel bir sistem olduğunu vurgulamışlardır. Yalın dönüşüm; teknik sistemde, davranışsal sistemde ve yönetim sisteminde eş zamanlı olarak değişimleri gerektirmektedir. Yalın düşünce felsefesinin uygulanmasında hızlı bir biçimde önemli kazançlar sağlamasıyla birlikte yalın felsefesinin, organizasyonun kültürünün temel bir bileşeni olabilmesi için birkaç yıl geçebilmektedir (Yüksel, 2013: 202).

Belki de Womack ve Jones'un çalışmalarının bu denli etkili olmasının nedeni, savundukları tüm ilkeleri gerçek hayattaki durumlarla ve dünyadaki en büyük ve en önemli şirketlerden örnekler kullanarak destekledikleri gerçeğiydi. Bunu yaparak, kültürel engelleri aşan ve şirketlerin artan rekabeti ve hızlı değişimlerini içeren küresel bir iş ortamında rekabet güçlerini kazanmalarına yardımcı olabilecek bir yöntem olan Yalın Düşünceyi ve bunun sonucunda Yalın Üretimi ortaya çıkardılar.

Türkiye’de Yalın Yaklaşım 1990’lardan beri bilinmekte ve uygulama örnekleri giderek artmaktadır. Önceleri sadece bağımsız tekniklerin kullanılması şeklinde ortaya çıkan uygulamalar giderek bütünlüklü bir sistem yaklaşımına dönüşmektedir. Ekonomik krizlerin ve ihracat pazarlarına açılmanın da etkisiyle firmalar mevcut iş yapma yöntemlerini değiştirmek zorunluluğunu daha fazla hissetmektedirler (Özgürler, 2007: 15).

Bosna-Hersek’de ise yakın zamana kadar resmi Yalın uygulamaları yok denilecek kadar azdı. Yalın üretim tekniklerinin uygulanmasına resmi olarak deneyen ilk şirketlerden birisi Široki Brijeg'den Feal d.o.o. şirkettir, ancak diğer şirketlerin de Yalın konseptlerinin bazılarını Batı Avrupa'daki müşterilerinden benimseyerek uyguladıkları ortadadır. Son birkaç yılda durum biraz değişti ve Avrupa piyasasındaki rekabet gücünü artırma umuduyla Bosna Hersek’de giderek artan sayıda şirket Yalın yaklaşımı kullanmaya başladı. Ülkenin gittikçe büyüyen ihracat hacmi, elverişli

coğrafi konumu ve piyasa şartları da Yalın yaklaşıma yapılması gereken yatırımın önemini arttırmaktadır.

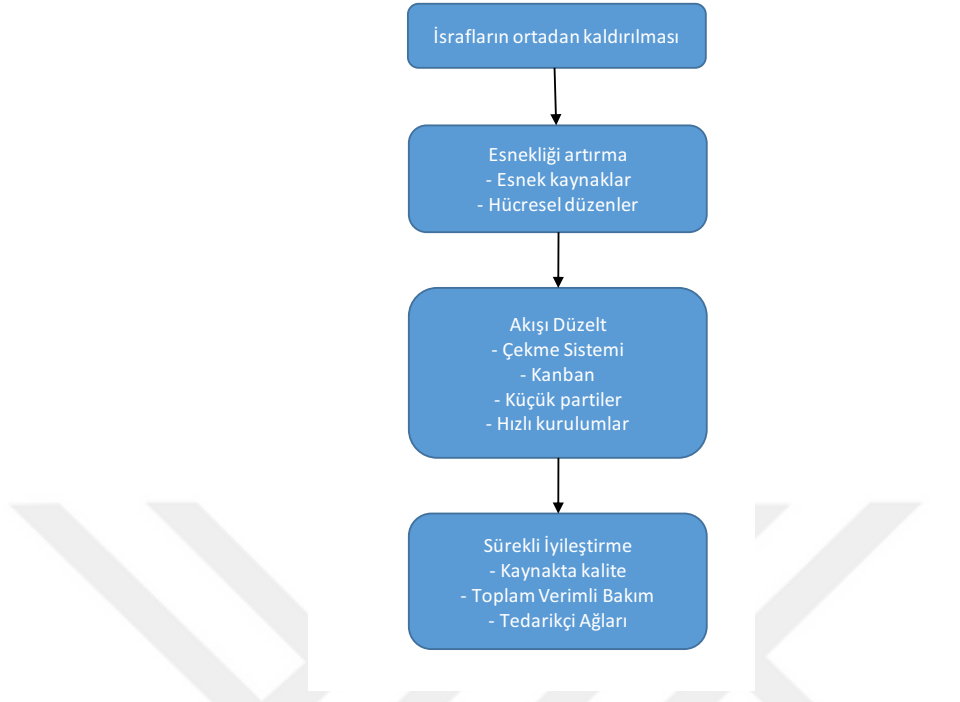
1.1. YALIN ÜRETİMİN ÖZELLİKLERİ

Yalın üretimin özellikleri, amacının bir yansımasıdır. Yalın üretim, en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine bire bir uyacak, yanıt verebilecek şekilde, israftsız yada en az israfta ve tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerinin tümünden yararlanıp nasıl gerçekleştiririz?" arayışının bir sonucudur (Erkek, 2008:2).

Russel ve Taylor, israfların ortadan kaldırılması yönündeki görevinin bir sonucu olarak Yalın üretim unsurlarını ve özelliklerini tanımlamaktadır. Yalın üretim özelliklerini aşağıdaki gibi özetlemişlerdir (Russel ve Taylor, 2011: 739):

- Esnek kaynaklar: Farklı ve çok sayıda makinenin eğitilmiş işçiler tarafından çalıştırılması;
- Küçük partiler: Stok kontrolü ve artan talebe yanıt verme aracı olarak küçük partilerin üretimi;
- Kaynakta kalite: İlk seferinden başlayarak ürünleri doğru üretmek;
- Hücresel düzenler: Esnekliği artırmak amacıyla üretim düzeninin yeniden düzenlenmesi;
- Hızlı kurulumlar: Küçük parti üretimi ve toplam üretim süresinin kısaltılması için bir ön koşul olarak araçların hızlı değişimi;
- Toplam üretken bakım: arızaları ve gecikmeleri önlemek için tüm teçhizatı kontrol altında tutarak üretim süreçlerine odaklanır;
- Çekme sistemi: tahminlere göre değil, tamamen müşteri talebine göre üretim;
- Tek tip üretim seviyeleri: Sürekli akışı kolaylaştırmak için montaj hattında üretim gereksinimlerinin düzeltilmesi;
- Tedarikçi ağları: Yalın sistemi desteklemek amaçlı uzun ömürlü tedarikçi ilişkileri kurmak
- Kanban: Üretimdeki malzeme akışının sıkı kontrolü sayesinde stoğun en aza indirgenmesi.

Şekil 1: Yalın Üretimin Elemanları (Russel ve Taylor, 2011: 723)



1.2. YALIN ÜRETİMİN TEMEL İLKELERİ

Yalın üretimin temel ilkelerini tanımlamak için öncelikle yalın üretimin yalnızca bir takım araçlardan daha da ötesini anlatan bir felsefe olduğunu anlamak gerekir. Yalın üretim bir anlamda doğru parçaları doğru kalite ve miktarda doğru fiyat ve doğru yerde üretme çabası olarak da tanımlanabilir. Yalın metodun felsefesi, sistematik bir yaklaşım dâhilinde israfı en aza indirgeyerek değeri en üst düzeye çıkarmak ve müşteri talebine dayalı çekime göre ürün veya hizmet akışının sağlanması şeklinde tanımlanır. "Değer", "akış" ve "çekme" kavramları, nihai yalın hedef olan "mükemmellik" veya kurumun performansının iyileştirilmesi için sürekli çaba sarfetmesi ile uyumludur (Locher, 2008: 2).

Yalın Enstitüye göre Yalın üretiminin temel ilkeleri aşağıdaki gibi kategorize edilebilir:

- Nihai müşterinin ürün ailesine olan bakış açısına göre değer belirlemek;
- Değer yaratmayan adımları mümkün olduğunca ortadan kaldırarak, her bir ürün ailesi için değer akışındaki tüm adımları belirlemek;
- Ürünün müşteriye sorunsuz bir şekilde akması için değer yaratan adımların boşluksuz bir şekilde arka arkaya atılmasını sağlamak;

- Akış başlatıldığında, müşterilerin bir sonraki üretime dönük aktiviteden değer çekmelerine izin vermek
- Değer belirlendiğinde, değer akışları belirlenir, israf yaratan adımlar giderilerek akış ve çekme başlatılır, sürece yeniden başlanır ve sıfır israf ile mükemmel değer yaratılmasına olanak veren mükemmellik statüsüne ulaşana dek işleme devam edilir.

Hill, biraz daha basit bir şekilde Yalın üretimin temel ilkelerine benzer bir yaklaşımda bulunmuştur. Hill, birçok yalınlaşma danışmanının, yalınlaşmayı basitleştirme süreci olarak öğrettiğini ancak çok fazla Japonca kelime kullanarak ve yalın felsefesinden çok araçlarına odaklandıkları için konuyu daha da karmaşık hale getirdikleri görüşündeydi. Yalınlaşma, süreçleri basit ve görünür yapmakla ilgilidir. İşlemler basit ve görünür hale geldikten sonra "gemba"daki insanlar açısından hatayı azaltmak ve israfları gidermek daha kolay hale gelir. İşlemler basit, görsel, hata oranı düşük ve israfsız hale geldikten sonra, faydaları sürdürülebilir kılmak için bunları standart hale getirmek önemlidir. Son olarak, süreç geliştirme işleminden önce, işlem sırasında ve sonrasında insanlara saygı, başarıyı elde etmek açısından son derece önemlidir (Hill, 2012: 145).

1.3. YALIN ÜRETİMİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

Yalın üretimin uygulanması ile beş yıl içinde ABD'li üreticilerin kazanmış olduğu ortalama avantajlar ile ilgili bir çalışmanın sonuçları oldukça etkileyicidir: Üretim çevrim süresinde % 90 azalma, stokta % 70 azalma, işçilik maliyetlerinde % 50 azalma ve alan gereksinimlerinde % 80 azalma. Her şirket bu düzeyde bir sonuç elde edemese de, yalın üretim, stoğun azaltılması, kalitenin artması, daha düşük maliyet, daha kısa teslim süresi, artan üretkenlik, daha esnek ve daha fazla kapasite gibi geniş bir yelpazede avantajlar sağlar. Ancak, Yalın yaklaşım, talep değişkenliği fazla olan şirketlere (Takt zamanı kesilmeleri) veya çok çeşitli düşük hacimli ürünlere (sistemde çok fazla kanban varsa) veya özel tasarlanmış ürünlere uygulandığında ciddi eksiklikler göstermeye başlar (Russel ve Taylor, 2011: 741).

En önemlisi de, yalın üretim sorunları şirketler, doğal afetler, üretim tesislerinde ortaya çıkan mücbir sebepler vb. arz-talepte öngörülemez değişikliklerle

karşı karşıya kaldığında ön plana çıkar. Bu durum, tedarik zincirlerinin uzamasıyla beraber dünya çapında birçok üretici için sürekli artan bir endişe kaynağı haline gelmiştir. Tedarik Zinciri Risk Yönetimi adlı yeni bir tedarik zinciri felsefesi, söz konusu riski azaltma amaçlı bir strateji olarak geliştirilmiştir.

1.4. YALIN ÜRETİMDE İSRAF KAVRAMI

Yalın üretimin amacı, israfların sürekli olarak ortadan kaldırılması yoluyla müşteriler tarafından tanımlanan değerin en üst seviyeye çıkartılmasıdır. Toyota tarafından patenti alınan üretim sistemi, Yalın üretim metodolojisinin en popüler konulardan biri olması nedeniyle Kanban Sistemi olarak sıklıkla ve yanlışlıkla karıştırılmaktadır. Toyota Üretim Sistemi'ni bir israf giderme metodolojisi olarak tanımlamak çok daha doğru olacaktır. Geleneksel Japon yaklaşımına göre israf üç kategoride sınıflandırılabilir: Birincisi “Muda,” iş yükünden daha fazla olan kapasiteyi tanımlar ve sonucu safi israftır. Muda, üretim sürecini engelleyen yedi spesifik israf kategorisinde yer alabilir. Muda'nın doğru bir şekilde sınıflandırılmasını belirlemek, üretim sürecinde muda'yı azaltacak veya ortadan kaldıracak bir önlem geliştirmeye yönelik ilk adım olacaktır. İkinci olarak “Mura,” bir süreçte ya da bir üretimde dalgalanma ya da düzensizlik olarak tanımlanabilir. Müşteri siparişlerindeki dalgalanmanın doğasını anlamak Toyota'ya iç üretim sürecinde istikrar yaratma olanağı vermiştir. Heijunka aracılığıyla TPS, üretim düzeyinin en iyi yolunu bulmayı hedeflemektedir. Son israf türü aşırı yük olarak tanımlanan “Muri”dir. Aşırı yük, işçilerin bir birimi tamamlamak için gereğinden fazla çaba gösterdiği zaman oluşur. Aşırı yük, satıcıdan gelen kalitesizlikle sürekli olarak uğraşmak zorunda olan bir işçinin durumu gibi basit bir şekilde ortaya çıkabilir ya da gerektiğinden uzun bir mesafe yürümek şeklinde de oluşabilir. (Stewart, 2011: 88-93).

Yalınlık, her şeyden önce ve en önemlisi, kapasite ile iş yükü, üretilecek malzemeler ile üretim makineleri ve doğru zamanda gönderilen müşterilerin istediği yeterli miktarda ürün arasında bir denge kurma çabasıdır (Chiarini, 2013: 2). Yalın Düşünme metodolojisinde kullanılan kavramın daha geniş bir tanımı, israfı veya Japonca'daki “Muda”yı, kaynakları tüketen ancak hiçbir katma değer yaratmayan herhangi bir faaliyet olarak tanımlar.

Belki de israf türlerinin en iyi sınıflandırılması, israfı yedi kategoriye ayıran Shigeo Shingo tarafından Toyota Üretim Sistemi dâhilinde yapılmıştır:

1. Aşırı üretim: Anında kullanım ya da satış için üretilmemiş bileşenleri üretmek;
2. Stok: Hammadde, yarı mamul (WIP) ve depolanan tamamlanmış ürünler;
3. Hareket: Bir işlemi başarıyla tamamlamak için gerekli olmayan herhangi bir hareket;
4. Kusurluluk: Genel olarak uygun olmayan ürün ve hizmetler;
5. Nakliye: Ürünlerin işlemler arasında gereksiz yere nakledilmesi;
6. Aşırı işlem: Müşterinin ihtiyaç duyduğu şeylerin ötesinde işleme;
7. Bekleme: Eksik malzeme, dengesiz hat, zaman planlama hataları vb. nedeniyle işlemler arasında veya işlem sırasında boşa kalan süre.

İsrafları daha ayrıntılı tanımlamak ve nasıl giderileceğini anlamak için üç farklı seviyeyi düşünmek faydalı olacaktır. Birinci seviye, brüt israf ya da kolay yoldur. Bu seviyede belli israfları tespit etmek nispeten kolaydır ve bu israfları gidermek büyük bir etki yaratabilir. İkinci seviye, süreç ve metod israfıdır ve üçüncü seviye israf, süreç içerisindeki mikro israftır (Tapping ve diğerleri, 2002: 43). İsfraf seviyelerine genel bir bakış aşağıda verilmektedir.

Çizelge 1: İsfraf Seviyeleri (Tapping ve diğerleri, 2002:43)

Birinci seviye - Brüt israf	İkinci seviye - Süreç ve yöntem israfları	Üçüncü seviye - Süreç içi mikroisrafları
Devam eden işler	Uzun süren geçiş	Eğilme ve ulaşma
Kötü tesis planı	Kötü işyeri tasarımı	Aşırı yürüyüş
İskartalar	Sıfır bakım	Stok arama
İadeler	Geçici depolama	Evrak işleri
Yeniden işleme	Ekipman sorunları	
Hasarlı ürün		
Konteynır ebadı		
Koli boyutu		
Kirli ekipman		

1.4.1. Aşırı Üretim

Aşırı üretim, üretim ve hizmet endüstrilerinin mücadele etmek zorunda kaldıkları en büyük sorundur. Aşırı üretim, basitçe talebi çok kısa sürede ve çok hızlı bir şekilde aşan çok miktarda ürün üretimi anlamına gelir. Aşırı üretim birçok negatif sonuca yol açar, bunlardan bazıları şunlardır (Chiarini, 2013: 20):

- Stoklarda artış (ikinci israf);
- Üretim sürecinin yavaşlaması;
- Planlama esnekliğinin azalması;
- Taşımacılık, teftiş vb. dolaylı maliyetlerin artması.

Aşırı üretimin nedenleri genellikle şunlarla ilgilidir (İrani, Zhou, 2011: 20):

- Büyük boy ekonomik payların üretimi;
- Talebin öncesinde / sonrasında üretmek;
- Kurulumların düşük hızı;
- Kusurluluğun telafisi için gereksiz stok yaratılması;
- Süreçte gereksiz personel;
- Fazla sayıda veya çok hızlı makineler.

Aşırı üretimin ortaya çıkma sebebi genellikle, şirketlerin ekonomik olabilmek için taleplerin ortada olup olmamasına bakılmaksızın şirketlerinin kapasitelerini mümkün olduğunca kullanmaya çabalamaları ile alakalıdır. Yalın üretim, fazla üretimi engellemek için SMED, Heijunka ve Tek parçalı akış hücrelerini kullanır.

1.4.2. Bekleme İsrafı

Bekleme süresi yalnızca işçilerin faaliyetleri değil aynı zamanda makinenin işleyişleriyle de ilgilidir. Kamu dairelerinde olduğu gibi bir belge henüz hazırlanmadığı için toplantının başlamasının gecikmesi veya doktorların başka bir bölümden gelecek raporu beklemeleri gibi, imalat sanayiinde de işçilerin makinelerde kendi işine sıra gelene kadar beklediklerini görmek çok sık rastlanan bir durumdur. En kötü durum da, hazır olmayan araçları veya belgeleri aramaya bağlı olarak oluşan zaman kayıplarıdır. Bekleme, muhtemelen en çok kabul edilen israf türüdür. Sistemin

arızalanmasına bağılı olarak büyük makinelerin arıza süreleri dışında, bekleme genellikle kaçınılmaz bir durum olarak kabul edilir. Makinenin başında bekleyen bir işçinin sıklıkla o makinedeki çalışmaları denetlediğı düşünülür ve çoğı zaman, işçinin bu süre zarfında başka bir şeyle ilgilenebileceğı akıllara gelmez. Beklemelerin temel nedenleri şunlardır (Chiarini, 2013: 29):

- Faaliyetler arasında denge olmaması;
- Koruyucu bakımların yetersizliğı;
- Büyük partilerde üretim;
- Düzen ve temizlik eksikliğı;
- Usul ve talimatların eksikliğı.

1.4.3. Nakliye İsrafi

Aşırı stoklar kaçınılmaz olarak artan nakliye faaliyetine yol açar. İmalatta, nakliye veya ulaşım temel olarak ürünlerin bir depodan diğerine veya bir ardiyeden işlem aktivitesine taşınmasıyla ilgilidir. Genellikle nakliye, bir depo ya da bir stok depolama noktasından başka bir noktaya ya da bir depodan sürecin devam ettiğı başka bir etkinlik noktasına taşınması anlamına gelir. Hizmet açısından bakıldığında, sağlık sektöründe yetersiz düzenek yüzünden hastaların bir bölümden başka bir sterilize ortama taşınması örnek olarak verilebilir. Bu tip israfın sebepleri genellikle şunlardır (Chiarini, 2013: 26):

- Kötü düzenek tasarımı;
- Çok büyük partiler;
- Zayıf veya sınırlı becerileri olan işçiler;
- Sevk/Taşımanın sürecin kaçınılmaz bir parçası olduğunu kabul etmek.

Spagetti diyagramları, kötü düzenekten kaynaklanan israfların azaltılması amacıyla sık sık yalın girişimler sırasında kullanılır.

1.4.4. İşleme İsrafları

Üretim sırasında oluşan israflar genellikle süreç içerisinde gereksiz yapılan veya müşteriler tarafından talep edilmeyen faaliyetler anlamına gelir. Üretim veya

hizmet sürecini net prosedürler ve talimatlar kullanarak doğru bir şekilde tasarlayarak bu tür israflar engellenebilir. Ancak işlemler belirlendiğinde ve standardize edildiğinde, tüm çalışanların bu konuda bilgilendirilmesi de önemlidir. Genellikle geliştirme ekibi, üretim akışını değiştirebilir, yeni talimatlar ve prosedürler tasarlayabilir ancak daha önce olduğu gibi çalışmaya devam eden personeli bilgilendirmeyi ihmal edebilir (Chiarini, 2013: 27).

1.4.5. Envanter İsrafları

Stoklama, imalat aşırı üretime bağlı olan tipik bir israftır. Stoklama, belirli bir süre zarfı içerisinde şirketin içinde veya dışında depolanan herhangi bir ürün veya hammaddedir. Stoklama, aşağıdaki sebeplerden dolayı oluşur (Chiarini, 2013: 22):

- Uzun geçiş süreleri;
- Büyük "ekonomik" partiler üretmek;
- Erken üretim;
- Üretim / hizmet uygulamasının akışındaki darboğazlar;
- Üretimin yetersiz olduğu veya kusurlu ürünler çıkartan süreç kısımları;
- Başlangıçtaki süreçler, sona doğru olanlardan daha hızlıdır;
- Aşırı yüksek stok, müşterilere hemen teslimat yapılabileceği anlamına geldiğinden, bunun kaçınılmaz bir durum olduğunun kabul edilmesi.

Ne yazık ki, stoklama yalnızca mevcut sorunların üstünü örter ve çözüm için hiçbir şey yapmaz. Ayrıca, finansal krizden önce, bazı şirketler mevcut stoğun bankalar tarafından finanse edilerek varlıklarını yükselteceğine inanıyorlardı. Artık durum böyle değil ve şirketler, stoklarını azaltmak ve nakit paraya sahip olmak için sürekli baskı altındalar. Bir şirketin stok miktarını sınırlayan en bilinen yalın üretim tekniklerinden biri, Kanban Sistemi ile kurulan çekme tipi üretimdir.

1.4.6. Hareket İsrafları

Üretim veya hizmet uygulaması göz önüne alındığında, katma değer olmaksızın; işyerinde olmayan araçları arayan işçiler, verileri yazılıma yükleyebilmek için harekete geçmesi gereken çalışanlar, nitelikli personel eksikliğinden dolayı bir

departmandan diğerine geçmek için hareket eden işçiler vb. birçok faaliyet görülebilir. Hareket israflarının sebepleri arasında aşağıdakiler sıralanabilir (Chiarini, 2013: 23):

- Kötü düzen tasarımı;
- Becerisi az ve / veya yetersiz eğitim görmüş işçiler;
- Personel katılımının zayıf olması;
- Personel veya çalışma sürelerinin artırılması;
- Düzen ve temizlik eksikliği;
- İzole edilmiş alanlarda gerçekleştirilen etkinlikler.

Fazla hareketten kaynaklanan israfların önlenmesinde en iyi yol 5S'dir.

1.4.7. Kusur İsrafı

Bu tür israflar kusurlu ürünlerin üretilmesinden veya malzemelerin yanlış elleçlenmesinden kaynaklanır. Bu durum, ilk seferinde doğru şekilde yapılmayan parçaları yeniden işleme zorunluluğu nedeniyle oluşan israfları da kapsar. Aynı zamanda, kusurlu ürünler veya yeniden işleme yapmak için sürecin devamlılığını bozmak suretiyle oluşan verimlilik kayıplarını da içerir. (Tapping ve diğerleri, 2002: 42) Dahası, tespit noktasına bağlı olarak, yetersiz kalite maliyetleri dâhili (yukarıda belirtilmiş) veya harici kusurlu maliyetler olarak sınıflandırılabilir. Harici kusurlu maliyete örnek olarak gelir kaybı, yasal işlemler, para cezaları vb. verilebilir. Kusurluların en sık nedenleri yetersiz malzeme ve ürünler, kötü çalışma yöntemleri ve prosedürleri, niteliksiz personel ve yetersiz makine ve teçhizatlardır (4M veya Ishikawa diyagramı).

Toyota'nın eski başkanı Fujio Cho israfı "üretim için kesinlikle şart olan asgari ekipman, malzeme, parça ve işçilerin (çalışma saatleri) dışında herhangi bir şey" şeklinde tanımlamıştır. Geliştirilebilir adımları belirlemeye yönelik süreci analiz etmek için benimsenen bir yaklaşım değer akış haritalaması olarak adlandırılır. Ana fikir, değer katan faaliyetleri, değer katmayan faaliyetleri ve sadece beklemeyi içeren adımları açıkça gösteren sürecin ayrıntılı bir diyagramını geliştirmektir (Jacob ve Chase, 2008: 226).

Geliştirilmesi gereken alanları vurgulayarak, yalın sistemler, kalite ve üretkenlikte sürekli iyileşme sağlamaktadır. Yalın sistemler, problemler baş gösterinceye dek kapasitelerin ve stokların sistematik bir şekilde azaltılması suretiyle yönetimin sorunları belirgin hale getirmesini sağlayan mekanizmalar oluştururlar. Stokların düşük tutulması, periyodik olarak sorunları tespit etmeye yönelik sistemin vurgulanması ve yalın sistemin unsurlarına odaklanması sürekli gelişmenin anahtarıdır. Örneğin, Nebraska Lincoln'teki bir Kawasaki tesisi güvenli seviye stoklarını periyodik olarak azaltarak neredeyse sıfıra düşürür. Bu şekilde tesisteki sorunlar baş gösterir, bunlara ilişkin kayıtlar tutulur ve sonra da iyileştirme projeleri olarak çalışanlara verilir. İyileştirmeler yapıldıktan sonra stoklar kalıcı olarak yeni bir seviyeye getirilir (Krajewski ve diğerleri, 2013: 297).

1.5. İTME VE ÇEKME ÜRETİM SİSTEMLERİ

Yedi tür israfı azaltmak için, bir organizasyon, değer akışının dâhilinde çekme sistemi oluşturmalıdır. Bu sistem, sürecin sonunda talep edilen sayıda ürünü, sürecin başında üreten bir sistemdir. Temelde, çekme sistemlerinin ana hedefi, müşterinin istediği miktarda ürünü doğru zamanda üretmektir. Bu sistemi oluşturan ilke, müşterinin ürünlerini siparişlerle değer akışıyla "çekmesi" ve böylece işletmenin yaptığı tahminler yoluyla ürünlerin müşteriye doğru "itilmesi"nin önlenmesidir (Chiarini, 2013: 81). Bu aşamada, çekme sistemi ile neyin kastedildiğini ve dolayısıyla imalat yoluyla atölye kontrolünün itme sistemini anlamak önemlidir.

İtme sistemi ile kontrol edilen bir üretim sürecinde ürünler, önceden hazırlanmış bir zaman çizelgesi tarafından belirlenen zamanlarda üretilir. İtme sistemleri, bir ürünün gerekli talimatlarla bileşenlerini oluşturmak ve ürün tamamlanıncaya kadar parçaları monte etmek yoluyla çalışır. Bir çalışma merkezi bir parçayı tamamladığında, bu parça daha sonra o parçaya çalışacak olan iş merkezine "itilir". İtme sistemleri genellikle MRP sistemleri, elle planlanan iş atölyeleri ve seri üretim ile eşanlamlıdır. Çekme sistemi ile kontrol edilen bir üretim sürecinde, bir öğe yalnızca kullanıcıdan belirli sinyal alındığında üretilir. (Noori ve Radford, 1995: 528).

Çekmeyi, itmeden ayıran üç temel unsur vardır. Ürünün hacmi, model karışımı ve model karışımı dizisi ile belirtilen sınırlar arasında tanımlanmış bir anlaşma

tedarikçi ile müşteri arasında mevcuttur. İtme sisteminde, tedarikçi kendi hızında çalışır ve kendi programına göre işi tamamlar. Çekme sisteminde, iki taraf arasında paylaşılan ürünler onlara adanmış olmalıdır. Buna, kaynak, konum, depo, konteyner ve ortak icra zamanı (takt zamanı) dahildir. İtme sisteminde, konumlar tanımlanmamakta ve adanmamaktadır. Malzeme bir boşluğun bulunduğu yere yerleştirilmektedir. Son olarak, görsel açıdan belirgin ve fiziksel olarak kısıtlayıcı basit kontrol yöntemleri, çekme sistemlerinde tanımlanan anlaşmayı sürdürür. Ancak, itme sistemlerinde hiçbir tanım veya özveri söz konusu olmadığından, nelerin kontrol edileceğini ve nasıl kontrol edileceğini anlamamanın net bir yolu yoktur (Liker ve Meier, 2006: 94). İtme ve çekme sistemlerinin yönetim süreçleri üzerindeki etkileri açısından karşılaştırması aşağıdaki tabloda verilmiştir.

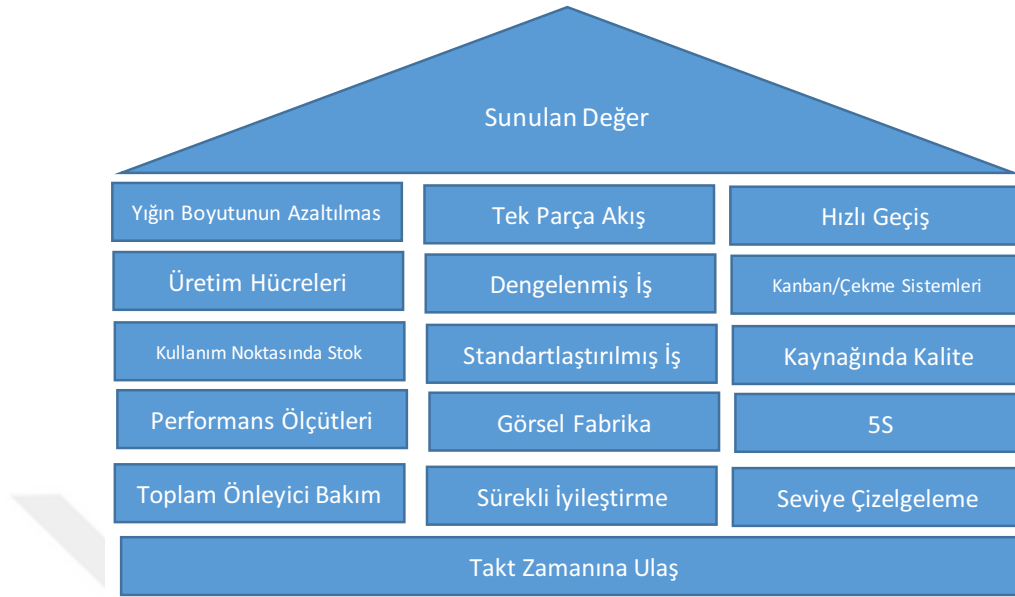
Çizelge 2: İtme ve Çekme ve onların yönetim süreçleri üzerindeki etkileri (Chiarini, 2013: 83)

	İtme	Çekme
Envanter	Tahmin hataları durumunda daha fazla emniyet sağlamak için yedekler tolere edilir	Hedef, yedek parçaları tamamen ortadan kaldırmaktır.
Kalite	Sıfır arızalarının, kontrollerin ve testlerin hedefi en iyi filtredir.	Sıfır kusurların hedefi, herhangi bir ödün verilmeden : kontroller ve testler ürüne değer katmaz, akışı yavaşlatır. Sürekli kaldırma ile Altı Sigma kalitesi.
Tedarikçiler	Sertifikalı tedarikçiler, kaliteli ve serbest geçiş, fiyatlarla birbiriyle rekabet eden tedarikçiler	Kalite ve teslimat açısından tedarikçilerin maksimum güvenilirliği. Uygulanmış Kanban ve serbest geçiş. Tedarikçinin, ürün ve süreç tasarımında ortak olması.
Partiler	"Ekonomik" partilerde satın alma ve üretim.	İstenilem miktar ve kalitede parti satın alma ve üretme. Değer akışı boyunca kanban sistemi uygulama.
Teslimat süresi	Sabit olma eğilimi. Teslimat süreleri, müşteriye değil MRP'ye uymaya zorlanmakta. Bir müşteri "acil" ise, bir başkasına geç kalınacak.	Sürekli tartışma konusudur. Teslimat süresinin azaltılması, WIP'in azaltılması ve teslimat performansının artırılması anlamına gelir.

1.6. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ

Yalın bir iş stratejisi benimseyen şirketler, Yalın uygulamaları her gün, her yerde ve her zaman kullandıkları için başarılı olurlar. Günlük olarak, Yalın şirket üç konuya odaklanır: müşterilerine değer sunma, tüm iş süreçlerinde akışı sağlama ve israfı amansızca yok etme. Yalın'la elde edilecek başarı, Yalın'ın günlük olarak nasıl uygulandığına bağlıdır (Katko, 2014: 26).

Şekil 2: Yalın uygulamalar üzerine inşa edilen operasyonlar (Katko, 2014: 26)



Yalınlık, israfların ortadan kaldırılması ve işletme içi akış yaratılmasının önemini vurgular. Yalınlığın temel odak noktası katma değerli olan ve katma değerli olmayan işlemlerin hitap ettiği müşterilerdir. Katma değerli işlemler, müşterinin ödemek istediği yegâne işlemlerdir. Yalında akış yaratmanın amacı, doğru zamanda doğru yerde ve doğru miktarda ürün ve hizmet vermek anlamına gelir (Cudney, 2009: 71).

Sekiz israf çerçevesi, değer akışı haritalaması, nedensel haritalar (veya Ishikawa Diyagramları) ve Pareto Analizi kullanarak israfları tanımlamak suretiyle döngü başlar. İsrar tespit edildiğinde, işlemi daha basit, daha görünür ve daha hatasız hale getirmek suretiyle ortadan kaldırılır (veya en azından azaltılır). Akış, daha sonra programın seviyelendirilmesi, çevrim süresinin azaltılması, çekme sistemi kullanılması ve kurulum maliyetlerinin, kurulum sürelerinin ve parti büyüklüklerinin düşürülmesiyle elde edilir (tek parça akış idealdir). Son olarak, güçlü bir program yönetim ofisinin rehberliğinde iyi yürütülmüş kaizen olaylarını kullanarak ve standartlaştırılmış bir çalışma yaratarak ve katma değer oranı gibi yalın metriklere odaklanarak (gemba) insanlara saygılı değişiklikler uygulanır. Yukarıda bahsedilen döngü, kendi kendini güçlendirir, çünkü yeni iyileştirme süreci daha da belirgindir ve bu da israfların görülmesini ve giderilmesini kolaylaştırır (Hill, 2012: 196).

1.6.1. Standardizasyon ve Standartlaştırılmış İş

Toyota Üretim Sisteminin temeli standardizasyondur: standart hale getirilmiş iş, şablon, aletler, ekipman ve bu öğelerin tutulduğu yer. Standartlaştırma olmaksızın Kaizen veya sürekli gelişme olamaz (Stewart, 2011: 26). Tutarlı bir performans oluşturmak için standart hale getirilmiş işlemler ve prosedürlerin oluşturulması en önemli husustur. Sürekli bir gelişmenin yaratıcı olarak ilerlemesinin başlayabilmesi, yalnızca süreç istikrarlı olduğunda gerçekleşir. Standartların geliştirilmesi çalışmaları, yalın uygulamada erkenden başlar ve yalın operasyonların geliştirilmesi boyunca devam eden ortak bir konudur. Standardize edilmiş süreçlerin oluşturulması, mümkün olan en iyi sonuçları sağlayacak yöntemleri tanımlama, açıklama ve sürekli kullanmayı temel almaktadır. Bu nedenle standardizasyon, belirli aralıklarla tek başına bir unsur olarak uygulanmaz. Daha ziyade sorunların belirlenmesi, etkili yöntemler oluşturulması ve bu yöntemlerin uygulanma biçiminin belirlenmesi gibi devam eden faaliyetlerin bir parçasıdır. Sonuç olarak, insanlar tarafından yönlendirilir ve sadece insanlar tarafından yapılmaz. Bu işi yapan insanlar, süreci standardizasyona oldukça katkı sağlayacak şekilde ayrıntılı olarak anlamaktadırlar (Liker ve Meier, 2006: 111-112).

Standardizasyonun temel amacı, israfların süreçlerdeki eliminasyonun azaltılması yoluyla ortadan kaldırılmasıdır. Bu amaca ulaşmada ilk akla gelen araç, standart hale getirilmiş iştir. Birçok kişi standardize edilmiş iş kavramını yanlış anlayarak, sadece üretim işletmelerinde tatbik edilen bir uygulama olarak düşünmektedir. Standardize edilmiş iş, temelde herhangi bir süreçte tekrarlanabilirlik elde etmenin bir metodudur. İster üretim süreci isterse hizmet odaklı bir süreç olsun standardizasyon ilkeleri aynıdır (Stewart, 2011: 27). Ama standardize edilmiş işi uygulamaya geçmeden önce süreç, işlemin tekrarlanabilir olduğu, hat ve ekipmanın minimum kesinti yaşayacağından emin olunduğu ve kalite sorunlarının çözülebilir olduğu bir hale getirilmelidir. (Liker and Meier, 2006: 125).

Standart iş üç unsurdan oluşur: Takt zamanı, Standardize Edilmiş İş Sırası ve Standart yarı mamul stok (WİP). Takt zamanı, müşterinin beklentilerini karşılamak için bir ürünün ne sıklıkla tamamlanması gerektiği anlamına gelir. Müşteri talebi ve

kullanılabilir zaman kullanılarak hesaplanır. Takt zamanı, Standart İş için ritmi belirler. Standardize Edilmiş İş Sırası, bir operatörün bir sürece ait manuel adımları gerçekleştirdiği belirli bir sıradır. Standardize Edilmiş İş Sırasına odaklanma israfı tanımlar ve işlemi dengeler. Standart yarı mamul stok (WIP), bir operatörün ürünü verimli bir şekilde akıtmasına izin verecek olan hat üzerindeki minimum parça miktarıdır. Parçaların sayısını standart tutmak, çalışmanın beklemeden devam etmesine olanak vermenin anahtarıdır. Takt Zaman Tablosu, Zaman İzleme Tablosu, Standart İş Kombinasyonu Tablosu ve Operatör-Yükleme Çizelgesi gibi birçok araç, Standart İş belgeleri ve uygulama sürecinde kullanılır. Bir araç olarak kullanılan Standart İş, tekrar eden görevler için bir rutini oluşturur. Kaynak tahsisi ve zamanlama işlemlerini daha kolay yönetir hale getirir, kişi ile çevre arasında ilişki kurar. Normal süreci tanımlayarak ve iyileştirme alanlarını vurgulayarak iyileştirme için bir temel sağlar (Sorunları görsel ve belirgin yaparak) ve geri kaymayı engeller. (Cudney, 2009: 99-112)

Standardize edilmiş İş ve Kaizen'in adımları, standardizasyon, kalite ve üretkenliğin iyileştirilmesine yardımcı olmak için çok önemlidir. Özellikle insan-makine kombinasyon olanaklarının mevcut olduğu alanlarda, emek ve teçhizatın en etkin biçimde kullanılması açısından standardize bir iş yapılmıştır. Örneğin, sürecin ayrıntılı gözlemlerine dayanarak baştan sona bir ürünü yapmak için toplam iş içeriği 178,2 saniye sürer. Bu süre, Standart işin ilk adımında hesaplanan Takt zamanına bölünürse (bu örnekte 59,4 saniye), bu işlem için gerekli kaynakları vardiya başına 3 operatör olarak kolayca belirlenebilir (Kato ve Smalley, 2011: 118).

1.6.2. Jidoka - Otonomasyon

Müşterinin beklentilerini tutarlı bir şekilde karşılamak yalın sistemlerin önemli özelliklerinden biridir. Bu amaca ulaşmanın bir yolu ise, kaynakta kalite olarak adlandırılan, kusurların olduğu noktada onları yakalayıp düzeltilmesini içeren uygulamayı takip etmekle olur. Bu felsefe Toyota Üretim Sisteminin iki temel yapı taşından biridir. Diğerisi ise tam zamanında üretimdir (JIT). İşçiler açısından amaç, kendi kalite denetçileri olarak hareket etmeleri ve asla kusurlu birimleri bir sonraki işleme geçirmemeleridir. Yanlış bir şey olduğunda süreci otomatik olarak durdurmak ve hataları olduğunda kendiliğinden onarmak da jidoka olarak bilinir.

Japonca "jidoka" sözcüğü "otonom" ve "otomasyon" kelimelerinden oluşan "otonomasyon" yani "kendi kendini idare eden operasyon" şeklinde tercüme edilir. "Jidoka" bazen "insan dokunuşu ile (veya insan zihnindeki) otomasyon" olarak tercüme edilir. Jidoka, işi bir sorun oluştuğunda derhal durdurur, böylece arızalı parçalar asla oluşturulmaz. Başka bir deyişle, Jidoka yüzde 100 denetim yapar, sorunların nedenlerini ön plana çıkarır, sürecin sürekli gelişimini zorlar ve sonuç olarak geliştirilmiş kalite verir. Otomasyon, iş gücü azaltmaya odaklanırken, Jidoka (otonomasyon) kalite geliştirmeye odaklanır. Jidoka insanların ekipmanlara sürekli dikkat etmesi gerekliliğini ortadan kaldırır, insanları makinelerden ayırmayı mümkün kılar, çalışanların birden çok işlem yapmasına olanak sağlar ve ekipmanların bozulmasını önler. İdeal olarak, Jidoka hattı veya makineyi otomatik olarak durdurur, böylece işçilerin süreci izlemesi yükünü azaltır. Aslında birçok kaynak, Jidoka'yı, bir problem oluştuğunda üretimin otomatik olarak durdurulması şeklinde tanımlar. Jidoka'da genellikle makinenin durumuna ulaşabileceği bir sinyal bulunur. Örneğin, bir üretim sürecinde her şey yolunda ise yeşil ışık, anormal bir durum sinyali vermek için sarı ışık ve işlem durdurulursa kırmızı ışık şeklinde andon (uyarı) ışıkları kullanılabilir (Hill, 2013: 187). Jidoka'nın, Shigeo Shingo'nun insan hatalarını en aza indiren hata önleyici sistemlerin tasarlanmasında kullanılan hata-önleyici bir yöntem olan poka yoke kavramıyla oldukça yakından alakalı olduğu unutulmamalıdır.

Jidoka, çalışanları sürekli makinelerle ilgilenmekten alarak, çalışan ve makine faaliyetlerini ayırmayı hedefler, böylece çalışanların aynı anda birkaç işlem yapabilmesine olanak sağlar. Jidoka, bir montaj hattındaki belirli bir fabrikasyon hücresinin veya iş istasyonunun hedeflerine göre güvenlik, kalite, teslimat ve maliyet performansı açısından sistemin statüsünün işçiler tarafından her zaman ve açıkça görülebilen görsel bir yönetim sistemini temsil eder (Krajewski ve diğerleri, 2013: 300).

Buna somut bir örnek sabit konum durağıdır. Birçok fabrikada üretim konveyörleri bulunur ve sabit konum durdurma gibi basit bir yenilik, anormalliklerin saptanmasına ve düzeltilmesine olanak tanır ve bu da üretimdeki kesintiye en aza indirir. Bir işçi, süreç içinde bir sorunu tespit ettiğinde andon ipi olarak bilinen bir ipi çeker. Andon ipi andon ışığı olarak bilinen bir ışığı aktive eder, genelde buna andon sesi de eşlik eder. İşlem sabit konum durdurmasına gitmediği sürece andon ışığı sarı

renkte yanar ve bu andon panosunda bir ışığı harekete geçirir. Andon panosu, vardiya amiri tarafından gözlemlenebilecek merkezi bir yerde bulunur. Vardiya amiri sorun olduğunda görür ve sorunu çözmek için görevli elemanla işbirliği yapar. Ürün sabit konum durağına gelmeden sorun ortadan kalkarsa, vardiya amiri hattın serbest bırakılması için andon ipini çeker ve üretim asla durdurulmaz. Ürün sabit konum durağına ulaşırsa, konveyör durur ve andon ışık ile andon panosu hattın kapalı olduğunu gösteren kırmızı ışıkları yakar (Stewart, 2011: 50-51).

Jidoka, yavaş ve sistematik olarak gerçekleştirilir ve makinelerin yalnızca işe değer katan işleri yapmasını sağlar. Bu, döngü süresini kısaltır ve bekletme, nakliye, denetim ve kusurlar gibi israfları önler. Jidoka otomasyonu, akışı daha iyi hale getirecek şekilde kullanır. Buna karşılık, geleneksel imalat operasyonlarında, otomatik ekipman, akışın iyileştirilmesi için çok az şey yapar. Bunun yerine üreticiler sıklıkla son derece pahalı, sofistike ve güvenilir ekipmanlarla ortada kalır. Bu tür teçhizat genellikle bir süreç yerine belirli bir işlemi geliştirmek için kurulur. Akışı iyileştirmek için, süreçlerin bölümlerinin bütünle nasıl ilişkili olduğu göz önüne alınmalıdır (Tapping ve diğerleri, 2002: 44).

1.6.3. Tek Parça Akış

JIT sisteminde, işlerin fabrika içinden düzgün bir şekilde akması kavramı, su gibi, birikintiler olmaksızın, birer birer tek parça üretim veya tek üniteli üretim olarak adlandırılır. Tek parça üretimi, ürün işleme sırasını izleyerek her bir işlem arasında senkronize edilen üretimle işin Takt zamanı içinde birer birer hatta geçirildiği bir sistemdir. Tek parça akış için üç temel gereklilik mevcuttur (Monden, 2012: 161):

- Birden fazla işlemi yönetmek için ayakta çalışmak;
- Çoklu süreç yürütme, birçok farklı makineyi yönetmek anlamına geldiği için, çoklu süreç yürütmenin çoklu nitelikli işçiler tarafından yapılması
- İşçileri makinelerinden ayırmak için otonomasyon.

Bu ilke, Taiichi Ohno tarafından icat edilmiş olup Toyota Üretim Sisteminin, Tam Zamanında üretim felsefesinin ikinci yapı taşı temsil etmektedir. Çok yönlü işçiler ve genel amaçlı makineler şeklindeki esnek kaynaklar konsepti, yalın üretimin en önemli unsurlarından biridir ve düzenli hale gelen ilk unsurdur. Tek parça akış ve

çekme üretiminin sadece teslimat sürelerini değil aynı zamanda fazla stoğu da düşürdüğünü dikkate alarak bunun Ohno tarafından uygulanması için planlanan ilk unsurlardan biri olması hiç de şaşırtıcı bir durum değildir.

Dâhili akışın sağlanması için belli icapların yerine gelmesi gerekmektedir. Birincisi, tutarlı bir kapasitenin sağlanması, yani operasyon, müşterinin ihtiyaçlarını yerine getirebilecek kapasitede olmalıdır. İkincisi, kaynakların -kişi, malzeme ve ekipman- tutarlı bir şekilde tatbiki ve mevcudiyeti. Üçüncüsü, süreçlerin ve ekipmanın itibar edilir olması kaçınılmaz bir durumdur ve kesinti ya da köklü yöntem değiştirme gibi büyük sorunları da içine alır. Son olarak, çalışma çevrim süreleri Takt süresine denk (eşit) olmalıdır (Liker ve Meier, 2006: 91).

Sürekli akışın sağlanması için iki ana faaliyet gerçekleştirilmelidir; birincisi, akışı artırmak için düzeni verimli bir şekilde organize etmek ve ikincisi, çalışma sürelerindeki farklılıklardan dolayı süreçler arasındaki akışı dengelemektir. Yalın sistem düzenekleri oluşturulurken, yalın akışları kullanmak önerilmektedir; çünkü bu akımlar kurulum sıklıklarını azaltarak israfı önler. Belirli ürünlerin hacimleri yeterince büyükse, makinelerin ve çalışanların grupları, kurulumları tamamen ortadan kaldırmak için hat akışlı bir düzen içinde organize edilebilir. Bir hizmet ortamında arka ofis hizmet süreçlerinin yöneticileri, süreç boyunca tekdüze iş akışları sağlamak ve böylece çalışanların boşa harcanan zamanlarını ortadan kaldırmak için çalışanlarını ve ekipmanlarını benzer şekilde organize edebilir. Bankalar, çek işlemlerini yaparken, UPS de paketleri tasnif sürecinde bu stratejiyi kullanmaktadır. Birimler, üzerinde birden fazla işçinin çalıştığı bir hattı tek bir müşteri türüne veya ürüne amade etmeyi haklı çıkaracak kadar yüksek hacimde değilse bile yöneticiler, tesisin bazı bölümlerinde hat akış düzeni -basit malzeme kullanımı, düşük kurulum ve azaltılmış işçilik maliyetleri- oluşturmak suretiyle yine de hat akış düzenlerinden fayda sağlayabilirler. Bu tür düzenleri oluşturmak için kullanılan iki teknik; bir işçi çoklu makine (OWMM) hücreleri ve grup teknolojisi (GT) hücreleridir. (Krajewski ve diğerleri, 2013: 305).

Bir hücresel düzendeki tek parçalı akış, diğerlerinin arasında nakliye, bekleme ve stoğun önemli ölçüde azaltılması, teslimat sürelerini azaltmak, üretim dağılımını geliştirmek, zeminden daha iyi yararlanmak ve malzeme taşıma oranını düşürmek gibi

birçok avantaja sahiptir (Cudney, 2009: 74). Ohno tarafından akışı sağlamak için kullanılmış olan stratejiler aşağıda listelenmiş olmakla beraber hücreyel üretim ve hat dengeleme kavramları müteakiben detaylandırılacaktır.

Çizelge 3: Bağlı işlem akışını oluşturmak için kullanılan strateji ve araçlar (Liker ve Meier, 2006: 89)

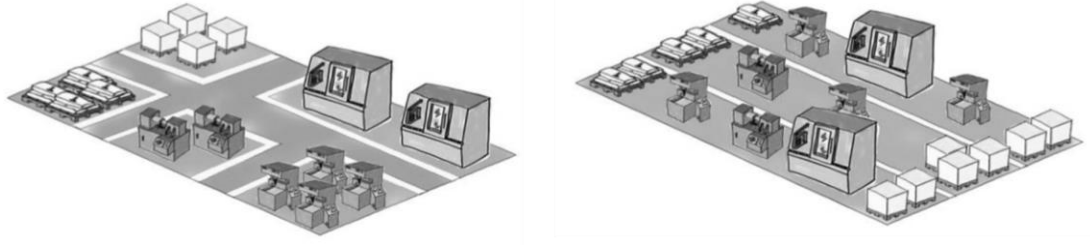
Stratejiler	Birincil Yalın Araçlar	İkincil Yalın Araçlar
İsrafların devamlı arıtılması	Çalışma alanı / Hücre tasarımı	Kanban
Sorunların yüzeye çıkmalarının sağlanması	Çekme teknikleri	Kanban panoları
Sorunların "rahatsız" edilmesi	Görsel Kontrol	Süpermarketler
Bağımlılık yaratmak için bağlı süreçlerin kurulması	Açıkça tanımlanan müşteri / tedarikçi ilişkileri	FIFO şeritleri
Akıştaki zayıf bağlantıları belirlemek ve bunları güçlendirmek.	Hat dengeleme	Problem çözme

1.6.3.1. Hücreyel İmalat

Emeği daha verimli kullanmak amacıyla Ohno'nun ilk başta atölyesini üretim hücrelerine bölerek yeniden organize etmiş olduğu doğru iken, sistemin bir bütün olarak etkili olması için yeni düzenin esnekliği asli unsur olarak ortaya çıkmıştır. Hücreyel düzenler kavramının ilk çıkışı Ohno'yla olmamıştır. İlk olarak 1920'lerde ABD'li bir mühendis tarafından tanımı yapılmış, ancak Ohno'nun ondan esinlenen uygulaması dikkatleri bu kavrama çekmiştir. Hücreler benzeri şekil veya işleme gereksinimlerine sahip bir parça ailesini (grubunu) işlemek amacıyla benzer olmayan makineleri bir grupta toplarlar. Hücredeki makinelerin düzeni küçük bir montaj hattına benzemektedir ve genellikle U-şeklindeyir. İş, hücrenin içinde, belirlenen bir yolda hücrenin etrafında yürürken, ideal olarak birer birer, işçiler tarafından bir süreçten diğerine doğru taşınır. (Russel ve Taylor, 2011: 724).

Bu, aynı makinenin türlerini hücrelere gruplayarak işin organize edildiği geleneksel işlem temelli düzenin tam tersidir. Her iki düzenin de grafik çizimi aşağıda verilmiştir.

Şekil 3: Süreç ve ürün yerleşim düzenleri (Santos ve diğerleri, 2006: 27)



Ürün yerleşim düzeni üretim tekniği, sadece bir çalışanla sınırlı olmayan hücreler yaratır ve bu teknik, hücrenin yapacağı işi seçmenin benzersiz bir yoludur. Grup teknolojisi olarak da adlandırılan bu yöntem, benzer özelliklere sahip parçaları veya ürünleri aile gruplarına ayırır ve bu grupların üretimi için makine gruplarını bir kenara koyar. Aileler boyut, şekil, imalat veya yönlendirme gereksinimleri veya talep üzerine oluşturulmuş olabilir. Amaç, benzer işleme gereksinimlerine sahip bir ürün setini tanımlamak ve makine değişimini veya kurulumunu en aza indirmektir. Örneğin, tüm cıvatalar boyut veya şekil ne olursa olsun aynı temel işleme adımlarını gerektirdiği için hepsi aynı aileye atanmış olabilir. Parça ailelere ayrıldıktan sonra, bir sonraki adım, bu parçalardaki temel işlemleri gerçekleştirmek için gerekli olan makine takımlarını ayrı hücrelerde organize etmektir. Her bir hücredeki makineler, aynı ailedeki bir parçadan diğerine ürün değişimine uyum sağlamak için yalnızca küçük ayarlamalara ihtiyaç duyar. Ürün güzergâhlarını basitleştirerek, grup teknolojisi hücreleri bir işin mağazada kalma zamanını azaltır. İşlenmeyi bekleyen materyallerin sıraları kısaltılır veya yok edilir. Çoğu zaman, malzemenin işlenmesi otomatik hale getirilir ve böylece ham malzeme hücreye girdikten sonra iş tamamlanıncaya kadar makinelerde işlenen parçalara bir işçi dokunmaz (Krajewski ve diğerleri, 2013: 306).

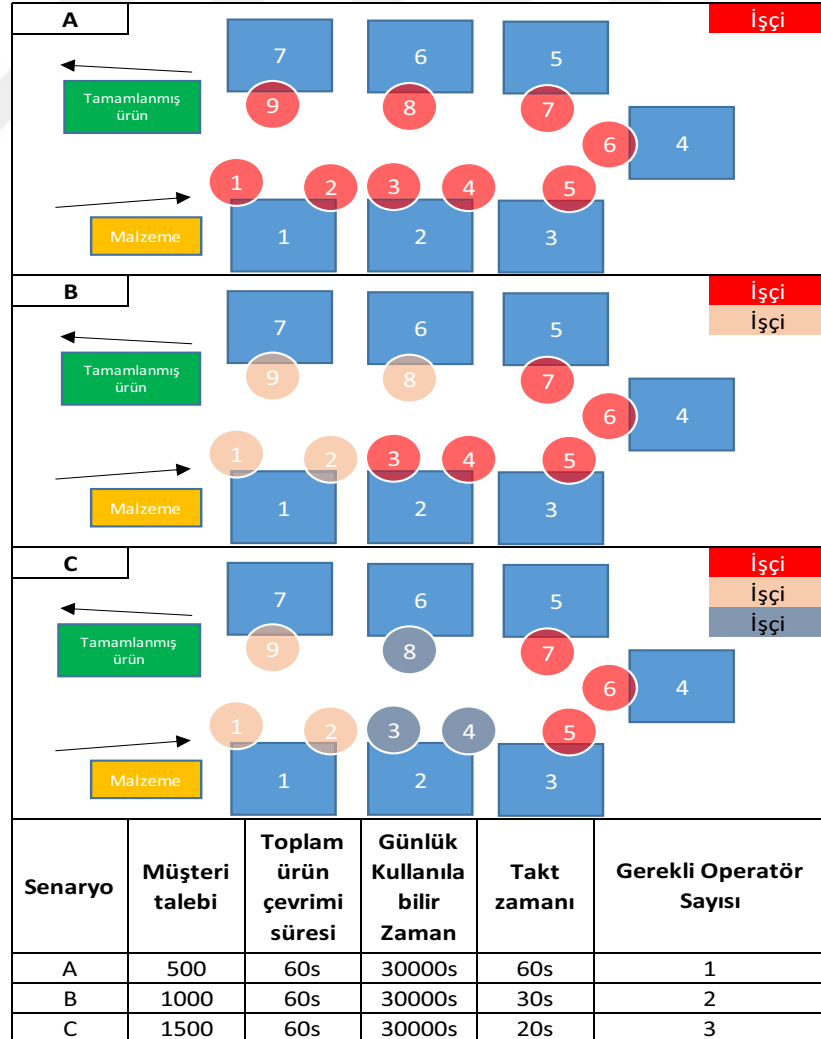
Hücre düzeninin planlanmasında izlenecek bazı ilkeler (Tapping ve diğerleri, 2002: 57):

- Sırayla süreçlerin düzenlenmesi;
- Hücredeki akışın saatin tersi yönünde ayarlanması;
- Küçük bir alanda malzeme ve el hareketlerinin güvenliği göz önüne alınarak makinelerin birbirine yakın durması;
- Son işlemin ilkine yakın yerleştirilmesi;

- Ekipman kısıtlamaları ve kaynak kullanılabilirliğine bağlı olarak U veya C şeklindeki hücrelerin oluşturulması;
- Hücre düzenini tasarlarken ürün talebinin ve karışımının muhafaza edilmesi. Hücresinin müşteri taleplerinde meydana gelen değişikliklere uyum sağlaması gerekir.

Genellikle iyi tasarlanmış bir hücrenin yerleşim düzeni süreç tarafından belirlenir. Ayrıca, kalite, son denetim yerine her adımda sürece dâhil edilir. Düşük talep durumunda, tek bir operatör bütün hücreyi çalıştırabilir. Bu, geleneksel süreç düzenleri için bilinmeyen bir esneklik seviyesidir. Talebin artması durumunda müşterinin memnuniyetini sağlamak için çok yetenekli işçiler hücrenin içine eklenebilir. Hareket israflarını en aza indirmek için, makineler birbirine yakın yerleştirilir (Cudney, 2009: 74).

Şekil 4: U-şekilli hücrelerin esnekliği (Tapping ve diğerleri, 2002: 58)



1.6.3.2. Hat Dengeleme

Tek parçalı akışın en önemli özelliği ve ulaşılması gereken dördüncü gereklilik, çalışma çevrimi sürelerinin değer akışının Takt zamanına eşit olması gereğidir. Takt zamanını sürdürebilmek için işçiler, hücreler / hatlar / süreçler arasında dengelenmelidir. Dengeleme hayati önem taşır; işçilerin çok fazla beklemesi ya da acele etmesi ne pahasına olursa olsun kaçınılması gereken bir unsurdur. Hat dengeleme, takt zamanını karşılamak için çalışma öğelerini bir değer akışında eşit bir şekilde dağıtmanın mümkün olduğu bir süreçtir. Hat dengeleme, personel kullanımını optimize etmeye yardımcı olur; iş yüklerini dengeler, böylece hiç kimse çok az veya çok fazla iş yapmaz. Zaman zaman müşteri talebindeki değişikliklere yeni bir hat dengeleme etkinliği ile cevap verilir (Tapping ve diğerleri, 2002: 57).

Hat dengeleme dört ana aşamada başlatılabilir. İlk olarak, başlamak için, sürecin mevcut durumu saptanmalı ve ölçülmelidir. Değer akışı haritalaması kullanılabilir, ama etkinlik sırasını ve zamanı gösteren basit akış tabloları yeterli olacaktır. Her bir etkinliğin çevrim süresini belirlemek hayati önem taşır. İkincisi, müşteriler tarafından talep edilen takt zamana kıyasla aktivitelerin çevrim sürelerini görselleştirmek için bir histogram çizilir. Üçüncüsü, hücrenin ihtiyaç duyduğu işçi sayısı, toplam çevrim süresinin takt zamanına bölünmesiyle hesaplanır. Dördüncü olarak, son aşama, Kaizen workshopu kullanarak hücrenin yeniden tasarlanmasını içerir. Temel hedef, her çalışanın tam işini dikte eden takt zamanına ulaşmaktır. Genellikle bu noktada şirketler, hücrelerin daha az elemanla, Kaizen workshop çalışması organizasyonu aracılığıyla yeniden tasarlanabileceğini fark eder. Bu, parça başına doğrudan işçilik maliyetini düşürür ve şirketin geri kalan operatörlerinin diğer süreçlere atanmasına olanak sağlar (Chiarini: 2013: 97).

Kanban'a yeni başlarken ihtiyaç duyulan iki en önemli adım, işçileri ve üretim yüklerini dengelemektir. Üretim yüklerini dengelemek için şirket, aynı üründe tek seferde çalışmayı içeren, aynı işlemi farklı kodlarla benzer ürünleri karıştırarak tek parçalı akışa bağlı kalmalıdır. Tek parçalı akış elde etmek için, iş genişlemesi ile işçiler için Heijunka ve iş genişletmesi ile üretim yükü seviyelendirmesi çok yararlı olabilir (Chiarini: 2013: 99).

1.6.4. Kanban

Kanban çekme sisteminin en önemli parçasıdır. Kanban üretim aşamaları arasındaki parça hareketlerinde kullanıldığı gibi yarı mamul stoklarının kontrolünde de kullanılır. Ürüne olan talep, gerekli miktarın imal edilmesi için ilgili aşamaya kanban yardımıyla harekete geçirir. Tüm hat boyunca çekmeler yapılır. Bu çekme miktarları da kanbanlarla kontrol edilir (Gündoğdu, 2002: 30).

Kanban tabela, tablo, kart, talimat kartı, görünür kayıt, isim plakası veya poster için kullanılan Japonca kelimedir. İmalatta bir kanban genellikle bir kart, kap veya konteynerdir. Kanban karesi, bir masaya ya da yere bantla işaretlenmiş bir dikdörtgendir. Kanban kartı genellikle depolama ve taşıma konteynerine bağlanır. İdeal olarak, Kanban sinyallerinin yapısal anlamda fiziksel olması (konteynerler, kartlar vb.), ancak faks (faksban), e-posta veya bilgisayar raporu şeklinde de olabilir. Kanban sistemi "çekme sistemi" dir, çünkü kanban sinyali malzemeleri yukarıdan (tedarikçi) iş merkezlerine "çekmek" için kullanılır. Toyota iki ana kanban kartı türü olan çift kartlı kanban sistemini kullanmaktadır. Bunlar üretim kanbanı ve çekme kanbanıdır. Üretim kanbanı, daha fazla parça üretme ihtiyacını bildirir (işaret eder). Hiçbir parça üretim kanbanı olmadan üretilemez. Üretim yoksa kanban kartları çalışma merkezindedir, çalışma merkezi boşta kalmalı ve işçiler diğer görevleri yerine getirmelidir. Her belirli bölüm için konteynerler standardize edilmiştir ve her zaman aynı (ideal olarak küçük) miktarda doldurulmuştur. Çekme kanban sinyalleri, parçaları bir işyeri merkezinden geri çekme ve bir sonraki işyeri merkezine teslim etme ihtiyacını bildirir (belirtir) (Hill, 2012: 183).

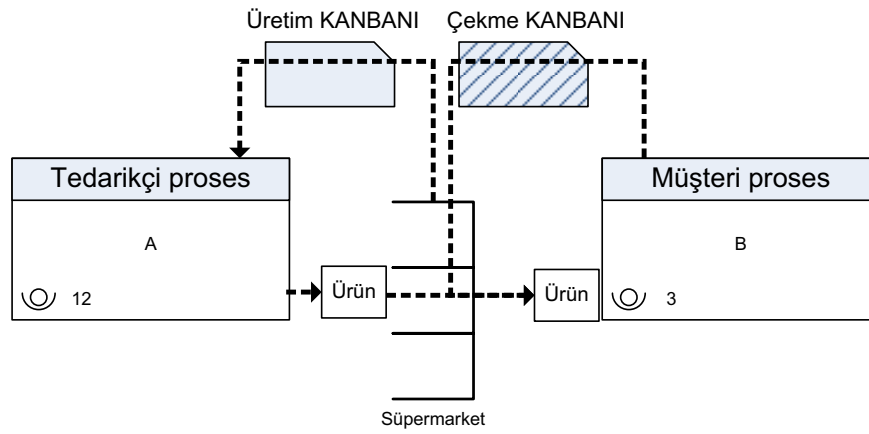
Nihai mamul stoklarını en aza indirmek için Toyota Üretim Sistemi sipariş temelli üretime yöneliktir. Bu nedenle, daha sonraki süreçlerin ihtiyaç duydukları öğeleri alması için daha önceki süreçlere geçtiği bir çekme sistemi kullanılır. Kanban akışı aşağıdaki gibidir (Shingo, 1989: 182):

1. Montaj hattının yanındaki parçalar ilk kullanıldığında, çekme kanbanı çıkarılır ve belirtilen bir yere konur.

2. Bir işçi, işlenmiş parçaları edinmek için bu çekme kanbanını önceki işleme alır. İş başındaki kanbanı paletten çıkarır ve belirlenmiş bir yere koyar. Çıkarılan kanban palete yerleştirilir ve palet hatta kadar taşınır.
3. Önceki süreçte paletten çıkarılan iş başındaki kanban, bir sonraki ilerleme süreçlerinden “beslenen” yarı işlenmiş ürünlerin işlenmesini istemek için görev yapan bir iş talimatı etiketi görevini üstlenir.
4. Bu durum gerçekleştiğinde, önceki belirli işlem öncesinde iş başında olan etiket kaldırılır ve çekme kanbanı tarafından değiştirilir.

Şekil 5: Süpermarket ve Kanban ile Çekme sistemi (Rother ve Shook, 1999:

46)



1. Müşteri proses süpermarkete gider ve ihtiyacı olan ürünü ihtiyacı olduğu zaman çeker
 2. Tedarikçi proses çekilen ürünü yerine koymak için üretim yapar.
- AMAÇ:** Çizelgeleme yapmadan tedarikçi procesteki üretimi kontrol etmek.
Akışlar arasındaki üretimi kontrol etmek.

Bir kanban kontrol sisteminin kurulması için, gerekli olan kanban kartlarının (veya konteynerlerin) sayısı belirlenmelidir. İki kartlı bir sistemde, çekme ve üretim kartlarının sayısı tespit edilmelidir. Kanban kartları, tedarikçi ile kullanıcı alanları arasında ileri ve geri dolaşan malzeme konteynerlerinin sayısını temsil eder. Her bir konteyner, sağlanacak minimum üretim parti boyutunu temsil eder. Dolayısıyla konteynerlerin sayısı, sistemdeki yarı mamul stok miktarını doğrudan belirler. Parça konteyneri üretmek için gerekli olan zamanı doğru belirlemek, üretilecek konteyner sayısının belirlenmesinde önemlidir. Teslim süresi konteynerin işleme süresinin, üretim işlemi sırasında bekleme süresinin ve malzemenin kullanıcıya nakliyesi için

gereken sürenin fonksiyonudur. Bu zaman çerçevesindeki beklenen talepleri karşılamak için yeterli miktarda kanban ve ek olarak emniyet stoğu için ek miktarda kanban gerekmektedir (Jacobs ve Chase, 2008: 232). Kanban kartı seti sayısı şu şekilde hesaplanır:

$$K = \frac{\text{Öngörülen süre boyunca beklenen talep} + \text{Konteynerin emniyet stoğunun boyutu}}{\text{Konteynerin boyutu}}$$

Kanban sisteminin sıfır stok üretimini amaçlamadığını, aksine her maddenin konteyner sayısı vasıtasıyla tek seferde işlenebilecek malzeme miktarını kontrol etmeyi amaçladığını belirtmek önemlidir. Kanban'ın JİT amacının gerçekleştirilmesi için aşağıdaki kurallara uyulmalıdır (Shingo, 1989: 195):

1. Kanban kaldırıldığında bir süreç önceki süreçten parçaları geri çeker. Kural iki unsurdan oluşur:
 - a. Yalnızca kaldırılan Kanban tarafından belirtildiği kadar parçayı geri çekin;
 - b. Bir süreçten parçaları geri çekmek için bir önceki işlemde geçin;
2. Önceki süreç, çıkarılmış Kanban tarafından belirlenen miktar ve düzende parçaları yapar;
3. Kanban olmadan hiçbir şey taşınmaz ve hiçbir şey yapılmaz;
4. Kanban her zaman parçalarla birlikte kullanılır;
5. Her parça kabul edilebilir kalitede olmalıdır;
6. Kanban sayısı zamanla azalmaktadır.

1.6.5. Heijunka - Yük Dengeleme

Heijunka, zamanla üretimi seviyelendirmek için kullanılan bir Japon tekniğidir. Aynı zamanda yük dengeleme, doğrusallık ve çizelgeyi sabitleme olarak da adlandırılır. Dennis (2002) heijunka'yı "hacmin ve karışımın zamana göre eşit dağılımı" olarak tanımlar. Japonca heijunka kelimesi, tam olarak "düz ve aynı seviyede yapmak" anlamına gelir. Toyota'daki Taiichi Ohno, heijunka'yı üretim dengelemesi olarak tanımlamıştır. Heijunka, Toyota Üretim Sisteminin (TÜS) yapı taşlarından biri olarak düşünülmekte ve yalın üretimle yakından ilgilidir. Üretim seviyelendirme ve yük dengeleme kavramlarına çok benzerdir. (Hill, 2012: 160).

Müşteriler belirli parti halinde ürün sipariş etmese de, ürünler çoğunlukla toplu halde üretilirler. Heijunka açısından konsept, üretimi daha küçük miktarlarda, gerçek müşteri talebiyle daha uyumlu hale getirmektir. Bir süreci, üretimde ideal pürüzsüzlüğe doğru itmek, süreci, değişen müşteri talebine en yüksek derecede esneklik ve tepki verme düzeyine de iter. Heijunka dâhilinde adım kademmesine ilave olarak üç üretim özelliği daha seviyelendirilir. İlki, belirli bir zamanda (adımda) üretilmesi gereken belirli bir ürünün miktarı anlamına gelen ürün hacmidir. İkincisi, adım kademeleri ilerledikçe üretilen çeşitli modellerin oranı olan ürün karışımıdır. Üçüncüsü ise, ürün hacminin ve karışımının üretildiği sıralama olan ürün sekansıdır (sıralama/silsile), (Liker ve Meier, 2006: 146-151).

Heijunka'nın ana aracı, heijunka kutusu olarak bilinen, her bir ürüne (veya ürün ailesine) ayrılmış sıralar ve her bir zaman aralığına ayrılmış sütunlar içeren (genellikle 20 dakikalık zaman aralıkları) bir duvar zaman tablosu olan görsel bir planlama panosudur. Bireysel işleri temsil eden renkli üretim kontrol kanban kartları, belirli bir zaman aralığında belirli bir ürün türüne göre yapılacak öğelerin sayısı ile orantılı olarak slotlara yerleştirilir. Heijunka kutusu, üretim için hangi sıraya girildiğini görmek açısından kolaylık sağlar. İşçiler, kanban kartlarını, işleri işlediklerinde zaman çizelgesinden kaldırırlar. Heijunka kutusu, talebi kısa süreli artışlarla tutarlı şekilde düzenler. Bu durum, bir vardiyada, bir günde ve hatta bir haftada üretim katına bırakılan seri üretim uygulamasına zıttır. Benzer şekilde, heijunka kutusu talebi daima karışık olarak sıralar. Seviyelendirme ile elde edilen üretim sürecinin stabilitesi, standart işlerden sürekli akış hücrelerine kadar yalın tekniklerin iş süreçlerine takdimini oldukça kolaylaştırır. Muda (israf), mura (üretkenlik ve kalite eşitsizliği) ve muri'nin (makine, yönetici ve üretim ortakları sayısının aşırı artması) gerilemektedir. Süreçler hacim içinde birleştirildiğinde ve karıştığında, çalışanlara artık aşırı yüklenilmemektedir, müşterilere yapılan zamanında teslimatlar daha iyi hale gelir ve üreticiler, muda, mura ve muri azaltıldığında maliyeti düşürür (Hill, 2012: 160).

Geleneksel olarak, heijunka tablosu hücrenin "pacemaker" operasyonunun yakınına yerleştirilir. Pacemaker, hücrenin çalışma ritmini kontrol eden bir noktaya yerleştirilen ve süreçleri akış yukarı çeken bir üretim programıdır; örneğin, ürünlerin müşteriye gönderildiği son operasyona yerleştirilebilir. Bu noktadan her gün, üretilmesi gereken miktarlar ve kodlar takt-zamanına göre ayarlanır, kanban etiketleri

daha sonra bu bilgiyi akış yukarı süreçlerden ürün sipariş etmek için kullanır (Chiarini, 2011: 104).

Aşağıdaki örnekte takt zamanı 66 saniyedir ve paketleme miktarı 25 ürün olduğu için 27,5 dakikalık adımlarla sonuçlanmaktadır. Beş ürünün her biri için talep, geçmiş verilere dayanılarak hesaplanmıştır. Üretim sırasını belirlemek için ilk adım, günlük ihtiyaçları ve paketleme miktarlarını bölerek Kanban sayısının hesaplanmasıdır. Tüm ürünler arasında asgari bir oran formüle ederek, üretim sırası tanımlanabilir ve bir heijunka kutusu aracılığıyla iletilebilir.

Çizelge 4: Üretim sırasının belirlenmesi için talep verilrinin analizi

ürün	A	B	C	D	E
Günlük Gereksinim	300	200	200	50	50
Paketleme miktarı	25	25	25	25	25
# kanban	12	8	8	2	2

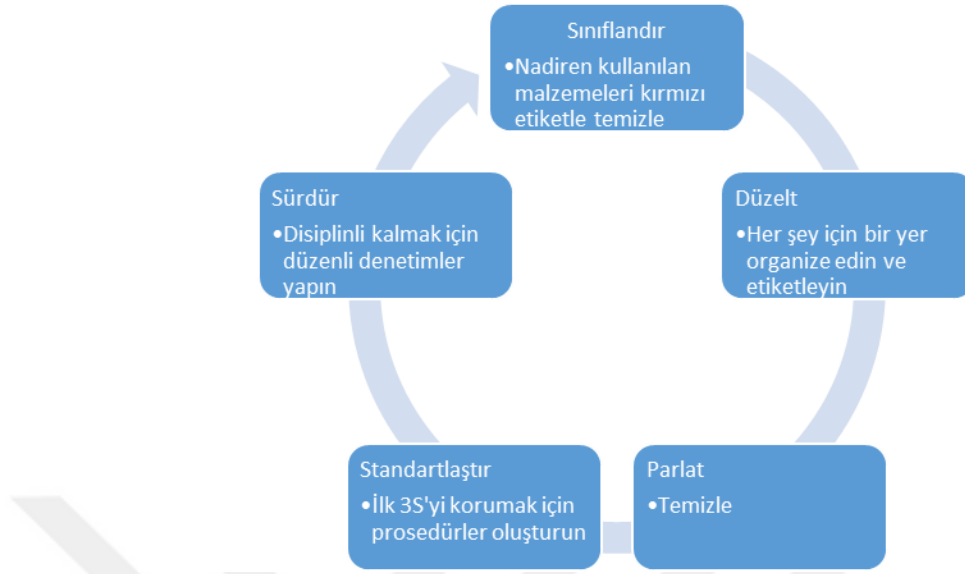
1.6.6. 5S

Üretim sürecinde israfların giderilmesi için en güçlü Yalın tekniklerinden biri de 5S tekniğidir. 5S'deki maddelerin (hepsi S ile başlayan orijinal Japonca kelimelerden oluşur) her birinin kısa bir açıklaması aşağıda verilmektedir (Byrne, 2013, 110):

1. Seiri, veya ayıklama; ihtiyaç duyulmayan her şeyi atmak;
2. Seiton, veya düzenleme, düzen yaratıp bunu sürdürmek;
3. Seiso, veya temizleme; temizlemek;
4. Seiketsu, veya standartlaştırma; ilk üç S'yi sürdürmek için kurallar oluşturmak;
5. Shitsuke, veya disiplin; ilk dört S'nin disiplinini devam ettirmek.

Hareket eden nesnelerdeki hareket israfını gidermek ve alet ile malzemeleri aramak için gereksiz sarfıyatı ortadan kaldırmak anlamına gelen 5S'deki ilk S'nin temel amacı “bulutların” temizlenmesidir. 5S'in diğer bileşenleri, daha sonraki Yalın uygulama aşamalarında oldukça önemli olan disiplinli çalışma alışkanlıklarını geliştirmeyi amaçlar (Liker ve Meier, 2006: 64).

Şekil 6: 5S süreci



Zamanla, bir şirketteki tesisler ve ofislerde çeşitli çerçöp birikebilir. Tesisteki çerçöp, gereksiz yarı mamul (WIP) stokları, kusurlu stokları, gereksiz aletleri, araçları ve önlemleri, kalitesiz yağı ve gereksiz kartları, ekipman, masa vb. gereksiz parçaları içerir. Bir ofiste, gereksiz belgeler, raporlar ve kırtasiye ürünleri de çerçöp oluşturur. 5S, gerekli malzemeleri gerekli sürede gerekli miktarda kullanabilmek için tüm bu çerçöpün temizlenmesi işlemidir. Sözü geçen hedefleri gerçekleştirmek için aşağıda verilen muda veya israflar azaltılmalıdır (Monden, 2012: 198):

- Aşırı kurulum süresi: Bir sonraki operasyon için kurulumu gerçekleştirmek amacıyla gerekli olan kalıpları, aletleri veya araçları aramak zaman alır. Kurulum süresi, belirli bir kurulum işlemi için gerekli malzemeleri önceden düzgün bir şekilde düzenleyerek azaltılabilir veya ortadan kaldırılabilir.
- Arızalı malzeme / ürünler: Arızalar temiz bir tesiste belirginleşecektir.
- Dağınık çalışma alanları: İşyerindeki temizlik ve düzen operasyonların verimliliğini artırır. Etraftaki gereksiz maddeler ortadan kaldırıldıktan sonra ürünlerin taşınması daha kolay olur. Temiz olan işyerinde işçi moralleri yükselir ve böylece katılım oranı artar. Buna ek olarak, temiz bir tesis problemleri azalttığından, tesiste mevcut çalışma süresi de artacaktır.
- Teslimat sürelerinin kaçırılması: Ürünleri tam zamanında teslim edebilmek için, ürünleri üretmek amacıyla gerekli insan gücü, malzeme ve tesisler gibi

girdilerin akışı sorunsuz olmalıdır. Gerekli birimlerin eksikliği temiz bir tesiste daha fazla görünür hale geleceğinden, gerekli malzemeleri tekrar doldurma emirleri daha verimli hale gelecek ve malzeme beklemede daha az zaman harcanacaktır.

- Emniyetsiz koşullar: Yanlış istiflenmiş yükler, zeminde yağ vs. işçilerin kaza geçirmesine neden olabilir ve belki de stoğa zarar verebilir, maliyetleri artırabilir ve ürün teslimatını geciktirebilir.

5S'nin hedeflerinden biri, tüm çalışanlara sorunların görünür kılınması olduğundan, 5S'nin uygulanması Görsel Seiri veya kırmızı bir etiket projesi ile başlar. Projenin kapsamına (tesisat seviyesi veya işyeri seviyesine) bağlı olarak, kırmızı bir etiket projesi, atölye zeminindeki gereksiz parçaların tespiti ve çıkarılması amacıyla altı adımdan oluşur. Kırmızı etiket projesinin tamamlanmasının ardından bir sonraki adım, kolayca tanınabilmeleri için, atelye zemininin neresinde, ne çeşit ve sayıda malzemenin bulunduğunu göstermektir. Görsel Seiton, çalışanlara alet ve materyalleri kolaylıkla tanıma, alma ve daha sonra onları kullanım noktasına yakın bir yere geri götürme olanağı sağlar. Gösterge plakaları, konum kolaylığını sağlamak ve gerekli malzemelerin alınmasını kolaylaştırmak için kullanılır. 5S'deki son üç kavram birbiriyle yakından ilişkilidir. Tesis içini düzenli tutmak için Seiso, temizleme faaliyetlerini standartlaştırmaya yarayan Seiketsu'ya bağlıdır. Shitsuke, işçilerin Seiso ve Seiketsu faaliyetlerine sürekli katılmaları için onları motive etmek için kullanılan yöntemdir (Monden, 2012: 200-216).

5S programı için bazı pratik uygulama talimatları şunları içerir (Hill, 2012: 14):

- Gelişimi teşvik etmek ve dosyasını oluşturmak için işlem öncesi ve sonrası fotoğraflarını çekin;
- Aletleri ve kullanım kılavuzlarını kullanım noktasına yakın yere yerleştirin;
- Geniş girişli ve sık derinlikli depolama alanlarını tasarlayın;
- Zeminde yer kazanmak için duvarda depolama alanları düzenleyin;
- Parçaları görülebilir ve erişimi kolay yerlere yerleştirin;
- Benzer parçaları beraber, farklı parçaları ayrı yerlerde saklayın;
- Parçaları birbirleriyle karıştırıp kümelemeyin. Mümkünse askılar veya raflar kullanın;

- Küçük parçaları düzenlemek için küçük kutuları kullanın;
- Öğeleri hızla tanımlamak için renk kullanın;
- Görünürlüğü artırmak için öğeleri ve saklama alanlarını açıkça etiketleyin;
- Görünürlüğü artırmak için transparan / şeffaf kapaklar ve kapılar kullanın;
- Görüşe, harekete ve nakliye engeli teşkil edebilecek tüm gereksiz kapıları, duvarları ve diğer engelleri kaldırın
- Aletleri, teçhizatları ve ölçüm cihazlarını düzenlemek, taşımak ve saklamak için kartları kullanın.

5S'nin etkili olabilmesi için günlük olarak tatbik edilmesi gerekir. Sadece 5S'i bilmek, onu sürdürmek için yeterli değildir, 5S çalışanlarda alışkanlık haline gelmelidir. 5S programının faydalarının farkındalığı beş aşamadan geçmektedir (Hill, 2012: 14):

- 1. Aşama: Temizlik - İnsanlar, başlangıçta 5S'nin sadece çalışma alanını temizlediğini düşünebilirler. Çalışma alanının temizlenmesi iyi bir uygulamadır, ancak bu sadece 5S'nin başlangıcıdır.
- 2. Aşama: Standart - İnsanlar, 5S'nin amacının temiz çalışma sürecini daha standart hale getirmek olduğunu anlar. Bu da eşyaları bulmayı kolaylaştırır, çünkü her şey her zaman aynı yerde bulunur.
- 3. Aşama: Geliştirilmiş - İnsanlar, 5S'in işin nasıl yapıldığını sürekli olarak geliştirmeye yönelik olduğunu anlamaya başlar. 5S, çalışma yerlerini her zaman organize etmenin daha iyi yollarını aramaları, işi basit, görünür ve hataya karşı korumaları hususunda insanları yönlendirmektedir.
- 4. Aşama: Görünürlük - 5S'in yapılan işlerin daha fazla görünür hale gelmesiyle ilgili olduğunu insanlar anlar, böylece çalışanlar işlerine odaklanabilirler. Görsel bir çalışma alanı, çalışanların ve denetçilerin sistemin mevcut durumunu bilmelerine yardımcı olan ipuçları sağlar ve herhangi bir şeye derhal ihtiyaç duyulup duyulmadığını hızlı bir şekilde gösterir.
- 5. Aşama: Disiplinli Olmak - İnsanlar, işin nasıl yapılacağına dair 5S'in disiplinli zihniyetini benimser ve yaptıkları her şeye uygularlar.

1.6.7. Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi - SMED

Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi, kurulum süresini tek bir basamağın altına düşürmek için kullanılan yalın bir üretim metodolojisidir (örneğin, 10 dakikadan az). Aynı zamanda Tekli Dakikalarda Kalıp Değişimi ve hızlı değişim olarak da adlandırılır. Bu terim 1950'lerde ve 1960'larda Shigeo Shingo tarafından oluşturulmuştur. Bu terim, hızlı değişimler ve hızlı kurulumlarla eş anlamlı olarak kullanılır. Değişim zamanı, bir siparişin son iyi parçasından bir sonraki siparişin ilk iyi parçasına kadar geçen zamandır. Bu zamanın tek haneli olması gerekmezken, genellikle hedef değer olarak kullanılır (Hill, 2011: 330). Kurulum süresi genellikle aşağıdaki dört işlevden oluşur (Shingo, 1989: 47):

- Malzeme, kalıp, alet ve demirbaşların hazırlanması – 30%
- Kalıplar ve aletlerin kenetlenmesi ve çıkarılması – 5%
- Aletlerin boyutlarının ortalanması ve belirlenmesi– 15%
- Deneme işleme ve ayarlama– 50%

Metodu ayrıntılı bir şekilde açıklamaya başlamadan önce bu metodun Yalın üretim sistemi içerisinde bu kadar önemli olmasının nedenleri açıklanmalıdır. Süreç gecikmeleri, bir değer akışındaki üretim süreci basamakları arasındaki dengesizlikler ve istikrarsızlıkların bir sonucu olarak ortaya çıkar ve bu nedenle, tüm değer akışının verimliliği üzerinde olumsuz bir etki yapar. Bu tür olaylara verilen genel tepki, olumsuz etkilerin azaltılması amacıyla stok oluşturmaktır. Bu strateji, üretim süreçlerinin istikrarına bir ölçüde yardımcı olsa da, aynı zamanda altta yatan sorunları ve gerçek kök nedenlerini de saklamaktadır. Parti halinde parça üretiminin neticesinde partideki tüm parçalar elde edilir ancak partideki tüm parçalar işleninceye kadar işlenmiş veya işlenmemiş bir durumda yarı mamul (WIP) stoğu şeklinde geciken, işlemde bekleyen parça hariçte kalır. Gecikmelerini telafi etmek için şirketler daha büyük partiler halinde üretmeyi seçer. Örneğin, kalıp değiştirmenin dört saat sürdüğü ve bir ürün parçasının işletilme süresinin bir dakika olduğu zaman, parti büyüklüğünü artırarak görünen işletme süresi önemli ölçüde azaltılabilir (Shingo, 1989: 35). Sayısal sunum aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5: Kurulum süresi ve parti büyüklüğü arasındaki ilişki - I

Kurulum süresi (I)	Parti büyüklüğü (II)	Ana çalışma süresi (III)	Çalışma süresi (III*(I*60/II))
4 saat	100	1 dak	3.4 dak
4 saat	1000	1 dak	1.24 dak
4 saat	10000	1 dak	1.024 dak

Yukarıdaki tabloda verilen sonuçlar, parti büyüklüğünün 100 parçadan 1000 parçaya çıkartılması yoluyla işlem süresinin kısaltıldığını gösterir. Kurulum süreleri büyük olduğunda üretilen partinin büyüklüğünün de büyük olması gerektiği sonucunu çıkarabiliriz. Ancak bu politika, stok maliyetinde meydana gelen artış ve ürünlerin zamanla geçersiz ve talep görmez hale gelmelerinden kaynaklanabilecek muhtemel zararları göz ardı etmektedir. Dahası, müteakip analizler yapıldığında, uzun süren gecikmelerin, büyük partilerin dahil edilmesiyle bile üretim döngü süresini önemli ölçüde uzatmakta olduklarını göstermektedir.

Çizelge 6: Kurulum süresi ve parti büyüklüğü arasındaki ilişki –II

Kurulum süresi (I)	Parti büyüklüğü (II)	Ana çalışma süresi (III)	Çalışma süresi (III + (I*60/II))	Oran (%)	Oran (%)
4 saat	100	1 dak	3.4 dak	100	
4 saat	1000	1 dak	1.24 dak	36%	100
4 saat	10000	1 dak	1.024 dak	30%	83%

Kurulum süresi (I)	Parti büyüklüğü (II)	Ana çalışma süresi (III)	Çalışma süresi (III*(I*60/II))	Oran (%)	Oran (%)
8 saat	100	1 dak	3.4 dak	100	
8 saat	1000	1 dak	1.24 dak	26%	100
8 saat	10000	1 dak	1.024 dak	18%	71%

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra, maddi imkânlar açısından sınırlı olan Toyota'nın daha zengin olan Amerikan üreticileriyle rekabet edebilmesi için yeni bir alternatif bulunması gerekiyordu. En basitinden, Toyota'nın ne Amerika'nın rekabetine ayak uyduracak finansal kaynağı ne de çok sayıda makine alacak yatırımı vardı. Yüksek miktarda stok bulunduracak bir halde değillerdi ve beraberinde bu durumu sağlayacak müşteri talepleri de yoktu. Taichi Ohno'ya göre bu bir çözüm değildi. Onun fikri, basit kalıp değiştirme teknikleri geliştirmek ve kalıpları sık sık değiştirmek – kalıpları konumdan çıkarmak ve tekrar koymak için silindirleri ve basit ayar mekanizmalarını kullanarak - bir ya da üç ayda bir değiştirmeye karşı iki ya da üç saatte bir değiştirmek. Ohno, bir makinenin kurulum süresini önemli ölçüde

azaltarak geniş partilerin işlenmesinin avantajının kaybolacağını kavramıştır. Bu hızlı kalıp değişikliklerinin azaltılmasının nihai sonucu beklenmedik bir durumdu. Stok taşıma maliyetlerinin ve kusurlu üretim miktarlarının azalması nedeniyle büyük hacimli bir parti yapmaktansa küçük partiler yapmak, aynı zamanda ani talep değişikliklerine cevap vermeyi kolaylaştırmıştır. (Womack, Jones ve Roos, 1990: 52).

Çizelge 7: Kısa kurulum süresinin toplam çalışma zamanı üzerine etkisi

Kurulum süresi (I)	Parti büyüklüğü (II)	Ana çalışma süresi (III)	Çalışma süresi (III+(I/II))	Oran (%)	Oran (%)
20 dak	100	1 dak	1,20	100	
20 dak	1000	1 dak	1,02	85%	100
20 dak	10000	1 dak	1,00	84%	98%

Shigeo Shingo, 1950'lerde Toyo Kogyo fabrikasında iken üretim süreçlerini inceleyerek ve tekli dakikada kalıp değişimleri yönetim hedefini yakalamaya çalışırken, 800 tonluk bir preste kalıp değişiminin bir noktada bir vidanın eksikliği nedeniyle geciktiğini fark etti. Bu durum, kendisinin iki tür kurulum işlemi arasında ayırım yapmasına neden oldu (Shingo, 1989: 44):

- İç kurulum - Yalnızca makine durduğunda yapılabilen kurulum işlemleri, kalıpların takılması veya çıkarılması gibi ve
- Dış kurulum - Makine çalışırken tamamlanabilen (örneğin kalıpları depodan veya depoya taşımak gibi) kurulum işlemleri.

Shingo bir adım daha ileri gitti ve dört aşamadan oluşan aşamalı bir kurulum geliştirme yaklaşımı yarattı:

1. Birinci Aşama - Bu ilk aşamada, SMED metodolojisi mevcut kurulum sürecini incelemektedir. İç ve dış kurulum arasında hiçbir ayırım yapılmaz.
2. İkinci Aşama - SMED'in uygulanmasında en önemli aşama budur. İç ve dış kurulum işlemlerinin ayrılmasını içerir. Bu sınıflandırma, mevcut yönteme dâhil edilen aynı işlemleri ve süreyi, bir diğer deyişle, herhangi bir özel işlemi geliştirmeksizin hesaba katar.
3. Üçüncü Aşama - Hedef, iç kurulum olarak gerçekleştirilen faaliyetlerden herhangi birinin dış kurulumla dönüştürülüp yüklenemeyeceğini belirlemek için mevcut kurulumu analiz etmektir. Örneğin, makine çalışırken bir döküm

kalıbının önden ısıtmak, iç kurulum sırasında erimiş metal “deneme atımlarıyla” kalıbın ön ısıtmaya olan ihtiyacını ortadan kaldırır.

4. Dördüncü aşama - İç ve dış kurulum işlemlerinin iyileştirme için ilave fırsatların incelenmesi. Bu aşama hem iç hem de dış tüm kurulum işlemlerini iyileştirmeye çalışır, böylece süre kısılır veya mümkünse bazı işlemleri tamamen ortadan kaldırılır.

Son olarak, Shingo, kurulum süresinin azaltılması için uygulanması gereken sekiz SMED tekniği önermiştir (Shingo 1986: 46):

1. İç ve dış kurulum işlemlerini birbirinden ayırın;
2. İç kurulumu dış kurulumla dönüştürün;
3. Şekilleri değil işlevleri standartlaştırın;
4. Fonksiyon separatörleri kullanın veya bağlantı elemanlarını tamamen ortadan kaldırın;
5. Ara parçalar kullanın;
6. Paralel işlemleri kabul edin ve
7. Ayarlamaları ortadan kaldırın.

1.6.8. Toplam Üretken Bakım ve Otonom Bakım

1970'lerde Nakajima, Japonya'da Toplam Üretken Bakım'ı (TPM) geliştirdi. TPM, Toyota'nın iyileştirme sürecinde yer alan yeni bir bakım yönetimi felsefesi idi. Nakajima, önleyici bakım teorilerini toplam kalite konseptiyle birleştirmiştir. Sonuç olarak, Nakajima, TPM anahtarlarından biri olan Toplam Ekipman Verimliliğini (OEE) geliştirmiş bulunmaktadır (Santos ve diğerleri, 2006: 109):

- Toplam ekipman verimliliğini en üst düzeye çıkarın. Bu, altı büyük kaybın (arıza, kurulum ve değiştirme, zaman harcayan küçük duraklamalar, azaltılmış hız, kusurlar ve yeniden işleme ve başlangıç kayıpları) ortadan kaldırılmasıyla yapılır.
- Otonom bakım uygulaması: "Ben çalıştırdım, sen tamir et" zihniyetini ortadan kaldırmak için yapılır.

- Koruyucu mühendislik: Ekipmanın bakım yapılabilirliğini arttırmak için bakım işlemlerini yerine getirme ihtiyacından kaçınmaktır.
- Bakım geliştirmeleri için işçilerin eğitimi: Makineleri çalıştıran işçiler, arızaları ortadan kaldırarak veya onarımları hızlandırarak ekipman kullanılabilirliğini artırmak için yöntemler önermelidir.
- İlk ekipman yönetimi: Bu, makine kurulum işleminden kaynaklanacak olumsuz etkileri önlemek için yapılır.

Makinelerin günlük bakımları ve periyodik muayeneleri o makineleri çalıştıran işçiler tarafından gerçekleştirilmektedir. Toplam verimli bakım için üst yönetimin bakım faaliyetlerini stratejik bakış açısıyla ele alması gerekmektedir. Toplam verimli bakımda hedef, makine arızasına bağlı olarak sıfır duraksamadır. Bu nedenle de her bir makine için önleyici bakım planları oluşturulmalıdır (Yüksel, 2013: 195).

Otonom bakım, toplam üretken bakımın temel bir unsurudur. Arızalar, hız kaybı ve kalite kusurları gibi ekipmana bağlı kayıplar, bu tür kayıplara yol açan şu anormal koşullara dikkat edilerek önlenabilir: Yağlama yetersizliği, kir veya üretim yan ürünlerinden birikmesinden kaynaklanan aşırı yıpranma, gevşemiş ya da yerinden çıkmış vida vb. durumlar. Otonom bakım, bu tür kayıpları önlemek için en uygun koşulların sağlanmasına odaklanır ve kesintileri ve sürekli akışın bozulmasına neden olan kalite sorunlarını azaltmada etkili olduğu kanıtlanmıştır. Otonom bakım süreci, tam olarak uygulanmasını sağlayan ve aşağıda sıralanan yedi adımdan oluşan özel bir metodolojiye sahiptir (Tapping ve diğerleri, 2002: 63):

1. Ekipmanın temizlenmesi ve muayene edilmesi;
2. Kirlenme kaynaklarının ortadan kaldırılması;
3. Bileşenlerin yağlanması ve temizlenmesi ve yağlama için standartların oluşturulması;
4. Operatörlerin alt sistemlerin genel denetimini yapmaları için eğitilmesi;
5. Düzenli olarak genel denetimlerin yapılması;
6. İşyerinde yönetim ve kontrolün oluşturulması;
7. Gelişmiş iyileştirme faaliyetlerin uygulanmasıdır.

Kullanıcı bakım emirleri otonom bakımın geliştirilmesinde en önemli unsur olup, işçilere denetlenmesi gereken tüm unsurların tam yerini ve gerçekleştirilmesi

gereken görevleri belirtir biçimde basit ve grafiksel olarak temsil edilmelidir (Santos ve diğerleri, 2006: 107).

1.6.9. Görsel Kontrol

Görsel kontrol, tüm aletlerin, parçaların, üretim faaliyetlerinin ve üretim sistemi performansının göstergelerinin düz bir şekilde yerleştirilmesi olarak tanımlanabilir; bu nedenle, sistemin durumu müdahil olan herkes tarafından bir bakışta anlaşılabilir (Womack and Jones, 2003: 427). Görsel kontrol, görsel incelemeyle, sorunların ve israfların olduğu alanları tespit etmeyi ve keşfetmeyi mümkün kılar. Görsel kontrolün amacı yalnızca üretim ve stok anormalliklerini yönetmektir. En popüler görsel kontrol araçlarından biri olan ve genellikle "alarm ışıkları" kullanan sistem, andon sistemidir. Bu ışıklar bir faaliyetin yanlış gittiğini işçilere göstermek veya onları uyarmak için kullanılır. Andon ayrıca maddi eksiklikleri tespit etmek için de kullanılabilir. İşçi, ışığı açarak iş denetleyicisinin hatta sorun yaratan noktanın tam olarak nerede bulunduğunu bilmesine olanak verir. (Santos ve diğerleri, 2006: 189). Daha önce Jidoka konusunu anlatırken andon uygulamasının bir örneği verilmiştir. Görsel kontrolün diğer örnekleri arasında çekme sisteminde hangi araçların eksik olduğunu veya çalışmayı durdurduğunu açıkça ve hızlı bir şekilde gösteren bir gölge panosu bulunur.

1.6.10. Tedarikçi Ağları ve Tedarikçi Yönetimli Envanter

Tedarikçi desteği, yalın üretimin başarısı için gereklidir. Tedarikçilerin sadece güvenilir olmaları değil aynı zamanda üretimleri de tedarik ettikleri müşterinin ihtiyaçlarıyla senkronize hale gelmiş olmalıdır. Toyota bunu anlamış ve belirli bir tedarikçi grubu ile güçlü ve uzun vadeli iş ilişkileri geliştirmiştir. Toyota Şehri'nin etrafını - yaklaşık 50 kilometre yarıçapında - günde birkaç kez teslimat yapan tedarikçi tesisler çevrelemiş bulunmaktadır. Motorlar ve transformatörler gibi hacimli parçalar her 15 veya 30 dakikada bir teslim edilmekteydi. Sıkı kalite standartlarına uyan tedarikçiler, gelen malların mal kontrolünden muaf olabiliyorlardı. Bu da demek oluyordu ki mallar sayımı, denetimi, etiketlenmesi veya stoklaması yapılmadan direk olarak montaj hattına veya kullanım alanına getirilebiliyorlardı. Kendilerini Yalın hale getirmeden Yalın bir müşterinin taleplerini karşılamayı deneyen tedarikçiler, stoklama

ve aşırı yüksek üretim ve nakliye maliyetleriyle baş etmek zorunda kalmışlardır (Russel ve Taylor, 2011: 739).

Başlangıçta birçok tedarikçi Toyota'ya istediği zamanda, istediği miktarda ve istediği parçaları almasına olanak verecek ve birincil amacı sistem vasıtasıyla stoğu minimuma indirmek olan Toyota Üretim Sistemini ulaşılamaz bir hedef olarak algıyordu. Tedarikçiler, Toyota'nın hangi ürünleri ve hangi miktarda alacağını önceden bilmediklerinden Toyota talebini karşılamak için çok miktarda stok tutmaya zorlanmıştı. Bununla birlikte, gerçekte Toyota'nın aylık üretim planları önceden duyurulmaktaydı ve dolayısıyla Toyota aylık bazda tedarikçilerden seviyeli miktarlarda parça ve malzeme almaktaydı. Bu sırada, bu durum aynı zamanda son derece küçük partiler ve sık sık teslimat talepleri kaçınılmaz değişikliklerle birleştiğinde bağlı şirketlerin ve tedarikçilerin Toyota talebine hızlı yanıt verebilmeleri için kendi üretim sistemlerini geliştirmeleri gerektiği anlamına geliyordu. Bu durum, hem Toyota Motors hem de tedarikçilerini kapsayan kapsamlı bir sistem yaratılmasının Toyota'nın kendi tesislerinde gerçekleştirdiği uygulamanın 20 yıl ardından, neden yaklaşık 10 yıl sürdüğünü açıklamaktadır. Kendi üretim sistemlerinin iyileştirilmesinden sonra tedarikçiler ve bağlı kuruluşlar önemli ölçüde daha yüksek karlar elde etmeye başlamışlardır. (Shingo, 1989: 197).

Yalın tedarikin üzerine inşa edildiği temel ilkeler şunlardır (Russell ve Taylor, 2011: 740):

- Uzun vadeli tedarikçi sözleşmeleri;
- Senkronize üretim;
- Tedarikçi belgelendirmesi;
- Karışık yükler ve sık teslimatlar;
- Eksiksiz ve dakik teslimat programları;
- Standardize ve sıralı teslimat
- Müşteriye yakın yerlerde bulunmak.

Satınalma ve tedarikçi lojistiği alanında yukarıda açıklanan çizgiyi takip eden ve hatta geliştiren yeni bir konsept Tedarikçi Yönetimli Stoklama (VMI) kavramıdır. VMI, tedarikçinin stok yenileme sorumluluğunu üstlendiği bir tedarikçi-müşteri

ilişkisidir. Geleneksel bir tedarikçi-müşteri ilişkisinde, müşteri kendi stok konumunu değerlendirir ve bir yenileme siparişine ihtiyaç duyulduğunda tedarikçiye (satıcıya) bir sipariş gönderir. VMI ile tedarikçi sadece mal tedarik etmez, aynı zamanda stok yönetimi hizmetleri de sunar. Tedarikçi-müşteri sözleşmesi genellikle tedarikçiyi müşterinin stok seviyelerini korumakla sorumlu kılar. VMI'nin çalışabilmesi için, müşterinin stok verilerine tedarikçi tarafından erişilmesi gerekmektedir (Hill, 2012: 379).

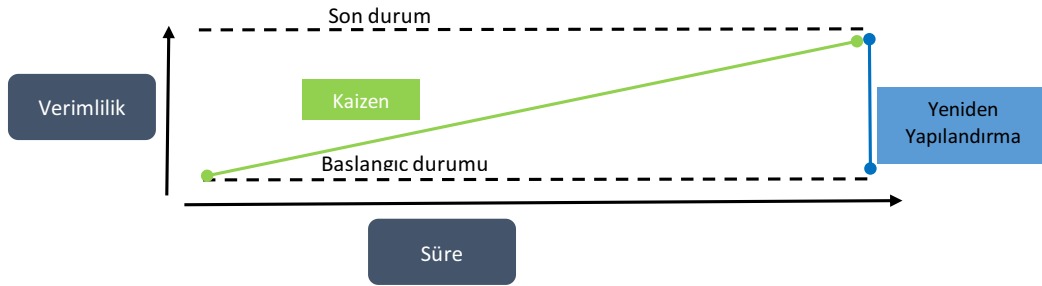
VMI genellikle tedarik zinciri işbirliğinin ayrılmaz bir parçasıdır. Tedarikçi, tedarik zinciri üzerinde daha fazla kontrole sahiptir ve alıcı, idari görevlerden kurtulur ve böylece tedarik zinciri verimliliğini artırır. Hem üreticiler hem de distribütörler artan işlem hızından yararlanır ve iletişimler bilgisayardan bilgisayara EDI veya Internet üzerinden yapıldığından daha az veri giriş hatası oluşur. Sorumluluk üreticilere kaydırıldığından distribütörlerin depolarında daha az stok olur, planlama ve sipariş maliyetleri düşer ve distribütörlerin doğru ürüne doğru zamanda sahip olması nedeniyle hizmet geliştirilir. Üreticiler, tahmini daha kolay hale getiren distribütörlerin satış noktası verilerinden faydalanır (Russel ve Taylor, 2011: 459).

1.7. KAIZEN

Yalın üretim sistemlerinin temelinde yer alan mükemmellik ve iyileştirme arayışı, hiç bitmeyen bir arayıştır. Bu felsefe Kaizen olarak tanımlanan bir felsefedir. Japonca'da Kai, Değişim ve Zen, daha iyi anlamına gelmektedir. Bu iki kelimenin birleşmesi ile oluşan Kaizen, herkesi kapsayan sürekli iyileşmeyi ifade etmektedir. Sürekli iyileştirmenin temelinde de; özellikle işçiler tarafından gerçekleştirilen sürekli ve küçük iyileştirmeler bulunmaktadır (Yüksel, 2013: 269). İngilizce çevirisi genellikle kesintisiz (veya sürekli) iyileştirme işlemidir. Kaizen felsefesine göre, bir organizasyon içindeki herkes iyileştirme yapmak için birlikte çalışmalıdır. Bu, bir organizasyonun tüm sistem ve süreçlerinde israfların ortadan kaldırılmasına odaklanan kesintisiz bir sürekli gelişim kültürüdür (Hill, 2011: 182). Kaizen'in iki seviyesi vardır; birincisi, genel değer akışına odaklanan sistem ya da akış kaizeni ve ikincisi bireysel süreçlere odaklanan süreç kaizenidir.

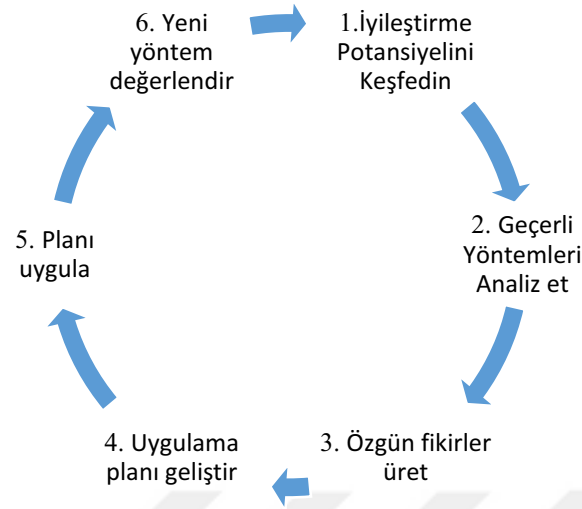
İşletmeler genelde iki farklı iyileştirme kullanır: Çalışma biçiminde bir devrimi öngören iyileştirmeler ve yine çok önemli olan ancak daha az yatırımla daha az kazanç elde etmeyi öngören iyileştirmelerdir. Üretim sistemlerinde, evrimsel ve devrimci değişim, ürün ve süreç yenilikleri ile desteklenmektedir. Evrim, hem ürün hem de süreçte sürekli geliştirmelerden oluşmaktadır. Kaizen faaliyetlerinin öncüsü olarak bazen hızlı ve radikal bir değişim süreci kullanılır. Bu radikal değişim, Japonca'da kaikaku olarak geçer. Bu devrimler, sürecin yeniden yapılanması ve büyük bir ürünün yeniden tasarımı gibi metodolojilerin kullanımı ile gerçekleştirilmektedir. Bu tür yenilikler büyük yatırımlar gerektirir ve birçok durumda, süreç otomasyonuna dayanır. Süreç sürekli gelişirse, büyük bir değişiklik yapmak için gereken inovasyon çabası azaltılabilir ve Kaizen'in yaptığı şey tam olarak budur. Bazı şirketler standartları karşılama üzerine odaklansa da, bu tür pahalı yenilik süreçlerini azaltmak için küçük geliştirmeler de yapılabilir. Dolayısıyla yenilik süreçleri ve kaizen son derece önemlidir. Aksi takdirde, son duruma ulaşmak için yeniden yapılanma süreci çok pahalı olabilir (Santos ve diğerleri, 2006: 2).

Şekil 7: Sürekli iyileştirme ve Yeniden Yapılanma Kavramı (Santos ve diğerleri, 2006: 2)



Genel olarak, tüm iyileştirme metodolojileri “planla – uygula - kontrol et – önlem al” modelini takip eder ve Kaizen süreci de farklı değildir. Kaizen ile bilimsel veya genel problem çözme yöntemleri arasındaki en büyük fark, Kaizen'de daha fazla özgürlük derecesi ve orijinal fikir üretme üzerine daha fazla vurgu yapılmasıdır. Kaizen iyileştirme eylemleri, aşağıdaki grafikte verilen altı ana aşamayı içermektedir

Şekil 8: Kaizen'in altı adımı (Kato ve Smalley, 2011: 60)



Kaizen sıklıkla, kaizen etkinlikleriyle (kaizen atölyeleri olarak da adlandırılır) gerçekleştirilir ve bu süreç genellikle bir haftadan kısa sürede olan küçük süreç geliştirme projeleridir. Bir kaizen atölyesi, sorunu görünür kılmak için çeşitli yalın araç ve yöntemler kullanır ve daha sonra sorunun kaynağında tanımlanması ve düzeltilmesi için resmi kök neden analizi ve diğer yollar kullanır. Sonuç olarak daha düşük maliyet, yüksek kalite, daha düşük çevrim süresi ve daha iyi ürün ve hizmetler alınabilecek hızlı bir süreç iyileştirmesi şeklinde ortaya çıkar. Tarihsel olarak imalat sanayinde uygulanmış olmasına rağmen, bugün birçok hizmet işletmesi de kaizen uygulamaktadır (Hill, 2011: 182).

Kaizen'in pratik uygulaması belirli bir zihniyetle güçlendirilmelidir. Kaizen'in ön şartı, bireylerin herhangi bir süreci incelemeye ve süreçle ilgili birinci elden gerçekler, veriler elde etmeye istekli olmalarıdır. Japonca'da, buna Genchi Gembutsu denir ya da doğrudan tercümesi "gidip gerçek yerleri ve gerçek nesneleri görmek"tir. Kaizen uygulayıcıları, öncül düşünce veya süreçle ilgili görüşlere kulak asmamalı ve ilgili tüm veriler elde edilene ve bunlar analiz edilene kadar herhangi bir sonuç çıkarmamalıdır. Üçüncü olarak, sürecin çok kapsamlı gözlemlenmesine ihtiyaç vardır ve 5 Neden tekniğinin kullanılması genellikle tavsiye edilmektedir. Son olarak Kaizen uygulaması, başarılı olmak için akıl yürütme ve eleştirel düşünme becerilerini gerektirdiğinden iyileştirme eylemlerine yönelik sakın ve rasyonel bir yaklaşım gerektirir (Kato ve Smalley, 2011: 69-71).

İKİNCİ BÖLÜM

DEĞER AKIŞ HARİTASI

2.1. DEĞER

Bir seri imalat sisteminde değer üretici tarafından tanımlanır. Bu nedenle, ürün çeşitliliğini seri imalatla elde etmek zordur. Müşteri, mavi veya kırmızı bir Model T Ford istese de, üretici, değer arabanın siyah olmasından kaynaklandığını belirlemiştir (Woll, 2003: 20). Bu iş modeli, yüzyılın başında piyasa koşullarına uygun olmuş olabilir, ancak söz konusu model, küreselleşme, ticaret özgürlüğü ve rekabetteki artış nedeniyle geçersiz hale gelmiştir. Değişen piyasa eğilimlerine bir cevap olarak ve kullanıma sundukları sınırlı kaynaklara bağlı olarak, Toyota'da yeni bir üretim felsefesi yaratılmıştır. Toyota, tüm dünyada çok iyi belgelenmiş bir Japon şirketinin başarı hikâyesidir. Kalitedeki mükemmelliği, maliyet düşürmeyi ve pazardaki talebi tam anlamıyla karşılayacak niteliklerde ürettikleri araçlarıyla piyasaya girme konusunda büyük bir üne kavuşmuştur. Toyota, yalın düşünce ilkelerine dayanan yalın bir üretim olan yeni bir paradigmayı ortaya çıkarmıştır.

Yalın düşüncenin tam merkezinde değer kavramı bulunmaktadır. Değer sadece nihai müşteri tarafından tanımlanabilir. Belirli bir zamanda belirli bir fiyata müşterinin ihtiyaçlarını karşılayan belirli bir ürün (mal veya bir hizmet veya genellikle her ikisi) olarak ifade edildiği zaman anlamlı olur. Değer, her seferinde müşteri tarafından tanımlandığı biçimiyle, doğru zamanda ve uygun fiyatla müşteriye sağlanan bir yeterlilik olarak tanımlanmaktadır (Womack and Jones, 2003: 426). Bu tanıma uygun olarak değeri doğru tanımlamak genellikle zordur, bu nedenle değer doğru tanımını yapmak büyük önem arz etmektedir. Yanlış şeyi etkili bir biçimde yapmak tamamen bir israf olur.

Değerin doğru olarak tanımlanabilmesi için üreticilerin müşterilerle iletişim kurmalarının sağlanması, bu iş için yeni iletişim kurma biçimlerinin geliştirilmesi ve ayrıca değer akış üzerinde yeralan firmalar arasındaki ilişkilerin de yeniden düzenlenmesi gerekecektir (Ahmetoğlu, 2007: 4). Yalın düşüncenin başarısı, hızla yeni müşteriler ve yeni satış olanakları bulabilme becerisini geliştirmeye bağlıdır.

Satışların artırılmasında en doğru yaklaşım ise, değerin iyi bir biçimde tanımlanmasıdır. Değer kavramı ile ilgili düşünme aşamasından sonra, yalın işletmeler, ürün ekipleri kanalıyla en iyi çözüme ulaşana kadar değer tanımını tekrar tekrar sorgularlar ve mükemmellik yolunda kalıcı sonuçlar elde etmeye çalışırlar. Değer tanımlamasında öncelikle ürün tanımlanır ve daha sonra belirli özellik ve yetkinlikleri olan bu ürün için üretim sürecinde göze çarpan tüm israflar ortadan kaldırıldıktan sonra kaynak ve emek miktarlarına da bağlı olarak bir hedef maliyet belirlenir. Yalın üretim yapacak işletmeler, önce seri üretim yapan işletmelerin müşterilerine sundukları ürünlerin özelliklerini ve mevcut piyasa fiyatlarını inceler, daha sonra yalın üretim teknikleri ve yöntemlerinin uygulanması durumunda sağlanacak maliyet indirimlerini saptarlar. Bu saptanan hedef maliyet geleneksel üretim yapan diğer şirketlerin maliyetlerinden daha düşük olacağından yalın işletmeciler ürününe yeni unsurlar ve yenilikler ekleyebileceği gibi ek değer yaratmak üzere fiziksel ürüne hizmetler ekleyebilir, dağıtım ve servis ağını genişletebilir ve karları yeni ürünlere yönlendirebilir. (Womack and Jones, 2003: 45-50).

2.2. DEĞER AKIŞI

Yalın düşüncenin ikinci anahtar kavramı değer akışıdır. Değer akışı herhangi bir işletmenin belirli bir ürününü (mal veya bir hizmet ve genellikle her ikisinin kombinasyonu) üç kritik yönetim görevlerinden geçirmek için gereken tüm spesifik eylemlerin bütünüdür. Bunlar kavramdan başlayarak detaylı tasarıma ve mühendislik yöntemleriyle üretimin başlangıcına kadar süren problem çözme görevi, sipariş almadan başlayarak ayrıntılı zamanlama ile teslimata kadar giden bilgi yönetimi görevi ve hammaddelerden başlayarak müşterinin eline bitmiş ürünün gelmesine kadar süren fiziksel dönüşüm görevidir.

Her ürün (veya bazı durumlarda her bir ürün ailesi) için tüm değer akışının belirlenmesi yalın düşüncenin bir sonraki adımı, firmaların nadiren denedikleri ancak neredeyse her zaman muazzam ve şaşırtıcı miktarda muda veya israf ortaya çıkaran bir adımdır (Womack and Jones, 2003: 19). Burada Yalın düşüncenin gücü belirgin hale gelir; çünkü şirketler tarafından gerçekleştirilen eylemler, şirket tarafından değil

müşteri tarafından tanımlanan değer akışları ve değer prizması aracılığıyla analiz edilmektedir.

İç üretim bağlamında, üstlenilen üç operasyon türü vardır (Heines ve Rich, 1997: 47):

- Katma değer yaratmayan (NVA);
- Gerekli fakat katma değer yaratmayan (NNVA) ve
- Katma değer yaratan. (VA).

Bunlardan birincisi saf israftır ve tamamen ortadan kaldırılması gereken gereksiz eylemleri içerir. Örnekler arasında bekleme süresi, ara ürünlerin istiflenmesi ve çift elleçleme sayılabilir. Gerekli fakat katma değer içermeyen işlemler israf olabilir, ancak mevcut işletme prosedürleri uyarınca gereklidir. Örneklere gelince: parçaların alınması için uzun mesafeler yürümek, paketleri açmak ve bir elden diğerine bir alet aktarmak. Bu tür işlemleri ortadan kaldırmak için, işletim sisteminde yeni bir düzen oluşturmak ya da tedarikçilerin ambalajlanmamış malları teslim etmeleri için düzenleme yapmak gibi önemli değişiklikler yapmak gerekmektedir. Böyle bir değişiklik hemen mümkün olmayabilir. Katma değerli işlemler, elle işçilik yoluyla hammadde veya yarı mamul ürünlerin dönüştürülmesini veya işlenmesini içerir. Buna, parçaların alt montajı, hammadde dökümü ve ürün boyama işi dâhildir.

Yalın düşünce metodolojisi, saf israf ve gereksiz eylemler değer akışından bir kere çıkarıldığında, kalan israfların akış, çekme ve mükemmeliyet faaliyetleri uygulanarak asgariye indirilmesi gerektiğini belirtir. Bu işleme yardımcı olan güçlü bir diğer araç, Değer Akışı Haritalama metodolojisidir.

2.3. DEĞER AKIŞI HARİTALAMA

Kısaca, Değer Akışı Haritalama süreci, bir ürünün veya ürün grubunun değer akışında ortaya çıkan tüm faaliyetlerin gösterimi olarak tanımlanabilir (Womack ve Jones, 2003: 426). Değer akışı haritalamasının daha kesin bir tanımı, şu anda ortaya çıkan bilgi ve malzemelerin akışlarını doğrudan gözlemlene, onları görsel olarak özetleme ve daha sonra daha iyi bir performansla gelecekteki bir durumu öngörme gibi basit bir süreç olarak tanımlar (Rother ve Shook, 2009: 2). Bir işlemin "olduğu gibi"

durumunu şeffaf bir şekilde sunması ve olası gelişmelerin etkisini taklit etme kabiliyeti nedeniyle, yalın üretim metodolojisinde temel araçlardan biri olarak yaygın bir şekilde benimsenmiştir.

Geleneksel süreç haritalama araçlarının aksine, değer akışı haritaları sadece malzeme akışlarına değil, aynı zamanda malzeme akışlarını işletleyen ve denetleyen bilgi akışlarına odaklanır. Bu gelişmiş görsel gösterim, bir değer akışı içerisindeki katma değerli adımların belirlenmesini ve katma değer vermeyen adımların veya israfların ortadan kaldırılmasını kolaylaştırır.

Başka bir deyişle, değer akışı haritalama, gelecekteki materyal ve bilgi akışı durumuna ulaşmak için mevcut materyali ve bilgi akışını analiz eder ve bu durumda katma değer yaratmayan faaliyetler azaltılarak ürünün daha hızlı geçişini yapabiliriz ve dolayısıyla müşteriye daha iyi hizmet sağlayabiliriz. Katma değerli etkinlikler, ürünü müşteri için dönüştüren veya geliştiren, dolayısıyla müşteriye olan değeri artıran faaliyetlerdir. Öte yandan, katma değer yaratmayan faaliyetler, kaynakları tüketen, ancak doğrudan ürün veya hizmete katkıda bulunmayan faaliyetler olarak tanımlanabilir. Bunlar, aşırı üretim, iş başında çalışma, fazla nakliye, hurda ve yeniden işleme, boşa harcanmış zaman ve bekleyen insanlar veya ürünler olabilir (Shankar ve Kumar, 2015: 413).

Değer akışı haritalama yöntemi, daha sonra açıklanacağı üzere, otomotiv endüstrisinde ve hatta birçok Orijinal Ekipman Üreticilerinde ve üst düzey tedarikçilerinde mevcut tesis düzenlerini yenileyerek ve mevcut sistemlerde malzeme elleçleyerek, stok kontrolü yaparak, satın alma ve planlamayı kontrol ederek, siparişlerin toplam işlem sürelerini ve mevcut yarı mamul (WIP) stokların düzeylerini azaltmak amacıyla büyük bir etki ile kullanılmıştır. Dahası, değer akışı haritalamasının hem imalat hem de hizmet sektöründe uygulanabileceğini vurgulamak önemlidir. Hizmet sektöründeki akış genellikle hammadde veya bitmemiş materyal akışı değildir; daha ziyade, hem kâğıtta hem de bilgisayar ortamındaki verilerden ve bilgilerden oluşur. Buna ek olarak, değer akışı haritalama, müşteri hizmetleri düzeylerini yükseltmek ve üretim sürelerini azaltmak amacıyla sağlık sektöründe büyük başarı elde etmiştir. Son olarak, değer akışı haritalama, tesis seviyesindeki tek bir değer akışının haritalandırılmasından, genişletilmiş değer akışı haritalaması kullanılarak

Çapraz  irket tedarik zincirlerinin haritalanmasına kadar farklı seviyelerde uygulanabilir.

Değer akışı haritalamanın uygulanması sürekli devam eden bir süreçtir. Bu demektir ki bu uygulama, her geliştirilmiş adım Deming PUKÖ çevresini izleyerek tekrar sorgulanabilir. Ayrıca, değer akışı haritası, hedefler ve performans göstergeleri ile yukarıdan aşağıya, aşağıdan yukarıya doğru stratejik bir  er eve içinde uygulanması gereken bir yöntemdir. Bir PUKÖ bakış açısıyla, değer akışı haritası yönetiminin en önemli dört basamağı şunlardır (Chiarini, 2013: 33):

- Planla: Yalınlığın  nemi konusunda personelin eğitimi ve önemin personele tanıtılmasının yanı sıra stratejik amaçları ve iyileştirme KPI'larını tanımlamak;
- Uygula: Değer akışı haritalaması için bir Değer Akışı Yöneticisi belirleme, işlemleri VSM'ye göre e leme ve yeniden tasarlanan VSM'yi (gelecekteki durum) gerçekleştirme;
- Kontrol et: Yalın Muhasebe'ye göre ekonomik ve finansal sonuçların izlenmesinin yanı sıra KPI'lar ve Yalın Metrikler yoluyla elde edilen sonuçların ölçülmesi;
- Önlem al: Yeni bir VSM ile birlikte yeni amaçlar ve hedefler belirleyerek kuruluştaki herkesle sonuçları paylaşma.

Bir değer akış haritası oluşturmak için, bir kişinin bir ürünü müşteriden tedarikçiye üretim yolunu takip etmesi, malzeme ve bilgi akışındaki her sürecin görsel bir temsilini çizmesi gerekir. Haritayı çizdikten ve bir dizi soru sorduktan sonra, değerin nasıl akacağına ilişkin bir "Gelecek Durum Haritası" oluşturulmalıdır. Bir değer akışı, ürünü son müşteriye sunmak için gereken tüm işlemleri temsil eder.  r n, genellikle hammaddeden nihai üründeki üretim akışı veya konseptten ba latmaya kadar olan tasarım akışı gibi temel iki ana akışa sahiptir ( ran, Zhou, 2011: 2).

2.3.1. Değer Akışı Haritalamanın  nemi ve Amacı

Tarihsel olarak, Kaizen'i veya Altı Sigma'yı tanıtmayı amaçlayan yalın ve kalite girişimlerinin ilk uygulamalardan bazılarında istenen sonuçlar alınamamıştır ve Profesör Satya Chakravorty'nin çalışmasına dâhil edilen kurumsal Altı Sigma girişimlerinin, % 60'ında hayal kırıklığı yaratan sonuçlar vermiştir. Hatta Taiichi

Ohno, çalışmalarının başında israfları görselleştirmekte güçlük çekiyordu; bu da onu, günümüzde Değer Akışı haritalaması olarak bilinen Toyota'da malzeme ve bilgi akışı haritasını geliştirmeye yönlendirmiştir. İşlem bilgisini not alarak, değer akışını çizerek ve daha sonra katma değer ve katma değeri olmayan faaliyetleri tanımlayarak süreci başlatmıştır. Bu süreç daha sonra sadece Toyota'da iyileştirmeler tasarlamak için kullanılan standart değil, operasyonlar için en iyi iş planlama ve geliştirme araçlarından biri olmuştur. Değer akışı haritası şu anda birçok işletme tarafından hem stratejik plan olarak hem de herhangi bir yalın dönüşüm ve uygulamaya bir başlangıç noktası olarak dünya çapında araştırılmaktadır (Shankar and Kumar, 2015: 414). Değer akışı haritalamanın önemli bir özelliği de hem malzeme akışı hem de bilgi akışını içermesidir ki bu da, bilgi akışı ile ilgili bir sorunun üretim için malzeme akışında daralma misali bir olumsuzluk yaratabileceği gerçeğini yansıtmaktadır (Stoller, 2015: 22).

Değer akışı haritalamanın bu denli önemli bir araç olmasının nedenleri şu şekilde özetlenebilir (Rother ve Shook, 2009: 2):

- Üretimde tek işlem düzeyinden daha fazlasını görselleştirmeye yardımcı olur. Akış görülebilir;
- İsraftan daha fazlasını görselleştirmeye yardımcı olur. Haritalama süreci, israfların değer akışında net bir şekilde gösterilmesine yardımcı olur;
- Üretim süreçleri hakkında konuşmayı mümkün kılan ortak bir dil sunar;
- Akışla ilgili verilen kararları açıkça görselleştirir, böylece bu konu tartışılabilir ve olduğu gibi geçmez;
- Yalın kavram ve teknikleri birbirine bağlar;
- Bir uygulama planının temelini oluşturur. Bu, kapıdan-kapıya herşeyin nasıl çalışması gerektiğini göstermekle yapılır ve pek çok yalın çabada eksik kalan bir parçadır;
- Bilgi akışıyla malzeme akışı arasındaki bağlantıyı gösterir ve
- Değer katmayan adımlar, tedarik zamanı, seyahat mesafesi ve stok miktarı vb. kümesini üreten düzen diyagramlarından ve sayısal (niceliği gösteren) araçlardan çok daha kullanışlıdır. Değer akışı haritalaması, bir tesisin akış

oluşturmak için nasıl çalışması gerektiğine ilişkin ayrıntılı bir tanımın verildiği niteliksel bir araçtır.

Değer akışı haritalama aracı da, halen devam eden bir operasyonel veya yönetsel araç olarak ilk yalın uygulamanın ardından kullanılabilir. Geçmişteki Yalın dönüşüm programlarına ve bir değer akışı seviyesinde çapraz fonksiyonlu ekipler temelinde düzenlenen Yalın işletme açısından da bakarak, Değer akışı haritalama araçları dört ana hedef için kullanılabilir. (Apilioğulları, 2013: 100):

- Güvenlik: Değer akış haritası grubunun temel amacı sıfır iş kazası sağlamak ve iş kazalarından kaynaklanan zaman kaybını azaltmak olmalıdır.
- Kalite: Müşteri reddinin nedenlerini, işteki kusur kaynaklarını ve yeniden işlemeyi belirlemek;
- Teslimat: Zamanında teslimat göstergelerini takip etmek ve lojistik başarısızlıkların potansiyel ana nedenlerini keşfetmek;
- Performans: Operasyonların anahtar performans göstergelerini ve kaydedilen eğilimleri sunmada yardımcı olmak.

2.3.2. Değer Akışı Haritalamanın Avantaj ve Dezavantajları

Bir araç olarak kullanılan değer akışı haritalama bir süreç için çok sayıda avantaj sağlar. Birincil fayda, insanların tek bir adım yerine bütün süreci görmelerini sağlamasıdır. Sistemdeki israfların kaynaklarını netleştiren tüm süreç akışı ortaya çıkarılır. Açık süreç akışı ve belirlenmiş israf kaynakları ile akışı iyileştirmek için gereken kararlar da belirgindir. Değer akışı haritalama tekniğinin bir diğer önemli yararı, yalın kavram ve teknikleri birbirine bağlayan üretim sürecinde ortak bir dil sağlayan bir formatı kullanmasıdır (Cudney, 2009: 47).

Üretim sürecini tedarik zincirleri, dağıtım kanalları ve bilgi akışlarıyla ilişkilendirir. Malzeme ve bilgi akışlarını bütünleştirir. Ayrıca üretim planlaması ve talep tahmini gibi üretim kontrolü ve çizelgeleme işlevlerini, imalat sistemi, yani takt zamanı için işletme parametrelerini kullanarak üretim çizelgeleme ve üretim yeri kontrolü ile ilişkilendirir. VSM, üretim akışı analizi, iş sürecinin yeniden mühendisliği ve süreç analizi ve iyileştirmesi gibi malzeme akışı analizi için birkaç tekniği birleştirmeye yardımcı olur (Irani, Zhou, 2011: 2). Bununla birlikte, değer akışı

haritalama, israfları vurgulayan resimleri çizmek için kullanılan basit bir araçtan fazladır. Sürecin bağlı zincirlerini göstermede ve gelecekte yalın değer akışlarını öngörmeye yardımcı olur. Temel değer akışı haritası, iyileştirmeye nasıl yaklaşılabileceğine dair bir felsefedir (Liker ve Meier, 2006: 41).

Öte yandan, Değer Akışı haritalamasında birçok dezavantaj vardır. Aynı üretim rutinleri veya montaj işlemi akışı olmayan birden fazla ürünü haritalamada başarısızdır. Ulaşım ve sıralama gecikmelerini ve kötü tesis düzeni ve / veya malzeme taşıma nedeniyle transfer parti büyüklüklerinde meydana gelen değişiklikleri, çalışma parametreleriyle ve performans üretim sisteminin önlemleriyle ilişkilendirmede başarısız olur. Değer akışı haritalaması, bir ürünün Malzeme Listesinin (Bill of Materials - BOM) tamamı ele alınmaz çünkü bu genelde çok branşı olan ve çok seviyeli bir değer akışı ile sonuçlanır. Değer akışı haritası, kâr, işletme maliyetleri ve stok giderleri gibi değerler için ekonomik bir önlem almakta başarısızdır. Tesis düzeninin mekânsal yapısından yoksun ve bunun üretim hattında, konteyner boyutlarında ve işlemler arasındaki açma frekanslarında her işleme adımında kuyruklar diziliminden oluşan işlemler arası malzeme taşıma gecikmelerini nasıl etkilediğini göstermekten yoksundur. (Irani, Zhou, 2011: 3). Değer akışı haritalamasının temel bir kısıtlaması da, ürünlerin, malzemelerin, kişilerin ve imalat tesislerindeki bilgilerin akışının haritalanması ve analizi için manuel bir yöntem olmasıdır (Rother and Shook, 2009; 2). Bu "kalem-kâğıt" yönteminin kısıtlı olduğu yerler karmaşık bir fabrikasyon montajı veya farklı üretim yöntemleriyle geniş bir bileşim karışımı yapan tipik çok çeşitli düşük hacimli bir tesiste özellikle belirgin hale gelir.

2.3.3. Değer Akışı Haritalamasında Kullanılan Süreç ve Sistem Ölçümleri

Herhangi bir değer akışı haritalama yaklaşımının ilk adımı, genellikle, bir tesise hammadde verilmesi ve bitmiş ürün nakliyesi şeklinde belirli bir başlangıç noktasından bir parçanın veya bir parça gurubunun belirli bir son noktaya akışını göstermektir. Genellikle bir tesise ham madde verilmesinden belirli bir son noktaya bitmiş ürünün sevkiyat akışını göstermektir. Bu haritayı oluştururken, hem bireysel

süreçlerin hem de üretim sisteminin özelliklerini gösteren bir dizi temel istatistik veriler toplanmalıdır.

İşlem özeti verileri için en yaygın kullanılan anahtar göstergeler şunlardır (Rother and Shook, 2009: 15):

- Sürecin mevcut çalışma süresi: Mevcut toplam üretim süresi, öğle molaları gibi planlanan kesinti zamanlarına göre azalmıştır.
- Sürecin çevrim süresi (C / T): Bir ürünün üretilmesi ile bir sonraki ürünün oluşturulması arasında geçecek süredir. Bir üretim ortamında, her bir işlemin döngü süresini takt zamanına indirmek mümkün olması halinde, ürünler tek parça akış sistemine göre üretilir (Womack ve Jones, 2003: 426).
- Süreçteki çalışan sayısı: Süreci işletmek için gerekli olan kişi sayısı.
- Ekipmanın mevcudiyeti: Ekipmanın mevcudiyeti, iki veya daha fazla değer akışı arasında paylaşılan bir ekipmanın eş değerli akıştaki parçaların üretimi için mevcut olduğu zamanın yüzdesidir (Nash ve Poling, 2008: 85).
- Sürecin değişim süresi (C / O): Bir işlemi bir parçadan diğerine değiştirmek için gereken süredir. Tam olarak, eski işlemin son iyi parçasının üretilmesi ile yeni işlemin ilk iyi parçasının üretilmesi arasında geçen zamandır. Değişimler, planlanan çalışma dışı kalma süresi değildir, bir kez mevcut çalışma süresinden çıkarıldıktan sonra gerçek çalışma zamanı hesaplanabilir.
- Sürecin çalışma süresi: Kullanım süresi, operatörün öngörülen görevler için onu kullanması sırasında bir ekipmanın düzgün çalıştığı süre yüzdesidir (Nash ve Poling, 2008: 83). Çalışma süresi, gerçek çalışma süresinin, mevcut işleme üretim süresine bölünmesiyle hesaplanır.
- Sürecin kusurlu üretim oranı: Kusurlu üretim, değer akışının herhangi bir aşamasında hurdaya atılan veya yeniden işlenen bir iş birimidir. Kusurlu üretim oranı, atılan veya yeniden işlenen birim sayısının işlem adımı boyunca işlenen birimlerin toplam sayısına bölünmesiyle hesaplanır (Nash ve Poling, 2008: 88).

- Paket boyutu: Tek bir üretim birimi olarak gruplanan standart ürün miktarıdır. Paket boyutu, parti büyüklüğü ile aynı değildir. Parti boyutu bir partide üretilen paketlerin sayısıdır (King, 2004: 23).
- EPE: Belirli bir süreçte parça gruplarının/partilerin ne sıklıkta üretildiğini tanımlar. Verilen değer, bir süreçte üretilen her ürünün bir üretim süresine sahip olması için geçen süreyi ifade etmektedir (King, 2004: 23).

Sistemin tamamı için özet istatistikleri aşağıdakileri içerir:

- Toplam Çevrim Süresi (TCT - Total cycle time): Bir değer akışındaki her bir işlem için gereken devir sürelerinin toplamıdır. Bu, toplam değer katma zamanı (VAT) olarak da adlandırılır, çünkü bu değer sürecin boyunca akarken malzemenin fiilen içine eklendiği zamandır (Tapping ve diğerleri, 2002: 57).
- Toplam teslimat süresi (TLT – Total Lead Time): Bir ürünün ham madde girişinden değer akışına kadar tam bir ürüne dönüştürülmesi ve müşteriye gönderilmesi için gereken süredir (King, 2004: 23).
- Takt zamanı: Takt, nabız anlamına gelen Almanca bir kelimedir. Esas itibarıyla takt, hattın veya hücrenin nabzıdır. Bu değer akışının talebe ayak uydurmak için çalışması gereken hızdır ve verilen bir süre çerçevesinde net mevcut zaman ve müşteri talebinin bölünmesiyle hesaplanır (Nash ve Poling, 2008: 34).

2.3.4. Değer Akışı Haritalama Yaklaşımı

Değer akışı haritalamanın hedefi ve süreçte kullanılan göstergelerin tanımlanmasından sonra, haritalama sürecinde kullanılan metodolojiye dikkat etmek önemlidir. Değer akışı haritalama işlemi aşağıda sıralanan dört ana adımdan oluşur (Rother ve Shook, 2009: 7):

1. Bir ürün ailesi seçme;
2. Mevcut durum haritasını çizme;
3. Sonraki durum haritasını çizme ve
4. Bir iş planının hazırlanması ve iyileştirmelerin uygulanması.

Daha önce belirtildiği gibi değer akışı haritalaması devam eden bir süreçtir; bu da mevcut durumun ve sonraki durumunun oluşturulması, birbirinin üstüne binen işlemler anlamına gelir. Mevcut durumdayken, sonraki durum için fikirler ortaya çıkabilir veya sonraki durumun planlanması mevcut durum haritalanırken gözlenen bilgileri ön plana çıkaracaktır.

Müteakip operasyonel yaklaşım, değer akışı haritalama işlemine yönelik dokuz basamağı tanımlar. Birincisi, değer akışının seçimi, yani ürün ailesidir. İkinci adım, veriyi toplamadan malzemenin fiziksel akışını yürütmeyi içerir. Üçüncü adım, maddenin fiziksel akışını yürüterek ve mevcut durum haritasının oluşturulduğu dördüncü adıma hazırlık olarak veri toplar. İsrâfları ortadan kaldırmak ve akış oluşturmak için fırsatların belirlenmesi, altıncı adımda sonraki durumun oluşturulmasını sağlayan bir sonraki adımdır. Yedinci ve sekizinci adım, değer akışı iyileştirme planının oluşturulması ve planın uygulanması için ayrılmıştır. Süreç, değer akışının gözden geçirilmesi ve yeni bir haritalama çabası ile neticelenir.

2.3.4.1. Ürün Ailesini Seçme

Değer akışı haritasının oluşturulması, bir ürün ailesi seçimi ile başlar. Bir ürün ailesi, benzer süreç aşamalarından ve akış sürecinde ortak ekipman üzerinden geçen bir ürün grubudur. (Rother ve Shook, 2009: 4). Akış içindeki katma değerli ve katma değer içermeyen faaliyetleri açıkça tanımlayabilmek için işlemi bir ürün ailesine göre ürün ailesi bazında gerçekleştirmek mutlak bir zorunluluktur. Her ürün kendi değerini müşterilere sunmalıdır ve birden fazla ürün akışını aynı anda haritalamak, israf kaynaklarını ve iyileştirme potansiyellerini gizleyebilir.

Yalın düşünce ilkelerinde belirtilen ürün ailesinin tanımlanması, değer akışını müşteri tarafında başlatmakta ve değer akışı genellikle müşteriler tarafından tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, değer akışı müşteri tarafından tanımlanmadığı durumlarda, ürün ailesini/değer akışını seçme sürecinde iki yöntem kullanılabilir (Tapping ve diğerleri, 2002: 27):

- Ürün Miktarı (Product-Quantity - PQ) analizi: Bir şirkette sunulan toplam ürün listesini Pareto çizelgesi olarak görüntüler. Çizelge, toplam ürün miktarının

farklı ürün türleri arasında nasıl dağıldığını gösterir. Varsayım, daha büyük hacimli ürünler iyileştirme için ilk hedeflenen ürünlerdir.

- Ürün Yönlendirme (Product-Routing - PR) analizi: Pareto çizelgesi analiz sonuçları, ürün ailesi belirlenmesinde sonuç vermiyorsa, ürün yönlendirme analizi kullanılır. Ürün-Yönlendirme analizinde hangi ürün veya parçaların benzer süreç yönlendirmelerine sahip olduğunu gösteren bir çizelge kullanılır. Aynı makineler veya işlemlerle aynı sırayla işlenen ürünler, aynı ürün ailesi grubunu oluşturmak için iyi birer adaydır.

Genellikle, değer akışının seçiminde yardımcı olarak üç kriter kullanılabilir. Değer akışında birden fazla parça işleme işlemi, üç hammadde tedarikçisi veya on ikiden fazla işlem aşaması bulunmamalıdır (Tapping ve diğerleri, 2002: 32).

2.3.4.2. Temel Değer Akışı Verilerini Toplama

Ayrıntılı bir ürün ailesi seçimi, üretim süreçleri hakkında genel bir görüntü oluşturması nedeniyle haritalama işlemi sırasında çok yardımcı olabilir. Haritalama işleminden önce önerilen bir diğer adım, müşteriler, tedarikçiler ve değer akışının genel işlemleri hakkında temel verilerin toplanmasıdır. Haritalamadan önce yapılan bir veri toplama anketi örneği aşağıda verilmiştir.

Veri toplama anketi, aşağıdakilerin temelini oluşturan verileri elde eder:

- Takt zamanının hesaplanması, hem müşteri talepleri hem de değerler akışı içinde net mevcut çalışma süresine ilişkin veriler sunar ve
- Mevcut durum haritasının içine bilgi akışlarının çizilmesidir.

Çizelge 8: Haritalama öncesinde bilgi toplama ihtiyaçları (Nash ve Polling, 2008: 31)

Müşteri verileri	Müşteri kimdir? Gerçek müşteri talebi nedir? Birden fazla ürün varsa, karışım nedir? Müşteri ne sıklıkta sipariş verir? Müşteri bir tahmin sağlar mı? Müşteri siparişi ne zaman kesinleştirir? Müşteriye teslimat ne sıklıkta yapılır? Müşteri teslimat penceresi nedir?
Tedarikçi verileri	Tedarikçi kimdir? Ne sıklıkta sipariş veriyorsunuz? Tahmin veriyor musunuz? Tedarikçi ne sıklıkta teslimat yapmakta?
Değer akışı iş verileri	Değer akışında kaç vardiya çalışır? Bir vardiya kaç saat sürer? Kaç mola yapılır ve molalar ne kadar sürer? Molalar sırasında otomatik işlemler duruyor mu? Molalar sırasında manuel işlemler duruyor mu? Vardiya öncesi veya sonrası toplantılar yapılır mı ve ne kadar sürer? Vardiya süresince temizlik planlanmış mı ve ne kadar sürer? Öğle yemeği ücreti ödenmekte mi? Yemek molası ne kadar sürer? Otomatik süreçler yemek molasında duruyor mu? Manule süreçler yemek molasında duruyor mu?
Değer akışı kontrol verileri	Üretimi kim veya ne kontrol eder? Bu kontrol noktası tek bir kişi mi yoksa departman mı? Bu kontrol, farklı departmanlardan gelen bir grup çalışması mı? Üretimi kontrol etmek için otomatik bir sistem kullanıyor musunuz? Otomatik sistem bir MRP veya ERP sistemi midir? Otomatik sistem elektronik tablo dosyalarından mı yoksa raporlardan mı oluşuyor? Bu kontrol noktası kaç saat çalışıyor?

Mevcut durum haritasının çiziminden önce toplanacak son veri kümesi, bireysel işlem nitelikleridir. Ürün yönlendirme analizi, üretim süreçlerinin sırası açısından yararlı verileri toplarken, değer akışı haritalama ekibi, her işlem için elde edilecek ve sunulacak bir dizi işlem ölçümleri veya nitelikleri hususunda mutabık olmak zorundadır. Süreç nitelikleri hakkında bir araya getirilmiş bilgiyi toplamak için en iyi yöntem, ikinci bir anket veya kontrol listesi oluşturmak ve üretim boyunca veri toplamak olacaktır. Kontrol listesine bir örnek aşağıda verilmiştir.

Çizelge 9: Haritalama öncesi süreci nitelik kontrol listesi (Nash ve Polling, 2008: 35)

Genel işlem nitelikleri	Ortalama talep (yıllık): Konteyner ebadı: Günde vardiya sayısı:		
Süreç adımı 1	Sürecin adı	Çevrim süresi	
		Geçiş süresi	
		Kullanılabilirlik	
		Arıza oranı	
		Operatör sayısı	
		Paket boyutu	
		WIP	
Süreç adımı 2	Sürecin adı	Çevrim süresi	
		Geçiş süresi	
		Kullanılabilirlik	
		Arıza oranı	
		Operatör sayısı	
		Paket boyutu	
		WIP	

2.3.4.3. Mevcut Durumu Haritalama

Gerekli veriler toplandığında mevcut durumun haritalanması başlatılabilir. Değer akışı haritalama işlemi, değer akışındaki malzeme ve bilginin akışını göstermek için bir dizi standart simge kullanır. Bu standart simgelerin bir listesi ekte bulunabilir. Mevcut durum değer akış haritasını eşlemedeki temel adımlar şunlardır: (Tapping ve diğerleri, 2008: 84):

1. Müşteri, tedarikçi ve üretim kontrolünü temsil eden çizim simgeleri.
 - a. Aynı simgeler müşterileri ve tedarikçileri temsil etmek için kullanılır;
 - b. Müşteri simgesi haritanın sağ üst köşesine yerleştirilir, tedarikçi simgesi haritanın sol üst köşesine yerleştirilir.
 - c. Üretim kontrolü simgesi, müşteri ve tedarikçi simgeleri arasına yerleştirilir.
2. Müşteri gereksinimlerini içeren bir veri kutusu müşteri simgesinin yanında eklenmelidir. Müşteri talebini aylık ve günlük düzeyde içermelidir.
3. Kamyonlarla temsil edilen müşteriye ve tedarikçiye gönderilen veya onlardan alınan verilerin girilmesi. Teslimat sıklığının belirtilmesi gerekir.
4. İmalat işlemlerini haritanın dibinde çizmek; en üst süreci solda, en aşağı süreci ise sağda.

- a. Her işlem, simgenin altında işlem nitelikleri içeren bir veri kutusu bulunan bir simge ile gösterilmelidir.
 - b. İşlemler arasında depolanan malzemelerin süreçler arasında not edilmeleri gerekir.
5. İşlem simgelerinin altındaki veri kutularına işlem niteliklerini girme.
 6. Elektronik veya el ile işlem bilgisini gösterme. Bu sadece müşteri ve tedarikçi ile olan iletişimi değil aynı zamanda üretim sürecindeki bilgi akışını da içerir.
 7. Stok ikonları çizerek işlemler arasında saklanan stoğun temsil edilmesi.
 8. Üretim sürecinin özelliklerine bağlı olarak itme veya çekme oklarının çizilmesi.

Mevcut durum haritalanması sırasında önemli bir konu, haritalama işlemi sırasında karşılaşılan stok seviyelerinin ortaya sunulmasıdır. Karşılaşılan stok ihtiyaçları günlere göre hesaplanmalıdır. İlk adım, her üretim sürecinde mevcut yarı mamul stoğunun (WIP) veya hammaddenin, onlardan üretilebilecek bitmiş ürün sayısına dönüştürülmesidir. İkinci adım, her bir adımda karşılaşılan stoğun günlük talebe bölünmesi ve böylece eldeki stok günlerinin tespit edilmesidir. Son olarak, kalite ve çalışma süresindeki sapmalara bağlı olarak her üretim sürecinde stok zamanı değerlerinde yapılan ayarlamaların mevcut durum değeri akış haritasında yapılması ve sunulması gerektiğini belirtmek önemlidir. Örneğin, hatalı/kusurlu üretim oranı %15 olarak alınırsa, 1 günlük stok seviyesi 1.18 günlük stok zamanı değerlerine yapılan ayarlamaya denk gelecektir.

Hem malzeme hem bilgi akışı haritalandıktan sonra, haritanın altında bir zaman çizelgesi gösterilir. Bu çizelge, her bir operasyon ve bu operasyonlar arasındaki aktarma gecikmelerinin işlenme saatlerini gösterir. Zaman çizelgesi bir yandan değerlendirme adımlarını ve güncel sistemdeki israfları belirlemede, diğer yandan ise süreç iyileştirme esnasında ölçülen zaman verilerinin başlıca parçalarını hedef kitleye aktarmada kullanılır. En üst satır, bazen üretim ayarlarında hazırlık süresi veya üretim hazırlık süresi olarak adlandırılan, süreç başındaki zamanı ölçer. Değer akışındaki ürün veya iş miktarına ve müşteri talebinin seviyesine dayanan bu satır, mevcut tüm malzemeyi taşımak veya akıştaki çalışmaları tamamlamak için ortalama ne kadar zamana ihtiyaç olduğunu gösterir. Her bir işlem basamağı arasındaki iş miktarı, zaman

çizelgesinde tipik olarak, toplam işlem süresi olan iş günü sayısına göre kayda geçirilir (Nash ve Poling, 2008: 121-131).

2.3.4.4. Gelecek Durum Haritalama

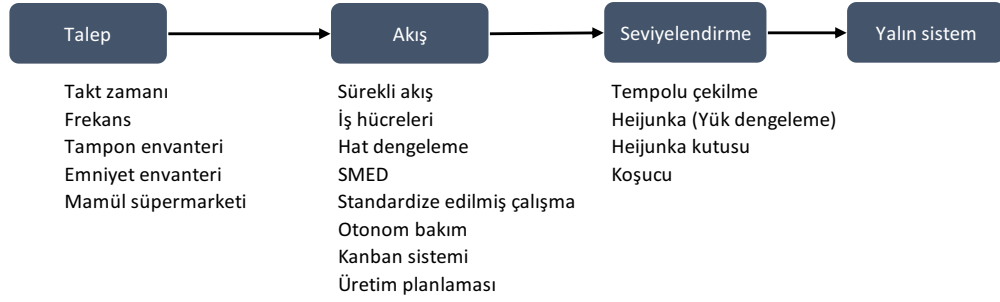
Mevcut durumun odak noktası değer akışının durumunu doğru bir şekilde göstermek iken, sonraki durum, karşılaşılabilecek israfın ortadan kaldırılması için çözümler üretmeye odaklanmıştır. Bu amaç göz önüne alındığında, gelecek durum bir dizi kilit sorunun yanıtlarını sunmalıdır (Rother ve Shook, 2009: 50):

1. Müşteriye en yakın olan süreçlerin kullanılabilir çalışma süresine dayalı olarak takt zamanı nedir?
2. Teslimatlar müşteriye doğrudan mı yoksa mamul süpermarketler aracılığıyla mı gerçekleştirilecek?
3. Sürekli akış işleme nerede kullanılır?
4. Yukarı yönde süreçlerin ürününü kontrol etmek için süpermarket çekme sistemleri nerede kullanılır?
5. Üretim zincirindeki hangi noktada üretim planlanabilir (tempo süreci)?
6. Üretim karışımı tempo sürecinde nasıl seviyelendirilir?
7. Tempo sürecinde dışarı götürülecek ve istikrarlı bir şekilde ortaya çıkarılacak olan çalışma miktarı ne kadardır?
8. Sonraki durum tasarımında belirtilen değer akışının akması için hangi süreç iyileştirmeleri gerekecek?

Yalın üretim tekniklerinin uygulanması ile bu soruların hepsine cevap verilebilir. Sonraki durum haritasını tasarlama ve yukarıdaki soruları cevaplama süreci üç aşamalı olarak gerçekleşir (Tapping ve diğerleri, 2002: 107):

- Müşteri talep aşaması: Kalite özellikleri, teslimat süresi ve fiyat da dahil olmak üzere ürünler için müşteri talebini anlama.
- Akış aşaması: İç ve dış müşterilerin doğru ürünü doğru zamanda ve doğru miktarda alabilmesi için sürekli tesis içi akışlı imalat yapılması.
- Seviyelendirme aşaması: Müşterilerin küçük sipariş vermesine olanak tanımak için stoğu ve WIP'i azaltmak amacıyla işi eşit hacim ve çeşitlilikte dağıtmak.

Şekil 9: Yalın uygulamanın üç aşaması (Tapping ve diğerleri, 2002: 47)



Her bir aşamada kullanılan yalın teknikler yukarıda listelenmiştir. Gelecek durumun somut amacını Toyota Üretim sisteminin genel hedefi aracılığıyla en iyi şekilde tanımlamak mümkündür (Tapping ve diğerleri, 2002: 47):

1. Müşteri talebini, ekipman özelliklerini, işçilik dengesini ve malzeme akışını gözden geçirerek üretim süreçlerinin sabitlenmesi;
2. Süreçleri ve yürütülen çalışmaları standardize edilmesi ve
3. Süreçlerin kaizen yoluyla sabitlenmesi ve standardize edilmesinden sonra sadeleştirilmesi.

2.3.4.5. Uygulama Planı

Yalın uygulama sonuçlarının başarısı, sonuçta önerilen uygulama planının kendi kalitesine ve bu planın yürütülme kalitesine bağlı olacaktır.

Uygulama planı, gelecek durumun tasarımında riayet edilen aynı modele göre yapılandırılabilir. Yani müşteri talebini karşılamak için yapılması gereken değişikliklerin ilk planlanmasında, süreç akışındaki değişiklikler için bir uygulama planı izlenir ve üretim seviyelerinin oluşturulması için bir uygulama planıyla bitirilir. Gelecek durum görüşüne ait unsurların hangi sırayla uygulanacağı tespit edildikten sonra, değer akışı yöneticisi ya da idarecisi bunları yıllık değer akış planı olarak yazması gerekmektedir (Rother ve Shook, 2009: 81).

Planlanan yalın dönüşüm üzerinde sürekli odaklanmayı ve uygulama planının başarılı bir şekilde yürütülmesini sağlamak için gelecek durum haritasının ve uygulama planının aylık olarak gözden geçirilmesi önerilir. Ayrıca önemli iyileştirme faaliyetleri için “kilometre taşlarının” geliştirilmesi, ilerlemenin izlenmesine ve

iyileştirmelerin önündeki engellerin hızlı bir şekilde tespit edilmesine yardımcı olacaktır.

Yeni gelecek durum değer akış haritasının yanı sıra uygulama planını verimli bir şekilde bildirmek açısından planlanan değişiklikleri düzgün bir şekilde aktarmak önemlidir; çünkü çalışanların bireysel katılımı önemli bir başarı faktörü oluşturur ve planlanan değişikliklerin tüm değer akışı katılımcıları üzerinde doğrudan etkisi olacaktır. Dahası, herhangi bir şüphe ya da olumsuz geribildirim hususlarının uygulamanın başlarında ele alınması gerekmektedir. Yönetim ve değer akışı idarecilerinin uygulama çabalarını her zaman desteklemeleri ve beklenmedik sorunlar karşısında esnek olmaları önemlidir. Son olarak, yönetim ve değer akışı idarecilerinin, çalışanların çabalarını ödüllendirmeleri ve takdir etmeleri ve çalışanlarla iletişim kurarken karşılıklı güven ve saygı içerisinde olmaları gerekmektedir (Tapping ve diğerleri, 2002: 147).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA YÖNTEMİ

3.1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİYLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

Vaka incelemesinin hedefi, üretim süreçlerinde yalın yöntemlerin uygulanması yoluyla olası iyileştirme noktalarını belirlemek için değer akışı haritası aracını kullanmaktır. Vaka incelemesinin ilk aşaması, şirket içindeki genel süreç akışına ve tedarik zincirine ilişkin bilgi toplamayı içermektedir. Bu aşamadaki en önemli sonuç, haritalama çabasının odağı olacak ürün ailesinin seçilmesidir. Araştırmanın ikinci aşamasında, müşteri talebini karşılamak için gerekli değer akışının işlemesi gereken takt zamanını tespit etmek amacıyla standart bir bilgi toplama formu kullanılmıştır. Ürün ailesi seçildiğinde ve değer akışı takt zamanı hesaplandıktan sonra mevcut durum haritası oluşturma işlemi başlatılmıştır. Bu üçüncü aşamada mevcut durum haritası ve gözlemlenen sonuçlar sunulmuştur. Dördüncü aşama, vaka incelemesinin son bölümünde önerilen gelecek durum değer akış haritası oluşturmak suretiyle mevcut durumun belirlenmiş dezavantajları için yalın çözümler sunmaya odaklanmıştır.

Mevcut durumun analizi ve gelecek durumunun yalın perspektiften tasarımı, Don Tapping, Tom Luyster ve Tom Shuker tarafından "Değer akışı yönetimi" kitabında sunulan çerçeveye göre üç aşamada, yani talep aşamasında, akış aşamasında ve seviyelendirme aşamasında gerçekleştirilmiştir. Talep aşamasının odak noktası, müşterinin talebini anlamak ve bir çıktı olarak takt zamanına, adımlara, güvenli stok miktarına ve hazırlık süresine olan ihtiyaca dair dâhili bir görüntü sunmaktır. Bu kavramların tümü, mevcut durum değer akış haritası içindeki sorunları anlamak için anahtardır. Akış aşaması, değer akışı boyunca sürekli akış sağlamak amaçlı gelecek durum haritasının tasarımı ile başlamış olup iş hücreleri, hat dengeleme ve SMED gibi kavramlardan faydalanılmıştır. Nihai seviyelendirme aşaması, müşteri talebini karşılamak için gerekli çalışmaları eşit şekilde dağıtmayı amaçlamış ve yük seviyelendirme, Kanban kartları ve haberciler gibi kavramlar uygulanmıştır.

Daha fazla ilerlemeden önce, verilerin toplanmasındaki sınırlamaları ve üzerinde araştırma yapılan varsayımları not etmek önemlidir. Üretim zamanı ve üretim teknikleri şirketin dâhili gizli bilgileri olarak kabul edildiğinden, bu tezin bir parçası

olarak ayrıntılı bir zaman ve hareket çalışması yapılmamıştır. Bu tezin sonraki bölümünde sunulan değerler % 10 hata payı ile dikkate alınmalıdır. Bu vaka incelemesinde derlenen veriler, üretim yerlerini ziyaret ederek ve şirket içi raporları inceleyerek kaydedilen değerlerin bir karışımıdır.

3.2. ŞİRKET HAKKINDA

Bu vaka çalışmasında ele alınan imalat şirketi, Bosna-Hersek'te otomotiv döşemecilik sektöründe faaliyet göstermekte olup yüzü aşkın çalışan istihdam etmektedir. Oldukça küçük ölçekli olmasına rağmen seçilen şirket, Avrupa'da otomotiv döşemecilik sektöründe liderliğe oynayan daha büyük ölçekli bir şirketler grubunun parçasıdır. Yöneticilerinin isteği doğrultusunda bu şirketin kimlik bilgileri açıklanmayacak ancak "Bosna Şirketi" adı altında "Goražde" ve "Srebrenica" üretim tesisleri şeklinde bahsedilecektir.

Bu şirket, çeşitli Avrupa araba üreticileri veya OEM'ler için küçük parçalar üretmeye odaklanmıştır. Yukarıda da belirtildiği gibi şirketin iki adet üretim yeri bulunmaktadır. Goražde adlı seri üretim sahasında plastik enjeksiyon parça kalıplama ve plastik ekstrüzyon yöntemleriyle seri imalat yapılmaktadır. Srebrenica tesisi, el fren tutacaklarının üretiminde uzmanlaşmıştır. "Bosna" kurucu şirketi, şirket çalışan sayısındaki artış açısından ele alındığında son üç yılda oldukça hızlı bir büyüme sergilemiştir. Şirketin 2013 yılında sadece 12 çalışanı varken, bu sayı 2016 yılında 100'ü geçerek ne kadar büyümüş olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu şirketin kendisi oldukça yeniyken (2013'te kurulmuş) bile Avrupa otomotiv sanayii dâhilinde döşemecilik sektöründe dünya genelinde on binin üzerinde çalışanıyla büyük bir şirketin yan kuruluşu rolünde olduğunun burada belirtilmesi önemlidir. Bu durum, bilginin, kaynakların ve dâhili prosedürlerin ana gruptan, "Bosna" şirketine doğru kayda değer bir biçimde aktarılmasına dikkat çekmektedir. Bu gerçeğin ışığında, "Bosna" şirketinin ISO/TS 16949 sertifikasına sahip olduğu ve grubun halen yürürlükteki otomotiv standartlarına göre organize edildiği belirtilmelidir. Otomotiv endüstrisinde yaygın olarak bulunan Proje Yönetiminde APQP ve Kalite Yönetimi için FMEA gibi araç ve tekniklerden "Bosna" şirketinde de bulunabilir. Ancak şirketin Yalın üretim yöntemleri açısından resmi bir tecrübesi

bulunmamakta olup tezin uygulamalı kısmının gerçekleştirilebilmesi için hususiyetle bu sebepten dolayı seçilmiştir.

Değer akışının yaratıldığı ürün, "Bosna" şirketinin ana ürün grubu olan deri el fren tutacağı için Değer Akışı yaratılmıştır. Bu parçaların üretimi 2011 yılında tali bir proje şeklinde başlamış ve o zamandan bu yana büyük Avrupa otomobil üreticileri/OEM'leri için bir milyon adedin üzerinde standart ve orijinal parçayı seri bir şekilde üreterek muazzam bir büyüme göstermiştir.

Şekil 10: “Bosna” şirketi tarafından üretilen el freni tutacakları



3.3. ÜRÜN AİLESİNİN SEÇİMİ

Herhangi bir Değer Akışı Haritası oluşturmanın ilk adımı, ürün ailesinin ve haritalandırılacak değer akışının seçilmesidir. "Bosna" şirketinde haritalandırılacak ürün ailesi seçimi için PQPR (Parça Miktarı Süreç Yönlendirme Analizi - Part Quantity Process Routing) analizi yapılmıştır. Bu analiz, seçilen ürün ailesinin sadece şirket üretiminin büyük bir hacmini temsil etmesini değil aynı zamanda şirket içinde mevcut olan tüm süreçlerin çoğunu dâhil etmesini sağlamak için yapılmıştır. Seçilen “BMW el fren tutacağı”, “Bosna” şirketinin el fren tutacağı üretiminin neredeyse %80’ine karşılık gelmektedir (yüksek hacimli – az çeşitli üretim). PQPR analizinin sonuçları aşağıdaki tablodadır.

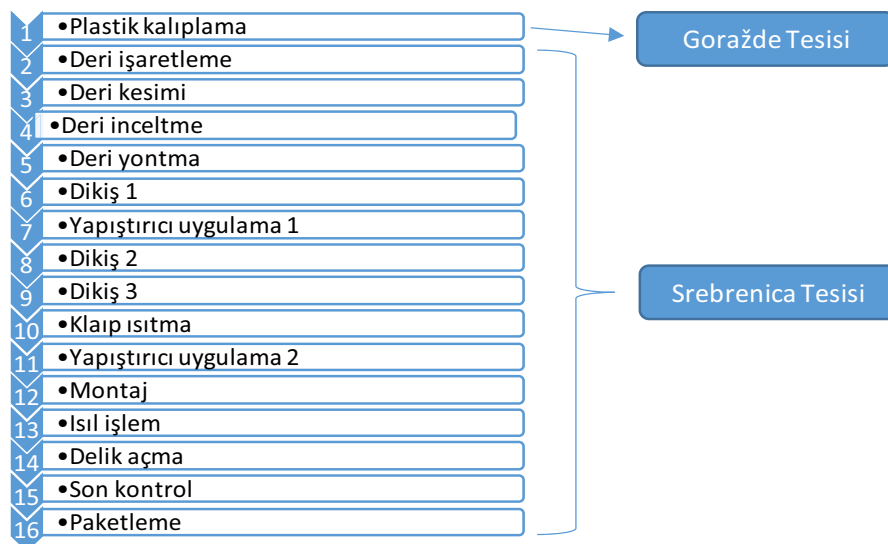
Çizelge 10: Parça Miktarı Süreç Yönlendirme Analizi

[illegible]

Toplam el freni tutacağı	895.000
BMW el freni tutacağı	80%

Tüm üretim süreci "Bosna" şirketi içinde gerçekleştirildiğinden, "BMW el fren tutacağı" ürünü seçilmiştir. Goražde'deki tesis, enjeksiyon kalıplama işlemi vasıtasıyla plastik kalıpları üretirken deri kesme ve dikiş işlemleri başta olmak üzere geri kalan diğer süreçler Srebrenica fabrikasında gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, süreç içinde gerçekleşen işlem sayısının hammadde tedarikçisinin sınırlı sayıda olmaları sebebiyle el tutacağı değer akışı tercih edilmiştir. Tüm işlem akışı aşağıda gösterilmektedir.

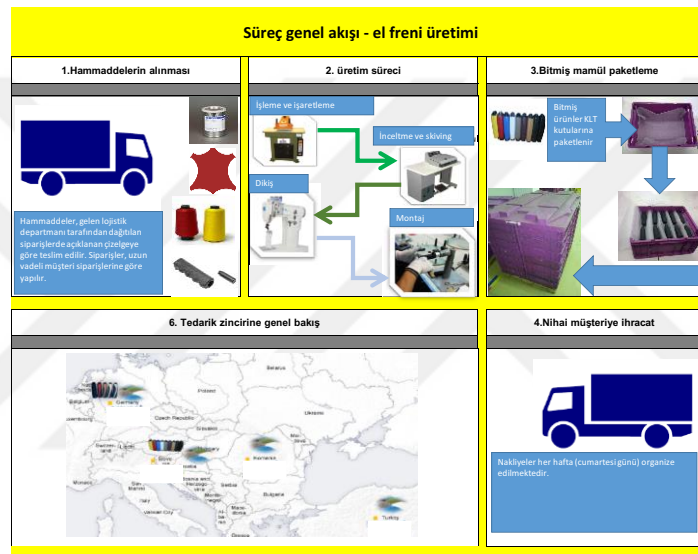
Şekil 11: Süreç akış çizelgesi - BMW el freni



Genel iş akışı şu şekildedir: Goražde tesisinde plastik el fren tutacakları üretilmekte ve daha sonra gerçekleşen, yani tutacağın deri ile kaplanması işlemleri için Srebrenica tesisine sevkedilmektedir. İki kısım (plastik tutacak ve deri kılıf) montaj sürecinde biraraya getirilmektedir. Plastik parçaların tüm üretimi, Goražde'de bir

makinede yapılmakta, ikinci bir makine de müşterinin talebi üzerine yedek olarak tutulmaktadır. Bu süreç, bu bölümün ilerleyen sayfalarında verilecek olan Mevcut Durum haritasında ayrı bir süreç olarak sunulacaktır. Genel olarak şirket, hacim iskontosu, düşük nakliye ücreti ve sürekli üretim yaparak maksimum makine kullanımı elde etmek için yüksek miktarlarda plastik granül (her ay için tek sipariş) almayı tercih etmektedir. Üretim işlemlerinin geri kalan kısmı Srebrenica fabrikasında yürütülmektedir.

Şekil 12: Süreç genel akışı ve tedarik zincirine genel bakış - “Bosna” şirketi

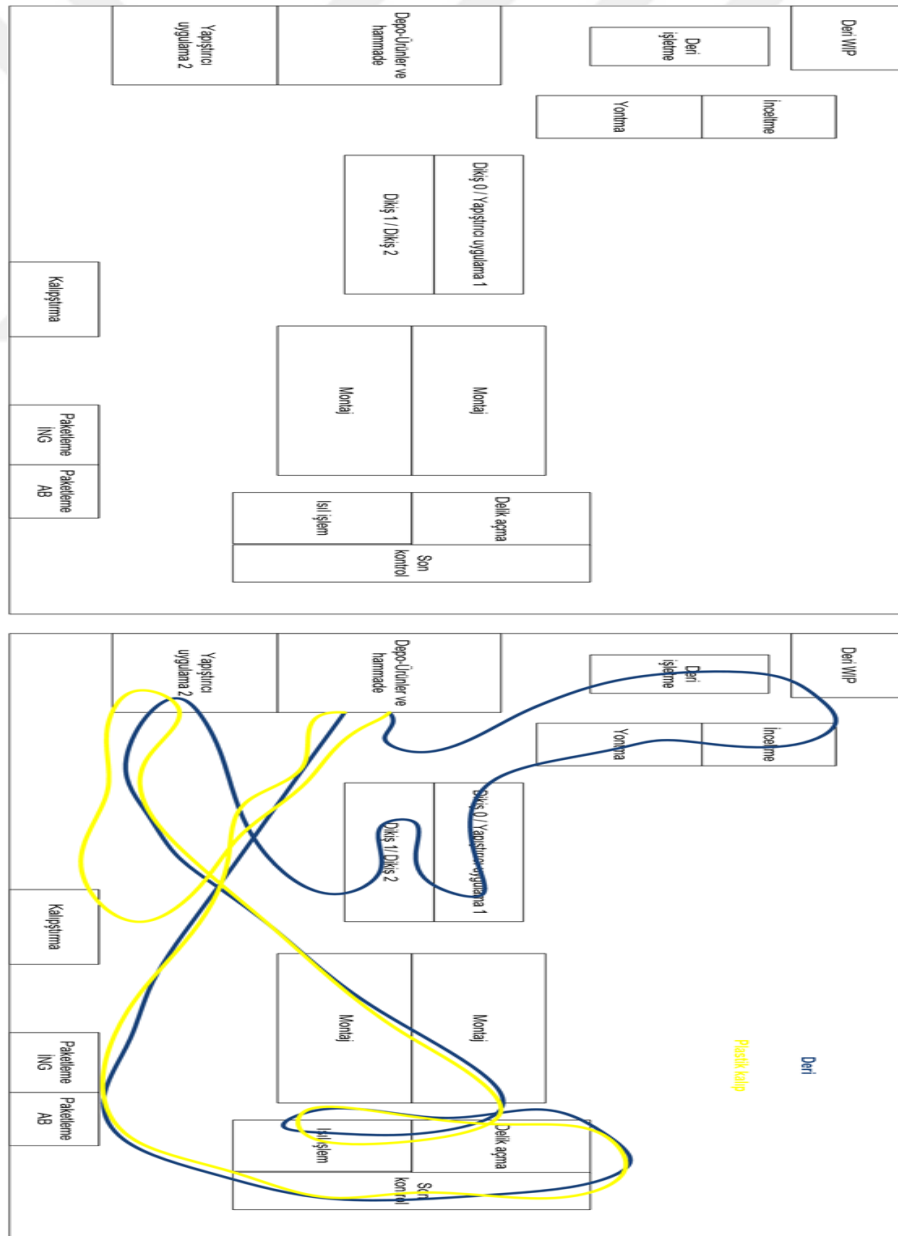


Müşteri tarafından seçilen tedarikçilerden alınan deri, haftalık olarak sipariş edilmekte ve alınmaktadır. İlk adım, teslim edilen deri tabakalarının, nihai müşteri tarafından şart koşulan yüksek kalite icaplarını karşılayıp karşılamadığının tespiti amacıyla işaretlenmesi veya kontrolü şeklinde gerçekleşir. Deri üretime uygundur onayından geçtikten sonra, dikiş işlemine uygun parçalar halinde kesilip biçilir. Yukarıda adı geçen iki parça, montaj işlemi sırasında birleştirilir, ancak bundan önce iki parça özel bir zambak ile birbirine tutturulur. Montaj işlemi takiben, tamamlanmış el fren tutacakları, dayanıklılık ve temizliğin sağlanması için ısıtılma işlemine tabi tutulurlar. Nihai işlem, tamamlanmış el fren tutacaklarının müşterinin tayin ve tedarik etmiş olduğu depozitolu ambalaj malzemesiyle paketlenmesidir. Sipariş miktarlarındaki dalgalanmalara ve olası hammadde kıtlığına karşı önlem amacıyla bitmiş ürünlere ait bir haftalık fazladan emniyet stoğunu elde tutması doğrultusunda nihai müşteri

tarafından "Bosna" şirketine özel talepte bulunulduğunu burada belirtmek önemlidir. Teslimatlar müşteriye haftada bir kez yapılır. Üretim planlaması bir departmanda merkezi olarak yapılır, ancak her üretim süreci, beher süreç başına maksimum kapasite kullanımını amacıyla bireysel olarak planlanmaktadır.

"Bosna" şirket yönetiminin kararı uyarınca, makine parkına ait spesifikasyonlar da dâhil olmak üzere üretim sürecinin tüm detaylarının şirket dâhili "ustalık bilgisi" olarak ele alınmak suretiyle bu tezde tüm ayrıntılarıyla sunulmaması gerekmektedir. Üretim süreçlerinin daha iyi temsil edilmesi amacıyla, malzeme düzeni ve malzeme akışını gösteren bir spagetti diyagramı aşağıda sunulmuştur.

Şekil 13: Üretim düzeni ve Spagetti diyagramı



3.4. BİLGİ TOPLAMA VE TAKT ZAMANI HESAPLAMA

Mevcut değer akış haritasının yapıldığı temeli oluşturan ürün genel talebi ve buna ilişkin bilgiler ve çalışma usulleri ile ilgili bilgiler, Srebrenica ve Goražde üretim tesisine yapılan bir çok ziyaret sırasında ve "Bosna" şirketi çalışanlarının yardımıyla toplanmıştır. "BMW el freni tutacağı" ürünü, Avrupa (% 80) ve İngiliz (% 20) modelleri arasında bölünmüş 3.000 adetlik günlük ortalama bir taleple üretilmektedir. Avrupa ve İngiliz pazarları için üretilen otomobillerde direksiyonun farklı pozisyonları nedeniyle el freni üretimini bu prensibe göre bölmek gerekiyordu. Tedarik zinciri içerisindeki bilgi akışı OEM'den montaj şirketi aracılığıyla hammadde tedarikçilerine EDI siparişleri ile yönetilmektedir.

Müşteri talebi ve seçilen değer akışının çalışma saatleri hakkında temel bilgileri toplarken takt zamanının hesaplanması mümkündür. Takt zaman hesaplamasının yanı sıra anahtar tedarikçilerin sayısını ve teslimat programlarını belirlemek önemlidir. Plastik granül tedarikçisi her üç dört haftada bir toplu sipariş teslim ederken, deri tedarikçisi haftalık EDI'lar ve haftada bir sabit sipariş emri alır. Üretim, vardiya başına 30 dakikalık bir mola ve 5 dakikalık planlanmış kesinti ile iki ayrı 8,5 saatlik vardiya ile yapılmaktadır.

Çizelge 11: Takt zamanı hesaplama

"Bosna" şirketi - Takt Zamanı Hesaplama			
Net Kullanılabilir Zaman		Müşteri Talebi	
çalışma vardiyası / gün	2 vardiya	Müşteri talebi / gün	3000 adet
Saat / vardiya	8,5 saat		
Kullanılabilir zaman / vardiya	510 dakika		
Mola / vardiya	10 dakika		
Yemek molası / vardiya	20 dakika	Net kullanılabilir süre / gün	57000 saniye / gün
Planlı kesinti / vardiya	5 dakika	Müşteri talebi / gün	3000 adet / gün
Net çalışma süresi / vardiya	475 dakika		
Net çalışma süresi / vardiya	28500 saniye	takt zamanı =	19 saniye / adet
Net kullanılabilir süre / gün	57000 saniye	takt zamanı =	0,32 dakika / adet
		Konteynır ebadı =	60 adet / konteynır
		Attım/Frekans =	19 dakika / konteynır

Müşteri icaplarını yerine getirmek doğrultusunda mamul ürünlerin adet başına 0.32 dakikalık, takt zamanında üretim hattından çıkması gerekmektedir. Her ne kadar müşterinin adet bazında sipariş verdiği doğru olsa da, teslimatlar standart 60 adetlik

depozitolu konteynerler içinde yapılmaktadır. Bu da esas itibarıyla demek oluyor ki, 19 saniyelik bir takt zamanı ve konteyner başına 60 parça ile adımlar 19 dakika olarak hesaplanır. Hesaplanan adımlar, yüksek hacimli düşük çeşitlilikteki üretim süreçleri için 12-30 dakikalık endüstri standardı ile uyumludur. Takt zamanı, bir değer akışı haritası oluşturmak için gereken en önemli bilgi parçalarından birini temsil eder ve daha sonra üretim süreci dâhilindeki sadece darboğazları değil aynı zamanda işgücü ihtiyaçlarını ve iş yükü dağılımını analiz etmek için de kullanılır. Haritalama öncesi bilgi formunun tamamı aşağıdaki tabloda verilmiştir.



Çizelge 12: Haritalama öncesi bilgi toplama formu - I

Haritalama Öncesi Talep Toplama					
Müşteri Verileri					
1. Müşteri kimdir?	BMW / xY				
2. Gerçek müşteri talebi nedir? (Müşteri tarafından alınan sipariş miktarı veya tutarı).	720.000				
a. ürün ailesi veya aynı ürün mdeli olarak	Gün	3.000	Hafta	15.000	Ay
b. Gün, hafta, ay, çeyrek veya yıl olarak	60.000				
3. Birden fazla ürün varsa, karışım nedir?					
a. ürün ailesi	BMW freni tutacağı				
b. ürün 1	Avrupa		78%	560.000	
c. ürün 2	İngiltere		22%	160.000	
4. Müşteri ne sıklıkta sipariş verir? (Saatlik, günlük, haftalık, aylık, yıllık olarak?)	Haftalık				
5. Müşteri bir tahmin verir mi? (Saatlik, günlük, haftalık, aylık, yıllık olarak?)	Haftalık				
6. Müşteri siparişi ne zaman kesinleştirir?	Teslimatın haftasında ilk iş günü				
7. Müşteriye teslimat ne sıklıkta yapılır? (Saatlik, günlük, haftalık, aylık, yıllık olarak?)	Haftalık, Cumartesi günü				
8. Müşteri teslimat penceresi nedir? (teslimat süresi)	5 gün				
Tedarikçi verileri					
9. Tedarikçi kimdir?	FIST plastiks / Wolfsburg				
10. Ne sıklıkta sipariş veriyorsunuz?	Her üçüncü hafta (toplu sipariş) / Haftalık sipariş				
11. Tahmin veriyor musunuz?	BMW'nin tahmini üzerine / Haftalık sipariş				
12. Tedarikçi ne sıklıkta teslimat yapmakta?	Ayda bir kez / Haftalık - Perşembe günü				
Değer akışı iş verileri					
13. Değer akışında kaç vardiya çalışır?	İki vardiya				
14. Bir vardiya kaç saat sürer?	8,5 h				
15. Kaç mola yapılır ve molalar ne kadar sürer? (dakika)	2 x 5 dak = 10 dak				
16. Molalar sırasında otomatik işlemler duruyor mu? (Evet / Hayır ve dakika olarak ne kadar sürer)	Gorazde'de -Hayır, Srebrenica'da otomatik süreç yok				
17. Molalar sırasında manuel işlemler duruyor mu? (Evet / Hayır ve dakika olarak ne kadar sürer)	Evet - mola boyunca				
18. Vardiya öncesi veya sonrası toplantıları yapılır mı ve ne kadar sürer? (Evet / Hayır ve dakika olarak ne kadar sürer)	5 dak				
19. Vardiya süresince temizlik planlanmış mı ve ne kadar sürer? (Evet / Hayır ve dakika olarak ne kadar sürer)	hayır				
20. Öğle yemeği ücreti ödenmekte mi?	ödenmiş				
21. Yemek molası ne kadar sürer? (Evet / Hayır ve dakika olarak ne kadar sürer)	20 dak				
22. Otomatik süreçler yemek molasında duruyor mu? (Evet / Hayır ve dakika olarak ne kadar sürer)	Gorazde'de -Hayır, Srebrenica'da otomatik süreç yok				
23. Manule süreçler yemek molasında duruyor mu? (Evet / Hayır ve dakika olarak ne kadar sürer)	Evet - mola boyunca				
Değer akışı kontrol verileri					
24. Üretimi kim veya ne kontrol eder?	üretim sektörü				
25. Bu kontrol noktası tek bir kişi mi yoksa departman mı?	üretim şefi				
26. Bu kontrol, farklı departmanlardan gelen bir grup çalışması mı?	Kişisel				
27. Üretimi kontrol etmek için otomatik bir sistem kullanıyor musunuz?	Softicar				
28. Otomatik sistem bir MRP veya ERP sistemi midir?	ERP				
29. Otomatik sistem, Microsoft Excel veya Lotus 1-2-3 gibi elektronik tablo dosyalarından mı oluşuyor?	MS Excel				
30. Bu kontrol noktası kaç saat çalışıyor?	Hafta bazında- günlük ayarlama - vardiya başına ayarlama - resmi olarak, planlama departmanı sadece ilk vardiyada çalışır				

Çizelge 13: Haritalama öncesi bilgi toplama formu - II

Değer Akışı Haritalama - Bilgi Toplama Formu				
Genel işlem nitelikleri		Ortalama talep (yıllık): 720 000 (560 000 Avrupa, 160 000 İngiltere) Konteynır ebadı:60 adet Hammade stok: 73.650 adet (plastik ve deri) Günlük vardiya sayısı: 2 Bitmiş ürünler stok: 11.800 adet		
Süreç adımı 1	Plastik kalıplama	Çevrim süresi	0,25 dak	
		Kurulum süresi	90 dak C/O - çalıştırmak 20 dak	
		Kullanılabilirlik	100%	
		Operatör Sayısı	1 vardiya başına	
Süreç adımı 2	Deri işaretleme	WIP	18000 adet	
		Çevrim süresi	0,10 dak	
		Operatör Sayısı	1 gün başına	
		WIP	3500 adet	
Süreç adımı 3	Deri kesimi	Çevrim süresi	0,36 dak	
		Operatör Sayısı	2 vardiya başına	
		WIP	40 adet	
		Çevrim süresi	0,41 dak	
Süreç adımı 4	Deri inceltme ve yontma	Operatör Sayısı	2 vardiya başına	
		WIP	40 adet	
		Çevrim süresi	0,60 dak	
		Operatör Sayısı	2 vardiya başına	
Süreç adımı 5	Dikiş - birleştirme dikişi	WIP	20 adet	
		Çevrim süresi	0,66 dak	
		Operatör Sayısı	2 vardiya başına	
		WIP	30 adet	
Süreç adımı 6	Yapıştırıcı uygulama	Çevrim süresi	0,66 dak	
		Operatör Sayısı	2 vardiya başına	
		WIP	20 adet	
		Çevrim süresi	0,66 dak	
Süreç adımı 7	Dikiş - dekoratif dikiş	Operatör Sayısı	2 vardiya başına	
		WIP	20 adet	
		Çevrim süresi	0,29dak	
		Operatör Sayısı	1 vardiya başına	
Süreç adımı 8	Dikiş - son dikiş	WIP	20 adet	
		Çevrim süresi	0,09 dak	
		Operatör Sayısı	1 vardiya başına	
		WIP	3400 adet	
Süreç adımı 9	Kalıp ısıtma	Çevrim süresi	0,24 dak	
		Operatör Sayısı	1 vardiya başına	
		WIP	270 adet	
		Çevrim süresi	0,33 dak	
Süreç adımı 10	Yapışkan uygulama 2	Operatör Sayısı	12 vardiya başına	
		WIP	74 adet	
		Çevrim süresi	0,28 dak	
		Operatör Sayısı	1 vardiya başına	
Süreç adımı 11	Montaj	WIP	-	
		Çevrim süresi	0,30 dak	
		Operatör Sayısı	1 vardiya başına	
		WIP	60 adet	
Süreç adımı 12	Isıl işlem	Çevrim süresi	0,42 dak	
		Operatör Sayısı	2 vardiya başına	
		WIP	180 adet	
		Çevrim süresi	0,07 dak	
Süreç adımı 13	Delik açma	Operatör Sayısı	1 vardiya başına	
		WIP	480 adet	
		Çevrim süresi	0,07 dak	
		Operatör Sayısı	1 vardiya başına	
Süreç adımı 14	Son kontrol	WIP	480 adet	
		Çevrim süresi	0,07 dak	
		Operatör Sayısı	1 vardiya başına	
		WIP	480 adet	
Süreç adımı 15	Paketleme	Çevrim süresi	0,07 dak	
		Operatör Sayısı	1 vardiya başına	
		WIP	480 adet	
		Çevrim süresi	0,07 dak	
Bilgi akışı	Müşteriden gelen tüm iletişim elektroniktedir. 2021'de EOP'ye kadar olan tahminler haftalık bazda ve üretim haftası için sabit siparişlerle gönderilir. Her üretim süreci için günlük ayarlamalarla haftada bir kez, merkezi planlama ile yapılır . Tedarikçilerle yapılan tüm iletişimler elektronik olarak 12 hafta tahmini ve haftada bir düzeltme düzeni ile yapılır. Tüm malzemeler itilir.			
Müşteriye nakliyeler	MOQ - 60 adet, iade edilebilir kutu, haftada bir - Cumartesi			

3.6. MEVCUT DURUM DEĞER AKIŞI HARİTASI

Vaka incelemesinin bir sonraki adımı, mevcut durumun sorunlu yanlarını bulma ve iyileştirme ihtimali olan bölgelerin tespiti, örneğin israf yollarının belirlenmesi ve israfların süreçten çıkartılması gibi amaçlarla mevcut üretim sürecinin haritalanmasıydı. Haritalama işleminden önce toplanan bilgileri ve yeni hesaplanan takt zamanını kullanarak değer akışı haritalaması için standart semboller kullanarak ve değer akışı haritalamasında kullanılan genel olarak kabul görmüş metodolojiye uygun olarak mevcut durum haritasını başlatmak mümkündür.

Her bir işlem basamağı için çevrim süresi, değişim süresi, WIP (yarı mamul) seviyeleri, kullanılabilirlik, çalışma süresi, arıza oranı, kurulum zamanı ve işgücü ile ilgili aynı temel bilgiler toplandı. Verilerin büyük bir kısmı üretim yerinde toplanırken, bir başka önemli bilgi kaynağı da makine arızalarını, kalite performansını vb. ölçen şirket içinde tutulan kayıt belgeleri olmuştur. Her üretim aşamasında sunulan stok süresi, gözlemlenen birimlerin fiziksel sayısı ile günlük ortalama müşteri talebi arasındaki korelasyon yoluyla hesaplanmıştır. Plastik kalıplama sürecinde ve deri işaretleme sürecinde stok seviyeleri mevcut hammadde ile parça başına ortalama kullanım arasındaki korelasyonuyla hesaplanmıştır.

Arıza oranlarının ve kesinti süresinin stok süresinin hesaplanması esnasında ilave stok ya da fiili kapasite kısıtlaması olarak hesaba katıldığına dikkat edilmelidir. Kalite göstergeleri şirketin kayıt belgelerinden alınmıştır. Aynı bakım sorunları, kurulumlar veya takım değişimi nedeniyle kaybedilen zamanlardan oluşan kesinti süresi göstergeleri için de geçerlidir. Tüm üretim süreçlerine ilişkin toplanan verilere ve mevcut durum değer akışı haritasına genel bir bakış aşağıda verilmiştir.

Çizelge 14: Şirket "Bosna" - Mevcut Durum Üretim Süreci Bilgileri

Şirket İsmi

475

Bosna

Net dahiye/Varidya

3000

dak

Günlük sipariş

3000

adet

Takt zamanı

0.32

adet/dak

Süreç adı	Plastik Kalıplama	Deri İşaretleme	Deri kesimi	Deri inceltme ve yontma	Dikis - birleştirme dikisi	Yapıştırıcı uygulama 1	Dikis - dekoratif dikis	Dikis - son dikis	Kalıp istina uygulama 2	Yapıştırıcı uygulama 2	Montaj	Isıl işlem	Delek açma	Son kontrol	Paketleme
Manuel/Makine süreci	Makine	Manuel	Manuel	Manuel	Manuel	Manuel	Manuel	Manuel	Makine	Manuel	Manuel	Makine	Makine	Manuel	Manuel
Operator Sayısı	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	12	1	1	2	1
Üretim zamanı	0.25	0.10	0.36	0.41	0.60	0.66	0.60	0.29	0.09	0.24	4.00	0.28	0.30	0.42	0.07
Çevirim süresi	0.25	0.10	0.18	0.21	0.30	0.33	0.30	0.29	0.09	0.24	0.33	0.28	0.30	0.21	0.07
Varidya sayısı	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Kapasite - teorik	3.800	4.750	5.278	4.634	3.167	2.879	3.167	3.276	10.556	3.958	2.850	3.393	3.167	4.524	13.571
Kayıpbeden zamanı (dak/Varidya)	40	15	10	20	15	10	5	5	20	30	20	20	10	20	15
Çalışma süresi %	92%	97%	98%	96%	97%	98%	99%	99%	96%	94%	96%	96%	98%	96%	97%
Kapasite - gerçek	3.480	4.600	5.167	4.439	3.067	2.818	3.133	3.241	10.111	3.708	2.730	3.250	3.100	4.333	13.143
Günlük sipariş	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Kapasite sınırlaması	480	1.600	2.167	1.439	67	-	182	133	241	711	708	-	270	250	100
Arıza %	1.0%	0.0%	1.0%	1.0%	1.0%	0.5%	1.0%	1.0%	0.5%	0.0%	2.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%
Kalite %	99.0%	100.0%	99.0%	99.0%	99.0%	99.5%	99.0%	99.0%	99.5%	100.0%	98.0%	100.0%	99.0%	100.0%	100.0%

Kayıpbeden Mevcut Durum - Çevirim süreleri

Değer akışı çalışma süresi %

58%

Değer akışı kalitesi %

90%

Toplam üretim zamanı

8.67 dak

Toplam çevirim süresi

3.48 dak

Toplam teslimat süresi (günlük stok)

38.20 gün

TCT/TIT

0.006%

Toplam çalışan sayısı - mevcut durum

33

Gerekli çalışan sayısı

27

Prodüktivite/Performans varsayımı %

96%

Çalışma süresi * Kalite * Performans KPI

50%

Plastik Kalıplama

Deri İşaretleme

Deri Kesimi

Deri inceltme ve yontma

Dikis - birleştirme dikisi

Yapıştırıcı uygulama 1

Dikis - dekoratif dikis

Dikis - son dikis

Kalıp istina uygulama 2

Yapıştırıcı uygulama 2

Montaj

Isıl İşlem

Delek açma

Son kontrol

Paketleme

Hammele depo

73.650

18.182

4.375

150

455

303

0.10

0.10

0.04

0.13

3.417

373

101

-

81

Stok (adet)

24.55

6.06

1.46

0.05

0.15

0.06

0.04

0.13

1.14

0.12

0.03

0.06

0.28

0.03

0.06

Stok (günlük)

24.55

6.06

1.46

0.05

0.15

0.06

0.04

0.13

1.14

0.12

0.03

0.06

0.28

0.03

0.06

Günlük stok

Plastik Kalıplama

Deri İşaretleme

Deri Kesimi

Deri inceltme ve yontma

Dikis - birleştirme dikisi

Yapıştırıcı uygulama 1

Dikis - dekoratif dikis

Dikis - son dikis

Kalıp istina uygulama 2

Yapıştırıcı uygulama 2

Montaj

Isıl İşlem

Delek açma

Son kontrol

Paketleme

Hammele depo

73.650

18.182

4.375

150

455

303

0.10

0.10

0.04

0.13

3.417

373

101

-

81

Stok (adet)

24.55

6.06

1.46

0.05

0.15

0.06

0.04

0.13

1.14

0.12

0.03

0.06

0.28

0.03

0.06

Stok (günlük)

24.55

6.06

1.46

0.05

0.15

0.06

0.04

0.13

1.14

0.12

0.03

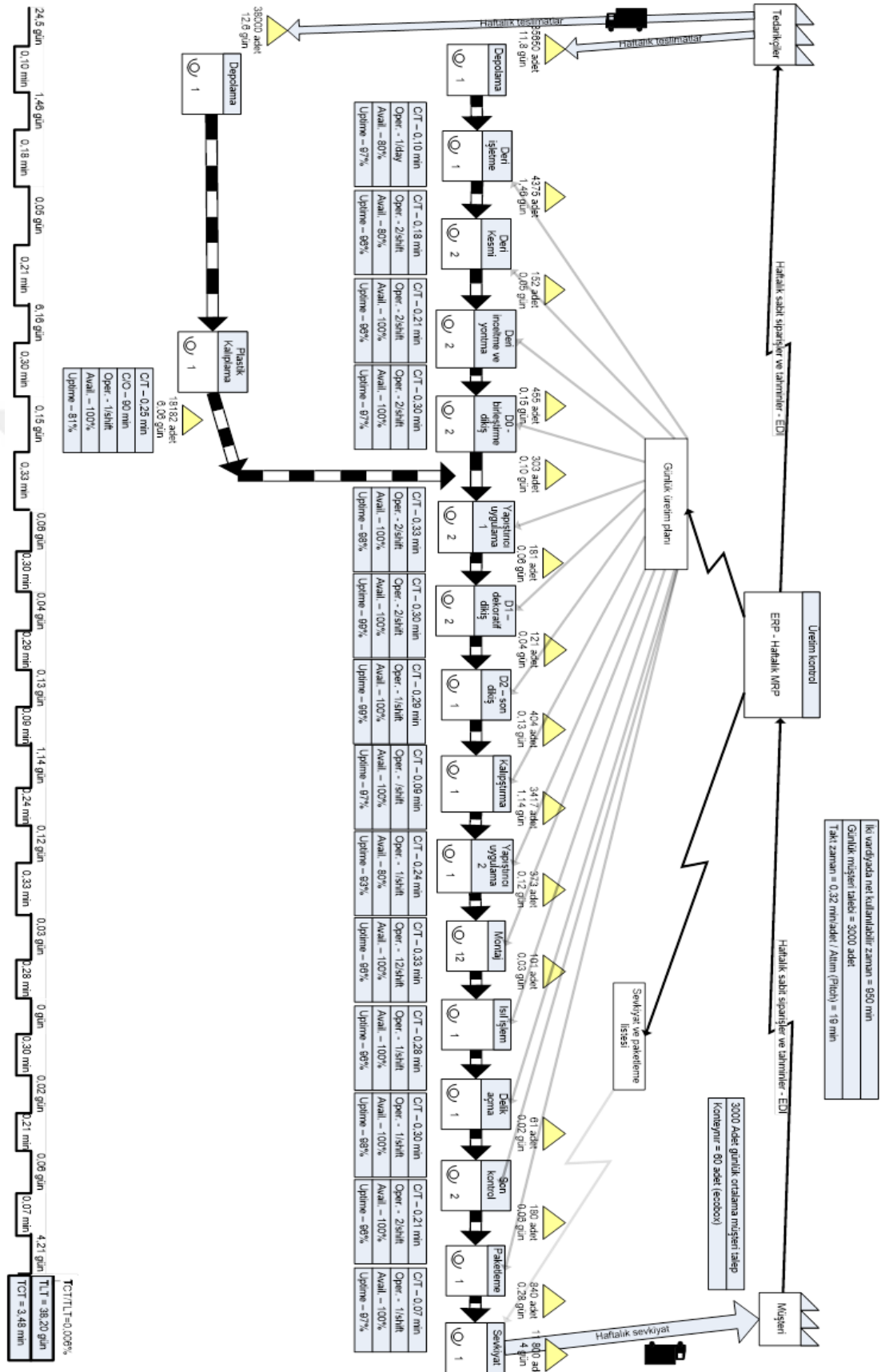
0.06

0.28

0.03

0.06

Şekil 14: Şirket "Bosna" – Mevcut Durum Değer Akışı Haritası



3.6. GELECEK DURUM DEĞER AKIŞI HARİTASI TASARIMI

Gelecek durum değer akışı haritasını tasarlamak, tespit edilmiş israfın giderilmesi ve daha yalın, daha hızlı, daha verimli ve seviyelendirilmiş bir üretim elde etmek için değer akışı içindeki akışın tasarlanması üzerine odaklanmıştır. İlk adım müşteri taleplerini anlamak ve yerine getirmektir. 5,5 günlük stok değerine sahip bir emniyet stoğu ve bitmiş ürün süpermarketi, müşteri talep ve ihtiyaçlarını karşılama aracı olarak nakliye öncesi değer akışının sonuna yerleştirilmiştir. Öte yandan, önemli tedarikçilerle stratejik ortaklıklarla ve VMI uygulaması ile aşırı yüksek miktarlardaki hammadde stokları azaltılmıştır.

Çizelge 15: Talep aşaması

Gelecek Durum Tasarımı - Talep aşaması		
Gözlemlenen problemler	Önerilen iyileştirme çalışmaları	Beklenen sonuç
Çevirim süresi takt zamanından daha az olan iki süreç, çevrim süresi değişimleri, iç verimlilik sorunları	Sevkiyat öncesi süpermarkette 5 günlük stok	Müşteri talebi karşılanacak
5 günlük emniyet stoğu için müşteri gereksinimi sistematik olarak uygulanmamaktadır	İç yetersizlik ve müşteri gereksinimi nedeniyle emniyet stokları ve tampon stokları (toplam 5 gün)	Bitmiş mallarda 5 günlük emniyet stoğu açısından müşterinin gereksiniminin karşılanması
Stokta yüksek miktarda hammadde (deri ve plastik)	Tedarikçi süpermarketi ve VMI uygulaması	Hammadde stokunun azami sevkiyat süresi için azaltılması

Hem iç hem de dış müşterilerin doğru ürünü, doğru miktarda, doğru zamanda alabilmeleri amacıyla bir sonraki aşama, tüm tesis çapında sürekli akış içinde imalat gerçekleştirmek üzerine odaklanmıştır. Bu hedefe ulaşmak için hattın dengelenmesi beraberinde tüm üretim sürecinin dört üretim hücresi dâhilinde yeniden organize edilmesi ve Kanban kartlarının takdimi gerekiyordu. Bunun gerçekleştirilebilmesi için, 5S, SMED ve çalışma standardizasyonunun başlatılması gibi birtakım iyileştirme faaliyetleri de gerçekleştirilmeliydi.

Çizelge 16: Akış aşaması

Gelecek Durum Tasarımı - Akış aşaması		
Gözlemlenen problemler	Önerilen iyileştirme çalışmaları	Beklenen sonuç
Değer akışında işin eşit olmayan dağılımı, bazı aşamalardaki kapasite fazlalığı ve başkalarındaki darboğazlar	Hat dengeleme	Daha akıcı akış için dengeli iş yükü
	Üretim ve sevkiyat hazırlığı için üretim hücrelerinin uygulanması	Akışı teşvik etmek ve işçi verimliliğini artırmak
	Standardize edilmiş çalışma	
Bireysel üretim süreçleri için üretim planlaması	İşlemsel süpermarketlerin ve kanban uygulaması	Akış ve üretim kontrolünün oluşturulmasında yardımcı olmak
Düşük değer akış seviyesinin çalışma süresi	5S, SMED ve Otonom bakım	çalışma süresinde artış, CT'yi azaltma
Düşük değer akış seviyesinin kalitesi	5s, Otonom bakım	Kalitede artışı, kapasite artışı

Gelecek durum tasarım sürecinin son aşaması, işin eşit dağılımı ve sonraki durum değer akışı haritası içindeki malzeme ve bilginin akışının belirlenmesi yoluyla üretimi seviyelendirme amacına sahiptir.

Çizelge 17: Seviyelendirme aşaması

Gelecek Durum Tasarımı - Seviyelendirme aşaması		
Gözlemlenen problemler	Önerilen iyileştirme çalışmaları	Beklenen sonuç
Dengesiz üretim ve verimsiz merkezi üretim planlaması	Kanban uygulaması ve Heijunka üretim tesviyesi	Dengeli üretimi
	Bitmiş ürünler süpermarketi ve heijunka kutusu arasında koşucu uygulama	

Daha fazla açıklık sağlamak için, önerilen değişiklikler aşağıdaki mevcut durum değer akışı haritasında sunulmuştur.

önerileri



3.7. GELECEK DURUM DEĞER AKIŞI HARİTASI

Mevcut Durum Değer Akışı haritasının analizi "Bosna" şirketinin, müşteri talebini (takt zamanını minimal seviyede aşan iki işlemi hariç) hemen hemen karşılayabildiğini aslında göstermiş olsa da, müşterinin stok talebini yerine getirmek ve akış yaratılmasına yardımcı olmak maksadıyla sonraki duruma ait ilk adım olarak hem bitmiş mamul süpermarketi hem de emniyet/tampon stokları üretim süreçlerinin sonunda oluşturulmuştur. Öte yandan Gelecek Durum Değer Akışı haritası, "Bosna" şirketindeki hammadde (deri) stok miktarını iki gün ile sınırlandıran bir tedarikçi hammadde süpermarketiyle (transit süresi 2 gündür) başlarken, plastik granül stokları Yalın tedarik zinciri iyileştirme yöntemi olarak Tedarikçi Yönetimli Stoklama'nın uygulanması yoluyla tamamen ortadan kaldırılmıştır.

Müşteri talebi ve hammadde temini sağlandıktan sonra, üretimin çalışma hücrelerine ayrılarak yeniden düzenlenmesi ve hat dengelemesi yoluyla işin eşit dağılımı gerçekleştirilmiştir. Hammadde muamelesi, kaplama üretimi ve zambak uygulaması, montaj ve nakliye hazırlık hücreleri, uzatılmış bireysel üretim süreci adımlarının çalışma hücrelerine kaynaştırılması ve çalışanlara bir hücrede birden fazla görevi yerine getirmeleri için eğitim verilmesi yoluyla oluşturulmuştur.

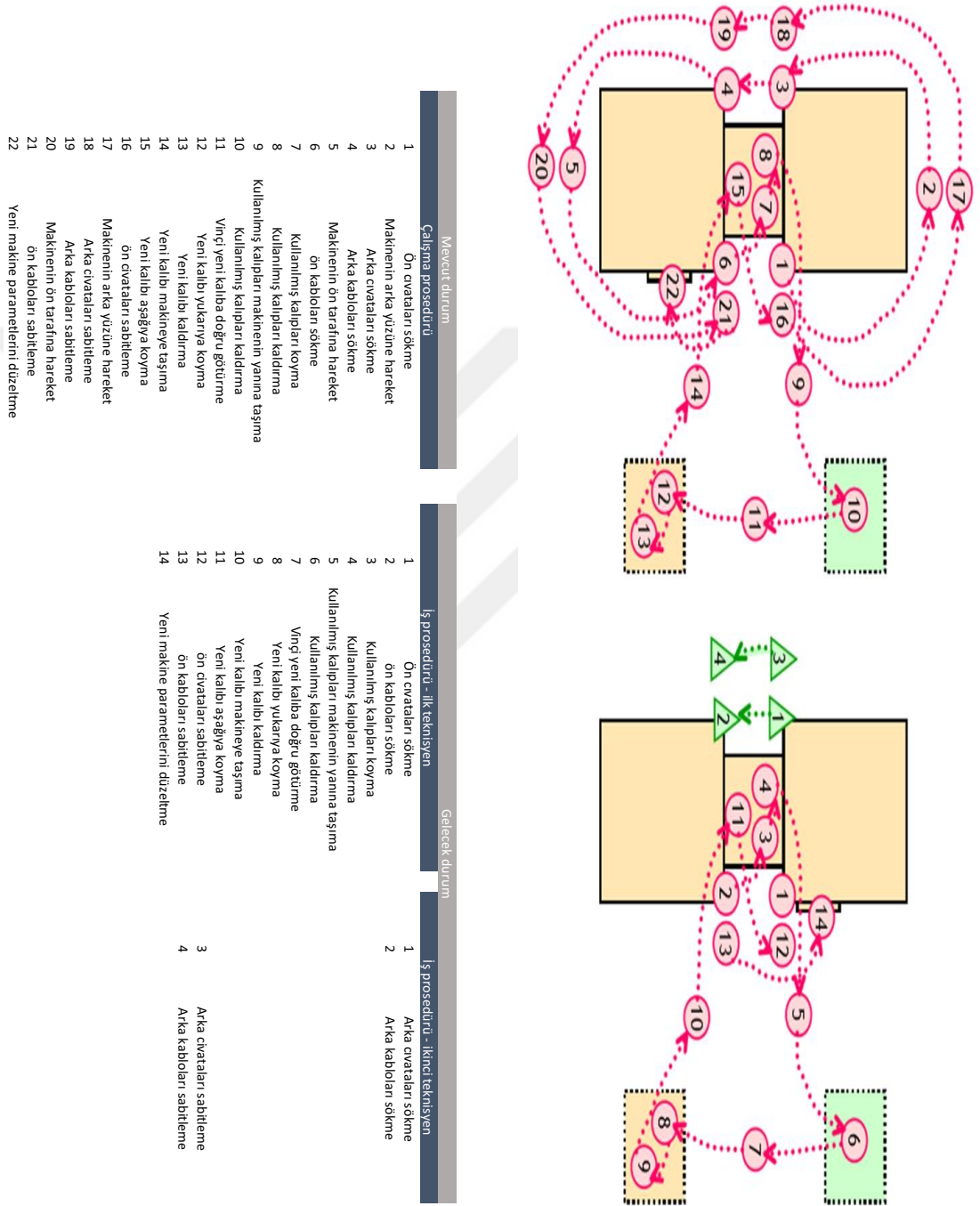
Yeni oluşturulan hücrelerin takt zamanına göre işlev görmesi için, hammadde işlem hücrelerinde SMED, 5S ve otonom bakım uygulamaları gibi belirli iyileştirme faaliyetleri yapılmıştır. 5S ve otonom bakım uygulamaları, kesinti süresi sorunlarını ortadan kaldırmış ve hücre kalitesini artırmıştır. Goražde'den Srebrenica'ya kalıplama makinesinin taşınması ve SMED'in uygulanması sayesinde değişimden ötürü oluşan zaman kaybı ilk adımda 30 dakikaya düşürülmüştür. SMED projesinin uygulanmasında, Shigeo Shingo'nun öğretileri temelinde Operasyon Yönetimi adlı kitapta Russel ve Taylor tarafından anlatılan adımlar takip edilmiştir. Üstlenilen eylemlerin listesi, "paralel kurulum faaliyetleri"nin uygulanmasının grafik bir temsiliyle birlikte aşağıdaki tabloda görülebilir.

Çizelge 18: SMED proje planı

SMED İlkeleri	Amaç	Adımlar
İç kurulumu dış kurulumdan ayırma	Dış kurulum, makine durdurulduğunda tamamlanır	Tüm öğelerin önceden hazırlandığından emin olmak için değişimden önce kontrol listelerini uygulayın
		İşçinin gerekli tüm görevlerin doğru yerde olup olmadığını görsel olarak kontrol edebilmesi için bir kontrol paneli uygulayın
		Makine durdurulmadan önce kalıp ve araç durumunun işlev kontrolü gerçekleştirin. Kalıp kontrol cihazı, makineyi durdurmadan önce temizlenmesi gereken malzeme kaskalarını tespit edebilir
İç kurulumu bir dış kurulumla dönüştürme	Makineyi durdurmadan önce daha fazlası yapılabilir	Üretim sıcaklığına daha çabuk ulaşması için kalıp ön ısıtma
Kurulumun tüm yönlerini kolaylaştırma	İşyerini organize ederek ve makinelerin doğru bakımını yaparak dış kurulum faaliyetlerini azaltın	Makineyi Goražde'den Srebrenica fabrikasına transfer edip aletleri makinenin yanında yerleştirmek
		Araç değiştirme için forklift yerine bir vinç kullanın
		İstenen üretim ayarlarının ön kodlanması
Kurulum faaliyetlerini paralel olarak gerçekleştirme veya tamamen ortadan kaldırma	Kurulum süresini kısaltın	İkinci bir teknisyen ekleyin

Değişim süresini azaltmak amacıyla tatbik edilen iyileştirmeler, dış kurulum faaliyetleriyle bağlantılıydı ve kalıp değişim işlemi sırasında gerekli olan araçların daha iyi konumlandırılması yoluyla bu yönde önemli bir azalma sağlanmıştır. Gelecek durumda kalıplar, depo yerine makinenin yanında bırakılırken, 5S uygulanması, değişim sürecinde işyerinin daha iyi organize olmasını sağlamıştır. Buna ek olarak, ikinci bir teknisyeni takıma dâhil etmek suretiyle değişim süresi daha da azaltılabilmektedir. Teknisyenlerin hareketleri ve gerçekleştirmiş oldukları faaliyetleri aşağıdaki grafikte verilmiştir.

Şekil 16: Paralel kurulum faaliyetleri (Santos ve diğerleri, 2006: 138)



Daha önce bahsedilen yöntemlerin iş standardizasyonu ile birlikte uygulanması, yeni kurulan kaplama üretim ve zambak uygulama hücresinin mevcut durumdakiyle aynı sayıda işçi ile takt zamanını karşılamasını mümkün kılmıştır. Bu, da kısmen kalıp alevli ısıtma işleminden ikinci zambak uygulama işlemine kaynak tahsis etmek suretiyle yapılmıştır. Daha doğrusu ikinci işçi, plastik kalıpların yapıştırma odasından montaja doğru fiziksel olarak aktarılmasını sağlamıştır. Dahası, dikiş üretimindeki bakım sorunlarını tamamen ortadan kaldırmak ve ikinci kez zambak uygulama sürecinde duraklama süresinin yarı yarıya düşürülmesi sayesinde kayıp zaman 20 dakikaya indirgenmiştir.

Montaj süreci 5S'nin uygulanması ile optimize edilmiş, böylece ek işçiler gerekmeden takt zamanına ulaşılmıştır. Çevrim süresinde % 5'lik bir azalma yalnızca iki montaj masasına düzgün bir şekilde yerleştirilecek tüm üretim araçlarının organize edilmesiyle ve aynı zamanda yeterli sayıda işlevsel sıcak fan temini vasıtasıyla sağlanmıştır. İkinci zambak uygulama işleminde (montaj işlemi öncesinde bir süpermarket aracılığıyla) parçaları beklerken kaybolan zamanı ortadan kaldırarak ve sıcak fanların bakımının düzgün bir şekilde yapılması suretiyle duraklama süresi de azaltılmıştır.

Nihai kontrol ve paketleme işlemlerinin birleştirilmesi suretiyle sevkiyat hazırlama hücresi organize edilmiş olup 5S ve Görsel İşyeri uygulamaları sayesinde çevrim süresi kısaltılmıştır. Daha iyi hale getirilen bakım işlemleri sayesinde termal ısıtma fırınının karakteristik özelliği olan bekleme süresini asgari seviyeye düşürmüştür. Termal ısıtma fırınının yapısından dolayı bu işlem değer akışının pacemaker'ı olarak seçilmiştir.

Aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi, Sevkiyatların akışı ve ardından üretim, Birleşik Krallık'a giden parçalara kıyasla AB'ye giden parçaların ¼ oranındaki karışımıyla Heijunka yük seviyelendirmesi uygulanarak ve kap başına 19-dakika adımlarla organize edilmiştir.

Çizelge 19: Heijunka

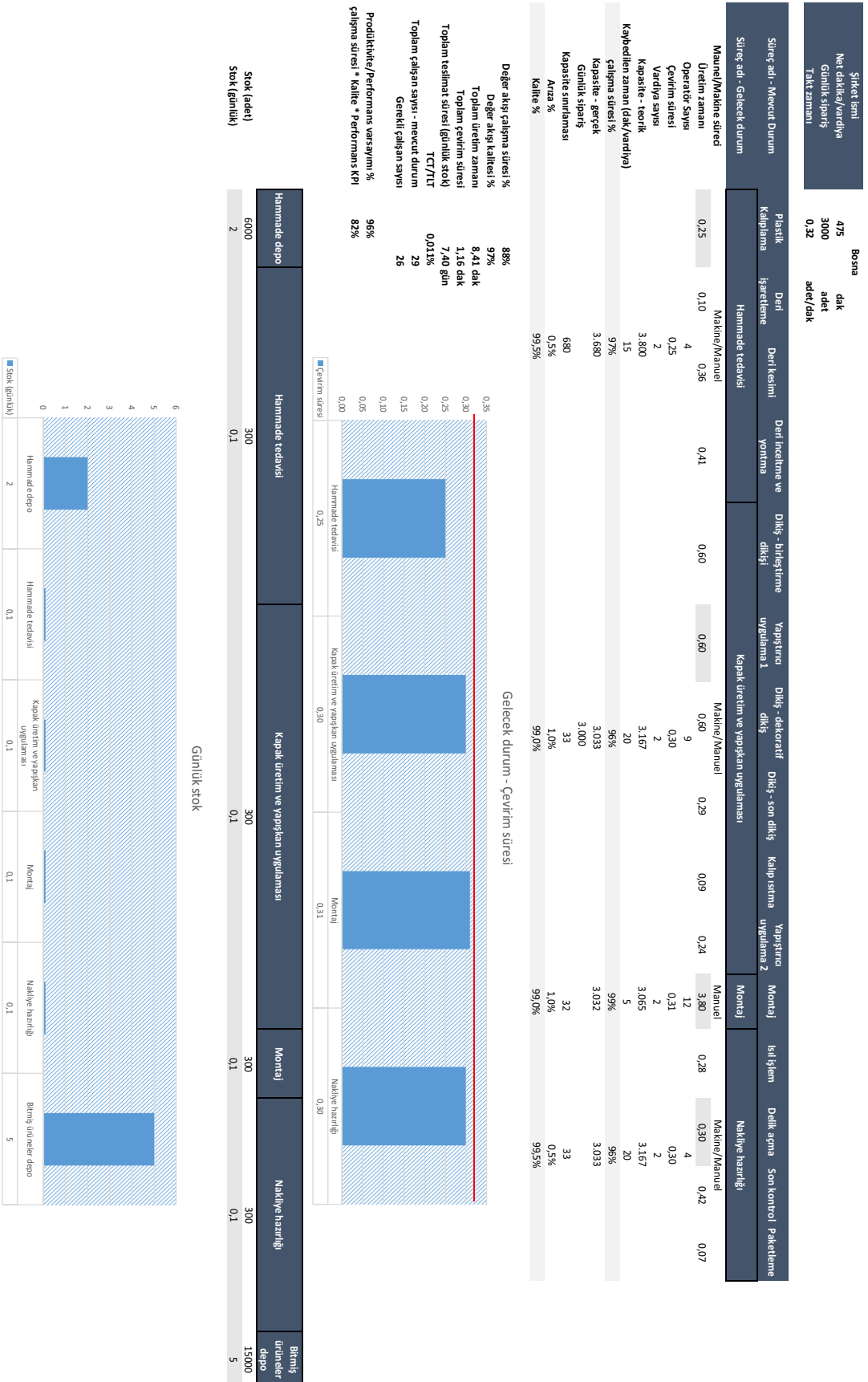
Ürün	EU	ENG
Günlük Gereksinim	2400	600
Paketleme miktarı	60	60
# kanban	40	10
Üretim oranı	4	1

Malzeme işleyicinin rotası aşağıdaki şekilde açıklanabilir:

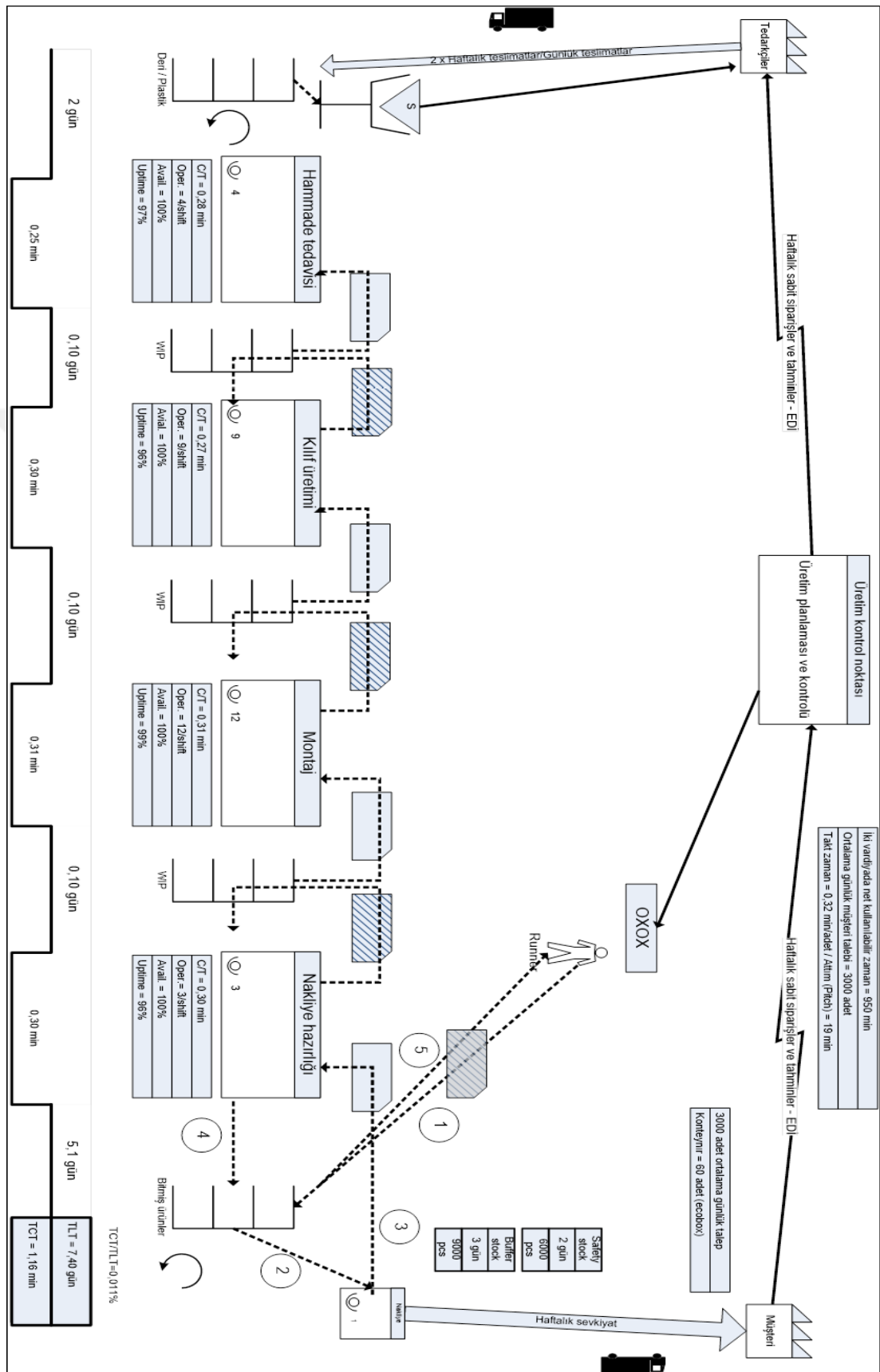
- Malzeme tedarikçisi bitmiş malların süpermarketindeki yük dengeleme karışımına uygun çekme kanban vasıtasıyla parçaları geri çekip onları nakliyeye yönlendirecektir.
- Malzeme tedarikçisi bundan sonra sevkiyat hazırlama hücrelerine karşılık gelen bir üretim Kanbanı teslim ederken sevkiyat edilen parçaların yerine yedek stoğunu tüketmiş mal süpermarketine geri çeker.
- Malzeme tedarikçisi nakliye için, bir sonraki kartı almak amacıyla Heijunka yük dengeleme istasyonuna geri dönerken sevkiyat hazırlama hücreleri ile önceki WIP süpermarketi arasındaki bir çekme kanbanı, montaj hücrelerinden hammadde tedarikçilerine doğru parçaların yenilenmesi zincirleme reaksiyonunu ayarlayacaktır.

İşlem verileri ve Sonraki durum Değer Akış Haritası'na genel bir bakış, aşağıdaki şekillerde verilmiştir.

Çizelge 20: "Bosna" şirketi- Gelecek durum üretim süreci bilgileri



Şekil 17: "Bosna" Şirketi – Gelecek Durum Değer Akışı Haritası



SONUÇ

Küresel iş ortamının durumu ve gidişatı üzerinde düşünüldüğünde en ağır basan iki gerçek şu ki müşteri talebi gittikçe daha da sınırlı hale gelirken rekabet de her geçen gün artmaktadır. Bu durum, şirketleri hem üretimde hem de hizmet sektörlerinde oldukça zor bir duruma sokmaktadır. Şirketler rekabet gücünü sürekli arttırırken, günbegün daha da özel hale gelen müşteri taleplerini nasıl karşılayabilir? Son otuz yılda çok sayıda şirkette elde edilen sonuçlar, Yalın üretimin bu soruya verilecek doğru yanıtlardan biri olduğunu göstermiştir.

Ticari bir açıdan bakıldığında Yalın üretim, maliyet azaltma prensibi ile en iyi şekilde örneklendirilir. Geleneksel düşünce, bir hizmet veya ürünün fiyatının, maliyetler ve arzu edilen kâr toplamı şeklinde hesaplandığını belirtir. Ancak şiddetli rekabet ortamındaki şirketler, fiyatı kabullenirler, yani fiyatlar piyasa tarafından tayin edilir ve bu şekilde uygulanan fiyat hesaplama sistemi şirketin kolayca iflasa sürüklenmesine sebep olabilir. Bu durum, şirketlerin inebilecekleri alt sınırlara odaklanmalarını ve maliyetlerini saldırgan bir şekilde optimize etmelerini sağlarken, aynı zamanda esnekliği ve kaliteyi de arttırmaktadır. Dünyanın en başarılı şirketlerinden bazıları bu işi değer akışlarından israfları gidermekle başaramışlardır. Aslında bunu gerçekten başarmışlardır çünkü piyasanın belirlediği fiyatları verebilmişlerdir ve maliyetlerini kar elde edecek şekilde optimize edebilmişlerdir. Durumu Yalın terminolojisiyle ifade etmek istersek, satış fiyatını etkileyen tüm israfları ortadan kaldırarak ticaretin içinde kalıp kalmayacakları şirketlerin kendi seçimlerine bırakılmışken, müşteriler Değer için ödeme yapmaya isteklidirler. Yalın üretim yolunda kullanılan en önemli yöntemlerden biri olan Değer Akışı Haritalama veya "değişim için plan" adıyla anılan yöntemin kullanımı bu çalışmada ayrıntılı olarak incelenmiş ve gösterilmiştir.

Değer akışı haritalama yöntemi, Yalın felsefenin özünü içine alır çünkü elde mevcut olandan daha mükemmel bir çözüm aramak suretiyle Sürekli İyileştirme'yi teşvik eder. Vaka incelemesi olarak seçilen şirket, otomotiv sektöründe uzunca bir süre faaliyet göstermiş ve piyasadaki rekabet gücünü piyasada ortaya koymuş olan bir şirkettir. Ancak Yalınlaşma merceği altında üretim süreçlerinin

analizi yapıldıktan sonra şirket yönetimi elde edilen sonuçlar ve sunulan iyileştirme olanakları karşısında gayet şaşırmıştır. Analizin belki de en değerli neticesi, yönetim ve çalışanlara yeni bir düşünce tarzı, farklı bir bakış açısı sunmak olmuştur.

Yalın ölçümler açısından konuşulduğunda, başlangıçta gözlenen toplam teslimat süresi 38,2 günden, 7,4 güne düşürülmüş, yani neredeyse % 80 oranında azaltılmıştır. Toplam çevrim süresinde de bir önceki 3,48 dakikadan yaklaşık % 65 düşüşle 1,16 dakikaya azalma sağlanarak oldukça büyük bir gelişme kaydedilmiştir. Her iki cepheden yapılan iyileştirmeler, TCT / TLT anahtar performans göstergesinde, baştaki % 0,006'dan, sonraki durum değer akış haritasında stok dönüşlerinin neredeyse iki katına çıktığı anlamına gelen % 0,011'e yükselmiştir.

Yalın sonuçlarını sunarken tasarruf edilen para miktarını öne sürmek, genellikle en faydalı yöntemdir. Stok azaltma açısından, 30,8 gün sayısı kadar gün elimine edilmiş veya kaba bir hesaplama stok yaklaşık 92.000 adet ürün kadar azaltılmıştır. Bir el freni tutacağıнын ortalama fiyatının 10 Avro olduğunu varsayarsak, kurtarılan atıl sermayenin yaklaşık 920.000 Euro değerinde olduğu anlaşılmaktadır. İşçilik maliyetleri konusunda ise, Sonraki durum, işçi sayısını % 12 kadar veya mutlak bir sayı ile 4 işçi şeklinde azaltmıştır. Her çalışanın brüt olarak şirkete ayda 2000 Avro'ya mal olduğunu varsayarsak, şirket bu operasyon sayesinde yılda 96.000 Euro tasarruf ederken önceki üretim çıktı hacmini korumuş ve geliştirmiştir. Yalın metodolojisini uygulamanın hedefi personel azaltmak değildir, dolayısıyla fazlalık işçiler başka projelere atanabilir ve yalın uygulama destekçileri olarak işlerine devam edebilirler. En doğrudan maliyet olan kalite farkı için bir başka örnek de verilebilir. Diğer bir deyişle kalitenin düşüklüğünün potansiyel müşteri reklamasyonu ve imaj kaybına yol açacağı aslında hesaba katılmamaktadır. Bakım faaliyetlerinin kötü olması nedeniyle, Mevcut Durumda değer akış seviyesi kalite göstergesi % 90 olarak hesaplanmıştır. Bu rakam, yılda 72.000 ek üretim birimi veya yıllık kalite maliyeti 720.000 Euro şeklinde yorumlanabilir. Özetlenen iyileştirme olanakları aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Çizelge 21: İyileştirme olanakları

Varsayımlar	Parça fiyatı	€	10	Takt (adet/gün)
	Aylık brut işçi maliyeti	€	2.000	3000
	Değer akış performans göstergesi		96%	
		Mevcut Durum	Gelecek Durum	İyileştirme oranı
Süreç göstergeleri	Toplam teslimat süresi (gün)	38,2	7,4	-81%
	Toplam çevrim süresi (dakika)	3,48	1,16	-67%
	TCT / TLT	0,006%	0,011%	72%
		Mevcut Durum	Gelecek Durum	İyileştirme oranı
OEE göstergeleri	Değer akış çalışma süresi (Uptime)	58%	88%	52%
	Değer akış kalite göstergesi (Quality)	90%	97%	8%
	Değer akış OEE göstergesi (Uptime*Quality*Performance)	50%	82%	64%
		Mevcut Durum	Gelecek Durum	Tasarruf
Finansal göstergeleri	Gerekli çalışan sayısı	33	29	€ 96.000
	Elde bulunan stok değeri	€ 1.146.000	€ 222.000	€ 924.000
	Yeniden işlenmiş kusurlu parçaların maliyeti	€ 720.000	€ 216.000	€ 504.000

Vaka incelemesinin konusu olmadığı halde, sonraki durumdaki gelişmelerin OEE göstergesine ne gibi bir etkisinin olacağının tespiti amacıyla bir OEE hesaplaması gerçekleştirilmiştir (varsayılan performans verileri kullanılarak). Bu hesaplama, çok fazla akademik ilgi görmeyen, yani Değer Akışı Haritalama ve şirketin OEE skoru arasındaki korelasyonuna potansiyel olarak dikkat çekme amacıyla yapılmıştır. Ancak, bu konuda sınırlı araştırma sonucu bulunabilmiştir ve vaka incelemesinde sunulan ile aynı sonuca varılmıştır. Değer akış haritası bir şirketin OEE skoru üzerinde gayet olumlu bir etkiye sahiptir.

Son olarak, sunulan Sonraki durum haritasının değer akışındaki israfları tamamen ortadan kaldırmadığını ve başka iyileştirme imkânlarının potansiyel olarak hala var olduğunu ve bu durumun daha önce belirtilen görüşe kanıt olarak Değer Akışı Haritalama yönteminin, sürekli iyileştirme ve mükemmeliğe ulaşmak için sürekli çaba harcamak demek olan Yalın üretimi kapsadığını kanıtlamaktadır.

KAYNAKÇA

Ahmetoğlu, F. (2007). *Değer Akış haritalandırma ve geleneksel kanban sisteminin kurulması*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Apilioğulları, L. (2013). *Operasyonel Mükemmellik*. İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Bryne, A. (2013). *Yalın Dönüşüm*. Çev. Melis İnan. İstanbul: Optimist Yayıncılık.

Chase, R., Jacobs, R., Aquilano, N. (2006). *Operations Management for competitive advantage*. New York: McGraw-Hill/Irwin.

Chiarini, A. (2013). *Lean Organization: From the tools of the TPS to Lean office*. Milano: Springer

Cudeny, E. (2009). *Using Hoshin Kanri to improve the Value Stream*. New York: Productivity Press.

Erkek, S. (2008). *Yalın Üretim Analizi Araştırma Raporu*, Konya Ticaret Odası Etüt Araştırma Servisi, Konya. (ss. 1-11).

Gündoğdu, E. (2002). *Sipariş tipi üretim yapan bir mobilya fabrikasında değer akış haritalandırma ile stok maliyetinin minimizasyonu*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Hill, A. (2012). *The Encyclopedia of Operations Management*. New Jersey: Pearson Education Inc.

Hines, P., Rich, N. (1997). *The Seven Value Stream Mapping Tools*. International Journal of Operations and Production Management. Vol:17. Iss:1. Pp 46-64.

Irani, S.A., Zhou, J. (2011). *Value Stream Mapping of a complete product*. http://www.lean-manufacturing-japan.com/white_paper/value_stream_mapping_of_a_comp.html, (24.05.2016).

Kato, I. Smalley, A. (2011). *Toyota Kaizen Methods – Six Steps to Improvement*. New York: Productivity Press.

Katko, N. (2014). *Yalın CFO*. Çev. Tunç Sancı. İstanbul: Optimist Yayıncılık.

Kind, S. (2004). *Using Value Stream Mapping to improve forging processes*. (Yüksek Lisans Tezi). Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management.

Krajewski, L., Ritzman, L., Malhotra, M. (2013). *Operations Management*. Essex: Pearson Education Limited.

Nash, M., Poling, S. (2008). *Mapping the total Value Stream*. New York: Productivity Press.

Noori, H., Radford, R. (1995). *Production and Operations Management*. New York: McGraw-Hill, Inc.

Liker, J., Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Locher, D. (2008). *Value Stream mapping for Lean Development*. New York: Productivity Press.

Monden, Y. (2012). *Toyota Production System*. New York: CRC Press.

Okur, A. (1997). *Yalın Üretim 2000’li Yıllara Doğru Türkiye Sanayii İçin Yapılanma Modeli*. İstanbul. Söz Yayın.

Özgürler, Ş. (2007). *Değer Akış Haritalandırma ve CONWIP sistemine yönelik bir tasarım*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Rother, M. Shook, J. (2009). *Learning to See: Value Stream Mapping to create value and eliminate muda*. Cambridge: Lean Enterprise Institute, Inc.

Russel, R., Taylor, B. (2011). *Operations Management*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

Santos, J. Wisk, R., Torres, J. (2006). *Improving Production with Lean Thinking*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Shankar, K., Pol, S. (2015). *A study on decisive tool “value stream mapping” to excel the potentiality of manufacturing industries*. International Journal of Multidisciplinary Research and Development. Vol:2. Ss.413-429.

Shingo, S. (1989). *A study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint*. Cambridge: Productivity Press.

Stewart, J. (2011). *The Toyota Kaizen Continuum*. New York: CRC Press.

Stoller, J. (2015). *The Lean CEO*. New York: McGraw-Hill Education.

Tapping, D., Luyster, T., Shuker, T. (2002). *Value Stream Management: Eight steps to Planning, Mapping and Sustaining Lean Improvements*. New York: Productivity Press.

Woll, C. (2003). *Identifying value in instructional production systems: Mapping the value stream* (Doktora Tezi). Utah: Utah State University.

Womack, J., Jones, D. (2003). *Yalın Düşünce*. Çev. Oygur Yamak. İstanbul: Optimist Yayınları.

Womack, J., Jones, D., Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World*. New York: Rawson Associates.

Yurdugöl, U. (2010). *Değer akış haritalandırma yöntemi ve bir uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü.

Yüksel, H. (2013). *Üretim/İşlemler Yönetimi: Temel kavramlar*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.



EK

EK 1: Değer Akış Haritası'nda kullanılan semboller (Rother ve Shook, 2009: 103)

