

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BİR KONFEKSİYON İŞLETMESİNDE YALIN ÜRETİM
TEKNİKLERİ UYGULAMA OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA SÖNMEZ

DENİZLİ, ŞUBAT 2022

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



BİR KONFEKSİYON İŞLETMESİNDE YALIN ÜRETİM
TEKNİKLERİ UYGULAMA OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA SÖNMEZ

DENİZLİ, ŞUBAT 2022

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

MUSTAFA SÖNMEZ

ÖZET

**BİR KONFEKSİYON İŞLETMESİNDE YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ
UYGULAMA OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MUSTAFA SÖNMEZ
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. YILDIRAY TURHAN
DENİZLİ, ŞUBAT, 2022**

Yalın Üretim, ürün ve hizmet yaratma sürecini israflardan arındırıp sadeleştirerek sunulan değeri mükemmelleştirmek ve bu yolla firma karlılığını arttırmak amacını taşıyan kavram, sistem ve teknikler bütünüdür. Artan farkındalıkla birlikte müşteriler, daha çok çeşidi daha az maliyetle, yüksek kalitede ve hızlı teslimatla talep etmektedirler. Benzer şekilde, işletmeler de aynı amaçları taşımaktadır. Buna ek olarak, küreselleşme nedeniyle artan rekabet, maliyetlerdeki artış gibi sebeplerden dolayı işletmeler daha az maliyetle ve daha fazla ve daha kaliteli üretmeyi amaçlamaktadır. Bu noktada işletmede yapılan çalışma ile öncelikle seçilen hat analiz edilmiştir. Bu analizler sonucu taşıma, gereksiz hareket, bekleme, taşıma gibi israflar tespit edilmiş ve yerleşim planında değişikliğe gidilmiştir. 2. Aşama olarak, hatta değer katan prosesleri belirlemek için hattın Değer Akışı Haritası çıkarılmıştır. Hattın takt zamanı hesaplanmış ve bir ürünün akış süresini belirlenmek için veri toplanmıştır. Mevcut duruma göre çözüm önerileri getirilerek Gelecek Durum Haritası oluşturulmuştur. Buna göre demet sayıları düşürülmüş, kanban ve çekme sistemi uygulanmıştır. Akış süresi ortalama %69 oranında azaltılmıştır ve tek parça akış hedeflenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Yalın üretim, kaizen, değer akış haritalama, kanban, akış süresi, çekme sistemi

ABSTRACT

RESEARCHING OPPORTUNITIES OF LEAN MANUFACTURING TECHNIQUES IMPLEMENTATIONS IN A CONFECTION COMPANY

MSc THESIS

MUSTAFA SÖNMEZ

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ INSTITUTE OF SCIENCE

TEXTILE ENGINEERING

SUPERVISOR: PROF. DR. YILDIRAY TURHAN

DENİZLİ, FEBRUARY, 2022

Lean Manufacturing is a set of concepts, systems and techniques that aim to perfect the value offered and thus increase the profitability of the company by purifying and simplifying the process of creating products and services from waste. With increasing awareness, customers are demanding more variety with less cost, high quality and fast delivery. Similarly, businesses have the same goals. In addition, due to reasons such as increased competition due to globalization and increase in costs, businesses aim to produce more and better quality at less cost.

At this point, the selected line was analyzed with the study carried out in the enterprise. As a result of these analyzes, wastes such as transportation, unnecessary movement, waiting, transportation were determined and the layout plan was changed. As a second step, the Value Stream Map of the line was created to identify the processes that add value to the line. The takt time of the line was calculated and data was collected to determine the flow time of a product. A Future Situation Map was created by suggesting solutions according to the current situation. Accordingly, the number of bundles has been reduced, and the kanban and drawing system has been applied. Flow time has been reduced by an average of 69% and a single piece flow is targeted.

KEYWORDS: Lean manufacturing, kaizen, value flow mapping, kanban, flow time, drawing system

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI	2
2.1 Yalın Üretim Felsefesi	8
2.1.1 Yalın Üretim Tanımı	8
2.1.2 3M (Muri, Mura Muda).....	10
2.1.2.1 Muri: Aşırı İş Yüğü.....	10
2.1.2.2 Mura: Dengesiz Üretim	10
2.1.2.3 Muda: İsraf.....	11
2.1.3 Yalın Üretim Tarihsel Gelişimi.....	14
2.1.3.1 Emek-Sanat Üretimi	14
2.1.3.2 Seri Üretim.....	16
2.1.3.3 Yalın Üretim	19
2.1.3.4 Yalın Üretim Diğer Üretim Sistemleriyle Karşılaştırılması	22
2.1.4 Yalın Üretim İlkeleri	24
2.1.4.1 Değer.....	24
2.1.4.2 Değer Akışı	25
2.1.4.3 Değer.....	26
2.1.4.4 Çekme	27
2.1.4.5 Mükemmellik.....	31
2.1.5 Yalın Üretim Teknikleri.....	32
2.1.5.1 Tek Parça Akış.....	32
2.1.5.2 Kanban	34
2.1.5.3 Model Değiştirme Sürelerini Kısaltma (SMED)	43

2.1.5.4	5S	45
2.1.5.5	Poka-Yoke	46
2.1.5.6	Kaizen	47
2.1.5.7	Heijunka.....	48
2.2	Değer Akış Haritalama.....	49
2.2.1	Değer Akışı Haritalamanın Faydaları	51
2.2.2	Değer Akış Haritalama Adımları	53
2.2.2.1	Ürün Ailesi Seçimi.....	54
2.2.2.2	Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi.....	69
2.2.2.3	Mevcut Durumun Değerlendirilmesi	83
2.2.2.4	Gelecek Durum Haritası	84
3.	MATERYAL VE YÖNTEM	96
3.1	Materyal	96
3.2	Yöntem.....	100
3.2.1	Birinci Aşama.....	100
3.2.1.1	Verilerin Toplanması	101
3.2.1.2	Yerleşim Planı Değişikliği.....	105
3.2.2	2. Aşama.....	108
3.2.2.1	Veri Toplama	108
3.2.2.2	Tespit Edilen Problemler	109
3.2.2.3	Takt Zamanın Hesaplanması	110
3.2.2.4	Heijunka Hat Dengeleme.....	111
3.2.2.5	Mevcut Durum için Değer Akış Haritalamanın Oluşturulması.....	112
3.2.2.6	Pareto Analizi	118
3.2.2.7	Gelecek Durum Haritasının Çizilmesi.....	119
3.2.2.8	16'lı ve 5'li Demetlere FIFO ve Kanban Sisteminin Uygulandığında Akış Sürelerinin Karşılaştırılması.....	122
3.2.2.9	Çevirme ve Kontrol Proseslerinin Birleştirilmesi.....	125
3.2.2.10	Diğer Yapılan Çalışmalar	130
4.	ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	134
5.	TARTIŞMA SONUÇLARI.....	136
6.	KAYNAKÇA.....	137
7.	ÖZGEÇMİŞ	140

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Süpermarket çekme sistemi.....	29
Şekil 2.2: Sıralı çekme sistemi	30
Şekil 2.3: Kanban çeşitleri.....	39
Şekil 2.4: Üretim kanbanı.....	40
Şekil 2.5: Çekme kanbanı.....	41
Şekil 2.6: Kanban ana çalışma prensibi.....	42
Şekil 2.7: Kanbanda parçanın ve kartın ilerleyişi.....	42
Şekil 2.8: SMED'in adımları.....	45
Şekil 2.9: Değer akış haritalamanın adımları	53
Şekil 2.10: Ürün ailesi matrisi	54
Şekil 2.11: Takt zamanı	56
Şekil 2.12: Makina balans grafiği	61
Şekil 2.13: Makina balans grafiği-2	62
Şekil 2.14: Otomasyon seviyeleri	62
Şekil 2.15: Bir işçinin beklemek yerine birden fazla prosesi yönetmesi.....	63
Şekil 2.16: Otomatik kısımların hücreye entegre edilişi	66
Şekil 2.17: Kayar malzeme rafı	69
Şekil 2.18: Müşteri ve tedarikçi sembolleri	71
Şekil 2.19: Günlük müşteri ihtiyacının yazılması.....	72
Şekil 2.20: Teslimat ve satın alma bilgilerinin girilmesi	73
Şekil 2.21: Üretim operasyonları ve zaman ekseninin çizilmesi.....	74
Şekil 2.22: Operasyon bilgi kutularının doldurulması.....	76
Şekil 2.23: Bilgi akış sembollerinin çizilmesi	79
Şekil 2.24: Operasyonlar arası bilgi sembollerinin çizilmesi	80
Şekil 2.25: Prosesler arası itme sembollerinin çizilmesi	81
Şekil 2.26: Üretim akış ve stokların elde tutulma sürelerinin hesaplanması.....	83
Şekil 3.1: İş akış diyagramı	97
Şekil 3.2: Spagetti diyagramı-akış diyagramının işletme planı üzerinde gösterimi	100
Şekil 3.3: Eski yerleşim planı	106
Şekil 3.4: Yeni yerleşim planı	106
Şekil 3.5: Planlamanın verdiği haftalık sipariş adetleri.....	110
Şekil 3.6: Takt zamanına göre heijunka hat dengeleme	111
Şekil 3.7: Mevcut durum için değer akış haritalama	113
Şekil 3.8: Pareto analizi	118
Şekil 3.9: Gelecek durum haritası.....	121
Şekil 3.10: 16'lı demette FIFO ve kanban sisteminin uygulanmasının karşılaştırılması	122
Şekil 3.11: 5'li demette FIFO ve kanban sisteminin uygulanması	123

Şekil 3.12: 16'lı ve 5'li demetlere FIFO ve kanban sistemi uygulandığında akış sürelerinin karşılaştırılması.....	124
Şekil 3.13: Çevirme ve kontrol işleminin birleştirilmesi için tasarlanan çevirme aparatı	125
Şekil 3.14: 16'lı demette yeni durum ile mevcut durumun karşılaştırılması.....	127
Şekil 3.15: 5'li demette yeni durum ile mevcut durumun karşılaştırılması.....	128
Şekil 3.16: 16'lı demet ilk durum 5'li demet kanbanlı yeni durumun karşılaştırılması.....	129
Şekil 3.17: Tüm senaryoların karşılaştırılması	130
Şekil 3.18: 5S kapsamında yapılan sepetler	130
Şekil 3.19: 5S kapsamında yapılan sepetler-2	131
Şekil 3.20: Bobin rafları	131
Şekil 3.21: Overlokta bobin değişiminde iyileştirme çalışması	133

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Seri üretim ile yalın üretim sisteminin karşılaştırılması	23
Tablo 2.2: Hücredeki operatör sayısını belirlemek için kurallar.....	64
Tablo 3.1: Ürün ağacı matrisi.....	96
Tablo 3.2: Zaman etüdü verileri.....	101
Tablo 3.3: Overlok operatörün ürün taşıma süreleri	102
Tablo 3.4: Punteriz işlem süreleri	103
Tablo 3.5: Operatörün her bir çevrimde getirdiği ürün adetleri.....	103
Tablo 3.6: Operatörün yaptığı her işlem adımı için ürün başına çevrim süreleri ...	104
Tablo 3.7: Punteriz işlemi için birim süre ve değer katan süre.....	104
Tablo 3.8: Makine katlama operatörünün işlem süreleri.....	104
Tablo 3.9: Makine katlama operatörünün birim işlem süreleri.....	105
Tablo 3.10: Standart ebat çevrim süreleri	108
Tablo 3.11: Siparişler ve takt zamanı	110
Tablo 3.12: 16'lı demet için akış süresi verileri	117
Tablo 3.13: 16'lı demette FIFO ve kanban sisteminin uygulamasının karşılaştırılması	122
Tablo 3.14: 5'li demette FIFO ve kanban sisteminin uygulanmasının karşılaştırılması	123
Tablo 3.15: 16'lı ve 5'li demetlere FIFO ve kanban sistemi uygulandığında akış sürelerinin karşılaştırılması.	124
Tablo 3.16: Çevirme ve kontrol proseslerinin birleştirilmesinin karşılaştırılması..	125
Tablo 3.17: 16'lı demette yeni durum ile mevcut durumun karşılaştırılması	126
Tablo 3.18: 5'li demette yeni durum ile mevcut durumun karşılaştırılması	127
Tablo 3.19: 16'lı demet ilk durum 5'li demet kanbanlı yeni durumun karşılaştırılması	128
Tablo 3.20: Tüm senaryoların karşılaştırılması.....	129
Tablo 3.21: Bobin değişiminde yapılan iyileştirme sonrası tip değişimi süreleri...	132
Tablo 3.22: Değer akış haritalama yöntemi ile elde edilen sonuçlar	135

ÖNSÖZ

Tez çalışması sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bize yol gösteren değerli hocamız ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Yıldray Turhan'a bize ayırdığı değerli zamanı ve sağladığı destekler için teşekkür ederim

Tez yazım sürecinde her türlü desteğini sağlayan, desteğini esirgemeyen Müdürüm Sayın Ali İhsan Armağan Bey'e; bu süreçte yol gösteren bilgi ve birikimi ile destekleyen Danışmanımız Taragay Toros Bey'e teşekkürlerimi sunuyorum

Çalışmalarımız boyunca maddi manevi destekleriyle bizi hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme de sonsuz teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

19. yüzyılda Sanayi Devrimi ile endüstrileşmenin başlaması ile birlikte yeni üretim yöntemlerinin doğmasına sebep olmuştur. Öncelikle, alanında uzmanlaşmış ustabaşlarının tekelinde olan emek sanat yoğunluklu üretim sistemi ortaya çıkmıştır. Sonrasında ise talebin artması ve sanayileşme adımlarıyla birlikte Henry Ford'un önceliğinde seri üretim kavramı ortaya çıkmıştır. 1929 Büyük Buhranı ile birlikte arz fazlası üretim, ekonomik koşullar, maliyetlerin artması, üretim müşteri talep ve isteklerinin dikkate alınmaması gibi sebeplerden dolayı şirketler yeni arayışlara girmiştir. Bunun sonucunda, bugün Yalın Üretim diye adlandırdığımız üretim modeli doğmuştur. Yalın üretim fire/hata oranı, taşıma, bekleme, taşıma, gereksiz iş ve hareket gibi müşteri için değer yaratmayan etmenleri minimize ederken, maliyetleri düşürüp kaliteyi ve verimliliği artırmayı amaçlayan bir üretim sistemidir.

Tezin konusunun bir tekstil firmasında yapılan bir uygulama olması sebebiyle, tekstil sektöründe yapılan çalışmalar literatür taraması kapsamında irdelenmiştir. Uygulama kısmında kullanılan yöntemleri açıklamak amacıyla yalın üretim sistemlerinin tarihçesi, ilkeleri ve teknikler özetlenmiştir ve Değer akış haritalama yöntemi detaylı olarak anlatılmıştır. Sonrasında ise uygulama kısmına geçilmiştir.

Yapılan çalışma bir tekstil firmasının konfeksiyon bölümünde yastık üretimi yapılan bir hatta gerçekleştirilmiştir. Öncelikle hatta gözlemler yapılmış ve zaman etüdü kapsamında hattın verileri toplanmıştır. Çalışma iki ana bölüme ayrılmıştır. Elde edilen ilk gözlemler ışığında. Hatta yerleşim planı değişikliği yapılmıştır. Daha sonra hattın mevcut durum değer akış haritalaması oluşturulmuş ve hatta değer katan faaliyetler ortaya çıkarılmıştır. Değer katmayan faaliyetleri belirlemek için ürünler işaretlenmiş ve akış süreleri ölçümlenmiştir. Elde edilen verilere göre çeşitli aksiyon planları oluşturulmuş ve hatta değer katmayan faaliyetleri minimize etmek için denemeler yapılmıştır. Sonrasında elde edilen kazanımlar sonuç bölümünde detaylı olarak açıklanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, tez bir konfeksiyon işletmesinde gerçekleştirilmesinden dolayı sektörde proseslerin iyileştirilmesini amaçlayan diğer yalın üretim uygulamalarında bahsedilecektir.

Yüksel (2020) Ön işlem terbiye fabrikasında haşıl sökme biriminde yaptığı çalışmada haşıl sökme işlemine odaklanmıştır. Bu kapsamında prosesini iş akış şemasını oluşturmuştur. Bunun sonucunda haşılama işleminden sonra mamulün 8-10 saat beklediğini ve ara stok problemine sebep olduğunu tespit etmiştir. İpliklerin nişastalı haşıl ile haşılınmasından kaynaklı bu bekleme basamağının mevcutta kullanılan makine ve kimyasallarla giderilmesinin mümkün olmadığı sonucuna varmıştır. İplikler nişastalı haşıl ile haşılınıp dokuma prosesinden sonra yakma-haşıl sökme prosesinde enzim kullanılarak sökülebilmesi gerektiğinden, iplikte kullanılan haşıl malzemesinin nişastasız ya da kısmen nişastalı enzim kullanılmadan sökülebilen bir kimyasala ihtiyaç olduğu görülmüştür. Bu nedenle yapılan çalışmada enzim kullanılmadan sadece yıkama ile uzaklaşılabilen haşıl malzemelerin kullanılması yönünde karar vermiştir. Method etüdü ile uyguladığı yeni yöntem ile sadece bekleme ve stok israflarına çözüm bulduğu görülmüştür (Yüksel 2020).

Bir diğer çalışma da Akçagün (2006), gömlek üreten hazır giyim firmasında yaptığı uygulamadır. Akçagün (2006), zaman etüdü yöntemi ile seçilen ürün ailesi için veri toplamıştır. Bu veriler sonucunda montaj hattında yerleşim planı değişikliği yaparak montaj hattını hücrelere dönüştürmüştür. Etek ucu kontrol, kol çevirme operasyonu gibi bazı prosesler yapılan kaizen çalışmaları ile kaldırılmış olup %11'lik verimlilik artışı elde etmiştir (Akçagün 2006).

Kumaş örme ve boyama alanın da faaliyet gösteren bir tekstil firmasında yapılan uygulamada Ayna (2021), işletmede ürünün üretilip stoklanması ve daha sonrasında itme yöntemiyle müşteriye ulaştırılması düşüncesinin hâkim olduğunu ifade etmektedir. Bu kapsamda mevcut durumun ortaya çıkarmak için, Ayna (2021) bir sipariş üzerinden bütün üretim süreçleri detaylıca incelemiştir. Bu analizler

sonucunda üretim hatlarında oluşan israflar belirlenerek yalın üretim sistemi teknikleriyle bu israfların en az düzeye indirilmeyi amaçlamıştır. Mevcut durumun ortaya çıkarılmasından sonra işletmede bireysel öneri sistemi kurularak çalışanların sürece dâhil edilmesi sağlanmış olması bir başka dikkat çekici unsurdur. Yapılan çalışmalar sonucu 16 gün olan üretim akış süresi 11 güne, örgü bölümünde yapılan Kaizen çalışmasıyla da 3.36 gün olan işlem süresi 3.17 güne düşürülmüş ve üretim sürecinde oluşan toplam maliyetin uygulanan yalın üretim teknikleriyle %8 azalması sağlamıştır (Ayna 2021).

Hakiki deri, suni deri ve polyester ve yünlü kumaşlardan ofis mobilya, kanepeler ve koltuk üretimi yapan bir firmada Zeybek (2013) yalın üretim sistemlerini uygulayarak iyileştirme çalışmaları yapmıştır. Öncelikle yalın prosje ekibinin tanımlayıp, ürün ailesi seçiminin yapılması, proseslerin analiz edilmesi ve sonrasında mevcut ve gelecek durumlar için değer akışını çıkararak sistematik bir yaklaşım izlediği görülmüştür. Proses analiz tablosuyla her bir yapılan işlem adımı analiz edilmiş ve metodları incelemiştir. Örneğin, dikiş makinelerinde miknatıslı dayama aparatı uygulaması ile daha hızlı süs dikişi ve baskı dikişi yapılarak günlük model başına 20 dakika kazanç sağlamıştır. Kesimden çıkan ürünleri taşımak için tasarlanan tekerlekli araba ile 36 saniye kazanç elde etmiştir. Dikilen modellerin için hücre tasarımıyla dikim süresinde %60 civarında iyileşme elde etmiştir. Masura değişiminde kayıpları önlemek için özel aparatlar koyarak yedek masura sarımını gerçekleştirerek beklem israfını ortadan kaldırmıştır. Değer akış gün sayısını 118,9 günden 41,4 güne, spagetti diyagramı ile ürünü kat ettiği mesafeyi 269,2 metreden 112.3 metreye düşürmüştür (Zeybek 2013).

Hazırlama, ring, fantezi, kukalama, boyahane ve swa baskı gibi proseslerin yer aldığı el örgü ipliği üreten bir tekstil firmasında Bilici (2019) yaptığı tezde, işletmenin değer akış haritası çıkarılmıştır. Bilici (2019) Üretim hattındaki sıklıkla karşılaşılan belli başlı bazı hataların sebeplerini ve etkilerini belirleyerek problemlerin detaylandırılması ve çözüm önerilerinin sunulmasını hedeflemiştir. Bu noktada problemleri önceliklendirmek için, üretilen ürün için hammaddenin tedarikinden final ürünün müşteriye sevkiyatına kadarki tüm prosesleri kapsayacak şekilde hata türleri ve etkileri analizi (FMEA) tekniğini kullanmıştır. FMEA Tekniği uygularken önce problemleri Balık kılçığı diyagramı yöntemi ile tespit etmiştir. Sonrasında olasılık, şiddet ve farkedilebilirlik değerlerinin atanması ve risk

öncelik katsayısının (RÖS) hesaplamış, hataları RÖS değerine göre sıralayarak ve önlemlerin saptanmasına yoluna gidilmiştir. RÖS değeri en yüksek olan problemlerin; paketleme ile kukalama bölümü arasındaki ara stok yoğunluğu, hammadde tedarik süresinin uzunluğu ve bazı makinelerde istenilen verimin alınamaması olduğu tespit etmiştir. Paketleme ve kukalama arasındaki ara stok kontrolsüzlüğü için paketleme makinesinin otomasyonu, işçi sayısında optimizasyon ve 5S çalışmaları yapılmıştır. hammadde temin süresindeki uzunluk problemi için de lojistik departmanı ve planlama departmanının daha entegre çalışması sağlanarak müşterinin geçmiş taleplerine bağlı olarak talep tahmini yöntemi tedarikçiden hammaddelerin temini gerçekleştirmek hedeflenmiştir. Makinelere istenilen verimin alınamaması probleminde kuka makinelerindeki iğlerin iğlerindeki iyileştirme ile deşe oranı %2.5 oranında azaltmıştır. Çalışması yapılan kalitede günlük alınan üretim 1680 kg iken yeni durumda 1720 kg'a yükselmiştir. Önerilen iyileştirmeler ile, düzeltici ve önleyici faaliyetler ile her bir iş istasyonunun çevrim zamanı ile takt zaman arasındaki fark azaltmıştır. Dolayısı ile mevcut durum grafiğindeki atıl kapasiteler ve ara stoklar ortadan kaldırılarak mevcut durumun toplam akış süresi %48'li bir oranda iyileşerek 1,76 günden 0,85 güne, toplam çevrim süresi %57'lik bir oranda iyileşerek 66 saniyeden 37,8 sn'ye kadar düşürülebileceğini görmüştür (Bilici 2019).

İnce (2018)'in doğal elyaflardan ve doğal elyaflı karışımlardan iplik ve kumaş üretimi gerçekleştirilen bir tekstil firmasında yaptığı tezde, öncelikle işletmede prosesler konusunda tecrübe sahibi kişiler belirlenerek değer akışı haritalama ekibi oluşturulmuştur. Müşteri taleplerinde gecikmelerin tespiti için pareto analizi yapılmıştır. Pareto analizinden çıkan sonuçlara göre boyama bölümünden kaynaklı müşteri gecikmelerinin iyileştirilmesi hedeflenmiş ve bu bölümde bir değer akışı haritası oluşturulmasına karar verilmiştir. Değer akış haritası uygulamalarında genelde ürün odaklı çalışılmasına karşın bu çalışmada proses odaklı (boyahane prosesi) çalışılarak ürün akış sürecinde iyileştirmeyi amaçlamıştır. İnce (2018) mevcut durum analizinden sonra Yapılan kaizen çalışmaları sonucunda boya bölümü için proses tedarik süresi 12,57 günden 7,12 güne kadar gerilemiş ve 5,4 günlük iyileşme elde etmiştir. Boyahane kaynaklı müşteri gecikme miktarlarında ise bu parametre ile ilgili yapılan kaizenlerin gecikmeye olan

etkisinin yaklaşık olarak 5 kat iyileşme olarak görüldüğünü ifade etmektedir (İnce 2018).

Bursa İnegöl’de faaliyet gösteren denim kumaş üretimi yapılan bir tekstil firmasında Yalçıntekin (2005)’in yaptığı uygulamada kazanç, zaman, aciliyet kıstasları ele alınarak puanlama sistemi üzerinden en yüksek puan alan konu/neden için Kaizen çalışması yapılmıştır. Yapılan analizde bütün kıstaslar üzerinden dört tam puan alan Koptu aldı oranının azaltılması Kaizen’i seçilmiştir. Problemin kök nedenlerini tespit etmek için sebep sonuç, balık kılçığı diyagramı gibi yöntemlerden faydalanmıştır. Yapılan iyileştirme çalışması ile %1,09 olarak gerçekleşen koptu aldı oranı %0,51’e düşürülmüştür Ayrıca bunun dışında tezgâhlardaki tip değişiminde harcanan süreyi azaltmak için SMED yöntemini kullanmışlar bunu sonucunda tip değişimi süresini 75 dakikadan 56 dakikaya kadar düşürerek %25’lik bir iyileşme elde etmişlerdir (Yalçıntekin 2015).

Dokuma fabrikasında yapılan bir başka uygulamada dokuma tezgâhlarındaki tip değişimleri incelenmiştir. Birinci aşamada farklı iplik numaralarında ve kapsam çerçevesinde diğer bağımsız değişkenlerden dolayı tip değişim süreleri farklı olduğundan, planlama isabetli olması için tip değişim süresinin matematiksel denklemi bulunmuştur. İkinci aşamada yalın üretim tekniği olan SMED analizi ile tip değişim süresinin kısalma süresi bulunmuştur ve SMED sonrası tip değişimi matematiksel formülü bulunmuştur. SMED analizi sonucunu değerlendirmek için 2018 yılı tip değişim sürelerinden aritmetik ortalama yöntemi ile mevcut süre 215,4 dakika bulunmuştur. Yapılan SMED analizi sonucunda Sevimli (2019) her bir çalışan için tip değişim sürelerini çıkarmıştır. Tip değişimcinin tip değişiminde geçireceği süre 135,7 dakika, tip değişim yardımcısının tip değişimde geçireceği süre 128,85 dakika olarak bulunmuştur. Dokuma tezgâhının tip değişim sürecinde kapalı kaldığı süre 135,7 dakika olarak tespit etmiştir. Bunun sonucunda tip değişiminde ayar süresinde azalma yüzde 37 olmuştur. Tip değişimi hedef süreye olan uzaklık yüzde 23,7 çıkmıştır. Kazanılan aylık ilave ekipman zamanı 9511 dakikadır. Dış ayar sürecini dikkate alınırsa birim kazanç 37,27 dakika çıkmıştır. Birim kazanç doğrultusunda aylık çalışan tasarrufu 8895 dakika çıkmıştır. Sevimli (2019) çalışan tasarrufu süresi ile ayda 25 adet daha tip değişimi yapılabileceğini ortaya koymuştur. Aylık tip değişimi adedinde artış yapılmayacaksa tezgâh kapasitesindeki artışın 1728 metre olduğunu ifade etmektedir (Sevimli 2019).

Konfeksiyon bölümünde Bilget (2015)'in yaptığı çalışmada dikimhane departmanının simülasyon modelini oluşturmuş ve burada elde ettiği çıktılarına göre yalın üretim yöntemlerini kullanarak bir çalışma gerçekleştirmiştir. Dikimhane departmanının önem düzeyini belirginleştirmek için “Kritik Yol Metodu - CPM” ile simülasyon uygulaması yapılması planlanan modeller için dikimhanenin kritik yol üzerinde yer alıp almadığını incelemiştir. Projede incelenen modellerin çeşitli algoritmalar ile dengelenmesi sonucunda modele ait ortalama verimlilikler hesaplanmış ve Simul8 yazılımında oluşturulan model sonuçları ile karşılaştırılması yapılarak, yüksek verimliliğe sahip dengelemelerin uygulamaya geçirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada konfeksiyonda yalın üretim yapan bir konfeksiyon işletmesinin üretim sistemi simülasyon yardımıyla ayrıntılı olarak incelenmiş, daha verimli bir üretim için farklı alternatif modeller oluşturulmuştur. Simülasyon uygulamasında, hat dengelemede gerekli iyileştirmeyi sağlamak amacıyla yeni bir hareket algoritması oluşturulmuştur. Geliştirilen kalp algoritmasının hat dengeleme üzerinde son derece önemli iyileştirmeler yaptığı görülmüştür. Tüm bunların yanı sıra, konfeksiyon üretiminde ürün temel özelliklerini etkilemeyecek şekilde belirli operasyonların sırası değiştirilerek, alternatif üretim modellerinin oluşturulmasının üretim verimliliğine olası etkileri de incelenmiş ve elde edilebilecek olan en iyi sonuçlar, operasyonlara atanacak uygun çalışan sayısı tespit edilmiştir (Bilget 2015).

Kahramanmaraş ilinde faaliyet gösteren bir hazır giyim firmasında Fırat (2014)'ün yaptığı çalışmada soru cevap yöntemi ve veri toplama yöntemi kullanılarak araştırma yapılmış ve bu araştırma sonucunda kullanılan yalın üretim sistemi ile ilgili bir takım veriler elde edilmiştir. Araştırma soruları genel olarak fabrika genel müdürü, fabrika genel müdür yardımcısı, işletme şefi, üretim ve planlama bölümü, satın alma departmanı, endüstri mühendisliği bölümü ve makine bakım ustaları tarafından cevaplanmıştır. İşletmedeki çalışanlara sorulan sorular neticesinde ölümcül yedi israf için çözüm yolları geliştirilmiştir. İşletmede aşırı stokun engellenmesi için giriş, çıkış ve paket sayıları kontrollü bir şekilde düzenlenmiş ve %80 oranında bir iyileşme sağlamıştır. InLine kontrol, sesli andon, uyarı kart sistemi ve saatlik bant üretim takibi gibi hata önleyici mekanizmalarla %90 oranında bir iyileşme başarılmıştır. İşletme yönetimi aşırı üretim dolayısıyla aşırı stoku reddederek karmaşık envanter yükünden kurtulmuş ve burada da %90

oranında bir iyileşme sağlamıştır. Hücresel imalat teknolojisi ve 5S uygulamalarıyla işletme daha kısa yol ve taşımalar kullanmış ve burada da %95 oranında bir iyileşme sağlamıştır. Operatörlerin işbaşında ihtiyaç duyduğu araç-gereç ve malzemelere düzen getirilerek ve operatörün parça, çizelge ve çizimleri aramak gibi değer katmayan hareketleri bir çözüme kavuşturularak hareket israflarında %90 iyileşme gerçekleştirilmiştir (Fırat 2014).

Düzce ilinde denim fabrikasının konfeksiyon bölümünde Eser (2018)'in gerçekleştirdiği çalışmada konfeksiyonun genel bir değer akış haritası çıkarılmıştır. Bu değerlendirmeler sonucunda dikim bölümü kendi içinde departmanlara ayrıldıktan sonra tek bir hat üzerinde akış sağlanmıştır. Montaj hattı düzenlenen banta entegre edildiği için hattın başlangıcından son prosese doğru taşımalar yapıldığını tespit eden Eser (2018), pantolon başına 0,97saniye harcanırken düzenleme sonrasında bu 0,07 saniyeye düştüğünü ifade etmektedir. Bunun dışında, bant içerisindeki makinelere iplik kesebilmesi için makaslar entegre edilmiş ve elle kesim ortadan kaldırılmıştır dolayısı ile daha temiz ürün üretilmeye başlanmıştır ve bu sebeple bantın içindeki iki noktada bulunan iplik temizleme aşamaları da kaldırılmıştır. Bunun sonucunda, bir bant üzerindeki çalışan sayısı 72'den 67'ye düşmüştür. Bir kot pantolonun üretim süresi ise 16 dakika 131 saniyeden 10 dakika 756 saniyeye düşmüştür yani %66'lık bir iyileşme elde edilmiştir. Bunun getirisi olarak hata oranlarında da %43'lük bir azalma saptanmıştır. Ayrıca Aksesuar bölümünde yapılan 5S uygulaması öncesi ve uygulaması sonrasında saptanan uygunsuzluklar ortadan kaldırılmıştır ve %40'lık alan kazancı elde edilmiştir. Kimyasal sprey bölümünde ağır olan hazneli tabancalar geliştirilmiştir ve hortum ile kimyasalın aktarıldığı yeni bir sistem oluşturulmuştur. Daha ergonomik hale gelen bu çalışma alanında tabanca 2kg daha hafiflemiştir. Bu sayede çalışanların bileklerinde yorgunluk ağrı engellenerek daha sağlıklı bir koşul oluşturulmuştur. Tabanca daha hafif olduğu için çalışanlar hareket kabiliyeti kazanmış daha hızlı hareket edebilmiştir (Eser 2018).

Yukarıda da özetlendiği gibi tekstil sektörünün farklı alanlarında çeşitli iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Bunların bazıları lokal olarak belirli proseslere odaklandığı gibi sistem yaklaşımı uygulayan çalışmalar da mevcuttur. Bu yapılan tez de ise iş gücünü –emeğin yoğun olduğu konfeksiyon bölümünde seçilen bir ystak hattın gerçekleştirilmiştir. Çalışma boyunca sistem yaklaşımı incelenmiş olup

tüm hat incelenmiş ve yerleşim planı değişikliğinde bulunulmuştur. Kaizen – sürekli gelişim ilkesi kapsamında bununla yetinilmemiş, bu yeni mevcut durum için hattın Değer Akış Haritası çıkarılmıştır. Mevcut durum değer akışı ile hat içindeki problemler tespit edilmiştir. Bu kapsamda çözüm önerileri oluşturulmuş ve bu önerilere göre Gelecek Durum Haritası çizilmiştir. Tek parça akışı sağlamak için FIFO (İlk giren ilk çıkar) kuralı uygulamak amaçlanmış bu kapsamda kanban sistemi ile ara stoklar sabitlenmiştir. Diğer yukarıda bahsedilen çalışmalardan farklı olarak akış süresi VSM’ üzerinde yer alan ara stoklar üzerinden tespit edilmesinin yanında, fiili gerçekleşen akış süresinin tespiti için birçok ürün başlangıç prosesden itibaren işaretlenmiş ve çıkışına kadar takip edilip analizler yapılmıştır. Elde edilen akış sürelerine göre çeşitli aksiyon planları alınmış ve çeşitli denemeler yapılmıştır. Bunun dışında, hattın takt zamanı hesaplanmış ve takt zamanına göre heijunka hat dengelemesi yapılmıştır. Bu kapsamda bazı proseslerin birleştirilmesi amaçlanmıştır. 5S ilkesi kapsamında çalışma ortamı düzenlenmiş, overlok prosesindeki tip değişimleri incelenmiş ve SMED kapsamında tip değişimi sürelerinin azaltılması amaçlanmıştır.

Bunun yanısıra diğer tezler incelendiğinde hat içindeki bekleme ve proses sürelerinin toplamını akış süresinin tespitini yönünde bir çalışma gözlemlenememiştir. Ayrıca akış süresinin azaltmakta kilit rol oynayan, FIFO ve kanban sistemleri detaylıca açıklanmış ve çeşitli senaryolar hazırlanarak uygulamaya geçilmiştir. Bu yönden incelendiğinde yapılan çalışma diğer tezlerden ayrılmaktadır.

2.1 Yalın Üretim Felsefesi

2.1.1 Yalın Üretim Tanımı

Bu sisteme yalın üretim denilse de sistemin mimarlarından Taiichi Ohno “Tam Zamanlı Üretim” terimini, Japon uzman ve araştırmacılar “Toyota Üretim Sistemi” terimini, ünlü Japon danışman Shiego Shingo ise “Stoksuz Üretim Sistemi” terimini kullanmışlardır. Bazı literatürlerde ise halen bu terimler kullanılmakta hatta “Eş Zamanlı Üretim Sistemi” olarak da anılmaktadır. Her ne

kadar bu sistemi ilk geliştiren ve uygulayan firma “Toyota Motor Company” firması olsa da sistemin geliştirilip yaygınlaştırılmasında başka firma ve uzmanlar da katkıda bulunmuş ve sistem Toyota’nın sınırlarını çoktan aşmıştır. Bu nedenle terimin “Toyota Üretim Sistemi” olarak adlandırılması yetersiz olacaktır. Aynı zamanda bu sistemde, belirli bir miktar değer yaratmak için her şeyin daha azına ihtiyaç duyulduğundan dolayı, kullanılan “Tam Zamanlı Üretim Sistemi” terimi de eksik bir ifadedir. Sonuç olarak, sistemin “Yalın Üretim Sistemi” adı ile anılması özünü daha iyi ifade etmesi itibari ile daha uygundur (İpek 2015).

Yalın Düşünce, Toyota üretim sistemi, Yalın üretim veya Tam zamanlı üretim sistemi gibi yapılan isimlendirmeler aslında kökeninde aynı şeyi ifade etmektedir. Yalın Üretim terimi, A.B.D.’deki Massachusetts Institute of Technology (MIT) bünyesinde dünya otomotiv sanayi üzerinde çalışmalar yapan International Motor Vehicle Program (IMVP) tarafından 1980’lerde ortaya konmuş bir terimdir. Terimin dünya çapında geçerlilik kazanması, IMVP’nın çıkardığı “The Machine That Changed the World” kitabının 1990’da yayımlanmasıyla mümkün olmuştur.

Womack, yalın üretimi kitle üretime göre her şeyin en az yarısını tüketen bir sistem olarak tanımlamaktadır. Yani, seri üretim ile kıyaslandığında yalın fabrikada yarım insan gücü, yarım üretim alanı, yarım ekipman yatırımı kullanır ve yeni ürün geliştirmede yarım mühendislik süresine ihtiyaç duyar. Aynı zamanda ihtiyaç duyulan miktarın yarısı, daha az hatalı üretim ve daha fazla çeşitlilikle üretim de yalın üretim sisteminin sağladığı faydalardandır. (Yalçıntekin 2015). Yalın uygulamalarla ilgili en yaygın olarak belirtilen faydalar, müşteri sağlama süresinde, çevrim süresinde ve üretim maliyetlerinde azalma ile birlikte işgücü verimliliği ve kalitesinde iyileşmedir (Shah ve Ward 2003).

Müşteri memnuniyeti tüm organizasyonların ana odak noktasıdır. Yalın uygulamak sadece müşteri memnuniyetini değil, aynı zamanda genel organizasyonel verimliliği ve etkinliği de artırır Artan farkındalıkla birlikte müşteriler, daha çok çeşidi daha az maliyetle, yüksek kalitede ve hızlı teslimatla talep etmektedirler. Bu zorluğa ek olarak, küreselleşme nedeniyle sürekli artan rekabet var. Sonuç olarak, kuruluşlar daha az harcama ve daha fazla üretmenin

yollarını arıyorlar. Yalın üretim kullanımı, bu zorlukla başa çıkmanın kanıtlanmış bir yoludur (Shah ve Hussain 2016).

2.1.2 3M (Muri, Mura Muda)

3M, “Muri, Mura, Muda” diye bilinen 3 Japonca terimdir. Ülkemize Toyota Üretim sistemi ya da yalın düşünce çalışmaları kapsamında girmiş olan kelimelerdir. Daha çok üretim şartlarındaki plansızlıkları ve düzensizlikleri anlatmaya çalışır.

Genellikle sektörde telaffuz edilirken Muda diye başlayarak Muri ve Mura geri plana atılır. Muda 3M’in içinde en önemlisiymiş gibi lanse edilerek tüm odaklar (Muda’nın üzerine yoğunlaşarak çözülmeye başlanır. Oysaki, işyerlerinde Mudaların olması daha çok Muri ve Muraların etkisi sonucudur.

2.1.2.1 Muri: Aşırı İş Yükü

Üretim hattında, operatörlerin ruhsal ve fiziksel açıdan yapabileceğinden daha fazla iş yüklenmesi, makina-donanım açısından ise sahip oldukları kapasitelerin üzerinde iş yükü bindirilmesi durumudur.

2.1.2.2 Mura: Dengesiz Üretim

Ürün ya da parçaların üretim planının standart değil, geçici olarak artıp, azalarak dalgalanmalar göstermesi durumudur.

İnsan açısından, iş yükündeki dalgalanmalardır. Bu dalgalanmalar sonucunda standart bir üretim âdeti alınamadığı ya da müşterinin talep hızı tespit edilemediği için üretim adetleri her gün farklı miktarlarda gerçekleşmektedir. Saatlik üretim adetleri takip edilmediği için ustabaşı/hat liderinin “bu kadar ürün çıkıyor” demesi ile israflar meydana gelecektir. Ürünlerin üretiminin palanları oluşturulduğunda saatte üretilmesi gereken ürün miktarı ancak üretim hatlarında

müşteri talep hızının hesaplanması ile standartlaştırılır. Bu da takt zamanını bilmek ile gerçekleşir.

2.1.2.3 Muda: İsrif

Katma değeri olmayan, çeşitli sonuçlar ve unsurlardır. Bir başka deyişle, üretim hattında muda, “*Sadece maliyeti artıran üretim etmenleridir*” olarak da tanımlanabilir

Toyota Üretim Sistemi’nde 7 çeşit muda vardır; yalın düşüncede bu miktar 8’dir.

Hata, Tamir Mudası

Hatalı ya da tamir gerektiren ürünlerin üretilmesi ve bunu düzeltmek için vakit harcamak bir mudadır. Bu heem kaliteyi düşürür, hem de maliyeti artırır.

Fazladan Üretim Mudası

Fazla üretim mudasını iki ayrılabilir. İlki, gereğinden fazla, stoğa üretim yapmaktır. Bir diğeri ise, gereğinden fazla bir hızla üretim yapmaktır. Bu da ra stokların artması anlamına gelir. Fazla üretim mudası, diğere mudalara da kapıyı araladığı için, en çok dikkat edilmesi gereken mudalardan biridir.

Fazla üretim mudasının sebep olduğu problemler;

- ✓ Fazladan adam*saat, ekipman/makine ihtiyacı
- ✓ Malzeme ve parçaların zamanından önce kullanılıp tükenmesi
- ✓ Elektrik, yağ vb. enerji giderleri
- ✓ Palet, skid, konteynerlerin artışı
- ✓ Taşıma araçları, forklift gibi benzeri taşıma araçlarının artışı

- ✓ Yeni stoklama yerleri, depoların kurulması
- ✓ Stok ortaya çıkması ve kontrol için harcanan adam*saat artışı
- ✓ Faiz yükünün artışı
- ✓ Kaizenin olumlu etkilerini yok etmesi

Fazladan İşleme Mudası

Proses boyunca ya da işlem gören parçaların üzerinde yapılan gereksiz işlemlere denir.

Örnek vermek gerekirse, Müşteri baklava siparişi verir. Restaurant sahibi de müşteri memnuniyeti için baklavanın yanına anlamına gelir.

Taşıma Mudası

Lojistik, tedarik zinciri gibi gerçekleştirilen taşımalar dışında proses boyunca ya da hat içinde yapılan tüm taşıma işlemlerine denir. Taşıma sadece malzemelerin taşınmaması olarak düşünülmemelidir, çeşitli bilgiler de taşındığı için büyük bir role sahiptir.

İhtiyaç fazlası parçaların taşınması ya da parçaların bir yerden başka bir konuma yerleştirilmesi, yeniden yığılması ve hareket ettirilmesi mudadır. Taşıma mudasını ortadan kaldırmak için:

1. Mesafeleri mümkün olduğunca kısaltılması gerekir.
2. Parçaların geçici olarak bir yere yerleştirilmesinin elimine edilmesi gerekir.

Stok Mudası

Tüm prosesler arasındaki hazır parçaların gereğinden fazla bir miktarda tutulması, tedarikçilerden gelen parça miktarının normalden fazla olduğu durumlarda oluşan mudadır.

Hareket Mudası

Hat içinde ya da proses içerisinde katma değeri olmayan insan ya da malzeme, makine ve ekipman hareketlerine denir. Toyota üretim sisteminde Hareket mudaları en önemlilerdendir. Çalışan hareketlerine odaklanarak yapılan iyileştirmelerle iş yükü kapasitesi artırılır ve bunun için herhangi bir yatırım ve paraya ihtiyaç yoktur. Bu nedenle Ohno, “*çalışan hareketlerine odaklanın*” demiştir

Bekleme Mudası

Makine ve ekipmanların otomatik olarak işlemleri gerçekleştirirken, operatörün makinenin yanında durup izlemesi, başka bir iş ile ilgilenmek isterken, makine çalışıyor diye o işe başlayamaması gibi durumlar bekleme mudası denir.

Kullanılmayan Yetenek

Yalın Üretim sistemi Toyota üretim sisteminden farklı olarak çalışanların yeteneklerinin kullanılmamasını da israf olarak kabul edilir. “Neden Toyota içerisinde 8. İsfraf görülmemiş ya da kullanılmamıştır?” diye sorulursa, Toyota üretim sistemi gücünü çalışanlarından aldığı şeklinde cevaplanabilir. Çalışanların bireysel olarak sunduğu öneriler ya da takım çalışmaları oldukça güçlüdür. Dolayısıyla tabandan gelen düşünceleri değerlendirilir böylece her bir çalışan Toyota Üretim sisteminin sürekli gelişmesine katkıda bulunarak ilerleme sağlanmaktadır.

Çalışanın öneri sunması demek aslında çalışana yönetime katılma hakkı verilmiş olması demektir. Çalışanlar verdikleri öneri ve fikirlere değer verildiğini hissettiği andan itibaren daha iyi fikir ve öneriler ortaya koymaya başlayacaktır (Çelik 2020).

2.1.3 Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi

2.1.3.1 Emek-Sanat Üretimi

1894 yılında İngiliz parlamentosunun zengin bir üyesi olan sayın Evelyn Henry Ellis bir otomobil satın almak için harekete geçti. Bir otomobil bayiiine gitmedi çünkü o zamanlar otomobil bayileri yoktu. Bir İngiliz otomobil imalatçısı ile de temasa geçmedi. Çünkü o zaman onlar da yoktu.

Bunun yerine, Paris'in meşhur takım tezgahı şirketi Panhard et Levassor'u ziyaret etti ve bir otomobil siparişi verdi. Günümüzde klasik otomobil koleksiyoncuları ve otomobil tarihi meraklıları tarafından hatırlanırken, 1894'te dünyanın bir numaralı otomobil şirketi idi.

Ellis P&L'ye geldiğinde, P&L yılda aslında otomobillerden ziyade bir metal kesici testere imalatçısı idi. Burada klasik el ile üretim sistemini buldu. P&L'nin iş gücünün büyük çoğunluğu tecrübeli el sanatkârlarından oluşuyordu. Bunlar otomobilleri az miktarda dikkatle çalışarak elde üretmekteydiler.

Bu işçiler mekanik tasarım prensiplerini ve çalıştıkları malzemeleri tamamen anlıyorlardı. Dahası, çoğu kendinin patronuydular ve P&L fabrikasında bağımsız taşeronlar olarak veya genellikle şirketin belirli parçalar için anlaşma yaptığı bağımsız atölye sahipleri olarak hizmet veriyorlardı.

Şirket sadece müşterilerle irtibata geçip aracın istenen özelliklerini tanımlamak, üretimi için gerekli parçaların siparişini vermekten ve nihai ürünün montajını yapmaktan sorumluydu. Bu süreçlerin büyük bir çoğunluğu, buna tasarım ve mühendislik de dâhil olmak üzere Paris'e yayılmış bağımsız atölye ve tezgâhlarda gerçekleşmekteydi.

Bu bağımsız atölyelerin her birinin farklı ölçü birimi kullanarak parçaları üretmelerinden dolayı üretilen hiçbir otomobilin eş olmamasına neden oluyordu. P&L'in montaj salonuna gelen bu parçaların özellikleri en iyimse şekilde takribi olarak tanımlanıyordu. Tecrübeli montajcılar ilk iki parçayı alıp birbirlerine tam uyana kadar onları tesviye ediyorlardı. Bu işlem otomobili oluşturan son parçaya kadar böyle devam ediyordu. Sonuç olarak otomobilin tamamı, ölçüleri açısından, yan tezgâhta aynı teknik resimlere göre yapılan diğer otomobilden belirli bir şekilde farklı olabiliyordu.

Toparlayacak olursak emek sanat bağımlı üretim aşağıdaki karakteristik özelliklere sahiptir:

- Tasarım, imalat işlemleri ve montaj gibi konularda yüksek tecrübeye sahip bir iş gücünün olduğu bir sektör mevcuttur. Çoğu işçiler uzunca bir işi öğrenme sürecinden (çıraklık) döneminden geçmişlerdir. Bunun sonucunda işi öğrenerek mesleklerinde yetkin, yüksek tecrübe sahibi ustalar olmuşlardır. Çoğu kendi montaj firmalarına çalışan taşeronlar olmanın hayalini gütmektedir.
- Her ne kadar tek bir şehirde yoğunlaşsa da atölyeler ve sorumlulukları aşırı bir şekilde dağınık durumdadır. Aracın tasarımın çoğunluk bir kısmı başta olmak üzere, diğer küçük parçalar aşırı dağınık durumda bulunan küçük atölyelerden tedarik edilmektedir. Sistem, ilgili herkes ile doğrudan temastan olan bir kişi yani P&L tarafından koordine edilmektedir.
- Metal ve ahşap üzerinde delme, taşlama ve diğer işlemler için çok yönlü genel maksatlı üretim makine, malzeme ve araçlar kullanılmaktadır.
- Üretim hacmi çok yüksek değildir. Hatta Seri üretime kıyasla çok daha düşüktür. (yılda 1000 veya biraz daha üstü otomobil üretimi) ve bunların sadece bir miktarı (elli veya biraz üstü) aynı tasarıma göre üretilmektedir. Bu elli tane arasında el sanatı teknikleri ister istemez farklılıklara sebep olduğu için iki tane dahi eş olmamaktadır (Womack ve diğ. 1990).

2.1.3.2 Seri Üretim

Emek-Sanat üretiminde işçilik maliyetlerinin yüksek olması, düşük üretim hacmi, farklı sanatkârlardan dolayı aynı model araçlarda bile eş otomobillerin üretilmemesi gibi problemleri gören Henry Ford yenilikçi bir yaklaşım ile seri üretim modelini oluşturmuştur.

Ford Model T aracı ile iki amacını gerçekleştirmiştir. Otomobil bugün de anlayacağımız tarzda bir imalat için tasarlanmış ve bugünün deyimini le kullanıcı dostu olmuştur. Yani bir şoför ya da makinist olmadan da bir otomobil sahipleri tarafından kullanılabilir ve onarılabildir. Bu iki başarı otomobil endüstrisinde değişikliğinin tümel taşı olmuştur.

Günümüzde ve o zamanlarda da düşünüldüğü gibi seri üretiminin kilit noktası sürekli hareket eden bir montaj hattı değildi. Bundan ziyade, Ford'un yaptığı tasarımlar ile parçaların birbirlerine bağlanmasındaki oluşturduğu basitlik ve bu parçaların birbirlerinin yerine tam ve tutarlı olarak kullanılacak şekilde değişebilir olmasıdır.

Değişebilirliği gerçekleştirmek için Ford, imalat sürecinin tamamı boyunca her parça için aynı ölçme mastarı kullanılmasında ısrar etmiştir. Gerekli parçaların sayısını azaltan yenilikçi ve basit tasarımlar yapmış ve bu parçaların bağlanmasını kolay duruma getirmiştir.

Otomobilin montajında Ford'un ilk denemesi tüm montajı bir kişinin gerçekleştirdiği montaj tezgâhları kurmak olmuştur. Model T çıkışından önce bir Ford montajcısının ortalama bir aracı monte etme süresi 514 dakika (8,56 saat) idi. Bu işlemi verimli hale getirmek adına Ford'un ilk denemesi parçaları her iş istasyonuna ikmal etmek oldu. Böylece montajcılar parça aramaya gitmiyorlar ve tüm gün aynı noktada kalabiliyorlardı.

Daha sonra, mükemmel parça değişimini başardıktan sonra her bir montajcıya yapması için tek bir iş vermiş ve montaj salonunda araçtan araca gitmesine karar verdi. Böylece Ford montajcısının ortalama görev süresi 514'den 2,3 dakikaya kadar düştü.

Bu düşünüş doğal olarak üretkenliğin artmasına neden olmuştur. Basit ve az sayıdaki işleri işçinin sürekli tekrarlı olarak gerçekleştirmesinden dolayı bir alışkanlık oluşturmuştur. Böylece operatörler kazandıkları pratikle işleri daha kısa zamanda yapar hale gelmiştir.

Kısa zamanda Ford, işçileri tezgâhtan tezgaha hareket ettirmenin yol açtığı sorunları gördü. Bir iki metre yürüseler dahi işçiler için bu zaman alıyordu. Ayrıca çalışanlar arasındaki farklı çalışma tempoları nedeniyle tıkanıklıklar oluyordu. Bu noktada, Ford'un devrim yaratan buluşu 1913 baharında, Detroit'teki yeni Highland Park fabrikasında, otomobili duran işçinin önüne getiren hareketli montaj hattını devreye sokmasıdır. Bu yenilik montaj çevrim süresinin 2.3 dakikadan 1.19 dakikaya indirmiştir; bu fark işçinin yürümek yerine durmasından kazanılan zamandan ve hareket eden hattın zorunlu kıldığı daha hızlı iş süratinden kaynaklanmaktadır (Womack ve diğ. 1990).

Ford, her seferinde sadece tek bir iş yapabilen makinalar imal ederek, hazırlama zamanını çarpıcı bir şekilde düşürmüştür. Sonradan mühendisler, üzerinde çalışılan parçayı bu özel makinada yerine tutacak basit fikstürleri mükemmelleştirdiler. Eğitilmemiş işçi parçayı sadece yerine oturtuyor ve makinanın istenilen görevi yerine getirmesi için bir düğmeye basıyordu. Aslında parçalar sadece bir tek şekilde uyuyordu ve işçi onları sadece yerine yerleştirmektedir. Bu da en vasıfsız işçinin bile 5 dakikalık bir eğitimden sonra üretim hattında çalışabileceği anlamına geliyordu.

Bunun dışında Ford sadece tek bir ürün yaptığı için makinaları öyle bir sıra ile yerleştirebiliyordu ki her imalat basamağı hemen bir sonrakine yol açıyordu. Hazırlık sürelerini dakikalardan hatta saatlerden saniyelere düşüğü için makinalardan daha fazla üretim alabiliyordu.

Bu sistemin dezavantajı esnekliğin olmamasıdır. Sadece tek bir ürün çeşidi olduğundan, bazı makinalar tek bir kalemi üretmeye tahsis edilmişti. Herhangi farklı ölçekteki bir parçaya ya model geçildiğinde, eski ürün veya model ile birlikte makinalar da ıskartaya çıkarılmaktaydı (Womack ve diğ. 1990).

Henry Ford'un "*İnsanlar istedikleri renkte bir Model T'ye sahip olabilirler, siyah renk olduğu sürece*" sözleri, değişime ne kadar kapalı olduğunu açıkça

göstermektedir. General Motors'un üstünlüğü Amerikan otomobil alıcısının renk, tip ve modelde çeşitlilik isteklerini fark edemeyen Ford tarafından desteklenmiş oldu. Alfred Sloan'ın yönetimindeki General Motors'un yükselişi modellere çeşitlilik getirmiştir (Aydın 2009).

Ford fabrika üretiminde başarılıydı, fakat seri üretiminin istediği, fabrikalar, sisteminin tamamını, mühendislik operasyonlarını ve pazarlama sistemlerini verimli olarak yönetmesi için gerekli olan organizasyon yönetim sistemini asla kuramamıştı. Sloan, Ford'un öncülük ettiği sistemi tamamlayacaktı (Womack ve diğ. 1990).

Sloan'ın fikri şirket örgütlenmesinde çığır açan bir uygulamaydı. Bu, büyük ve çeşitli üretim yapan bir şirketi verimli bir biçimde yönetebilmek amacıyla merkezi bir otorite çerçevesinde etkin ve adem-i merkeziyetçi bir sistemi yaratabilmek için uygulanabilir ve demokratik bir yöntem düşüncesi idi. Henry Ford'un her şeyi kendi şirketinde yap anlayışına karşın, Alfred Sloan hepsini kendi firmada yap, fakat bunu yapmak için merkeziyetçi olmayan parça üretim bölümlerini tüm şirket için belirli kategorideki parça üretmek üzere bağımsız kar merkezleri olarak kur mantığıyla hareket etmiştir. Ford işbölümüne önem verirken, Sloan pazarlama gibi ayrı bölümler açarak işletme fonksiyonlarına göre bölümlere yapmıştır. Bu sorumluluğun dağıtılması yönetim uygulamalarının ilklerinden biridir.

Sloan'ın yeni şirket düzeninde, karar almada bölüm başkanlarına bağımsız yetki tanımak ama işin makroekonomik alanlarında bu bölümlerin mali destek ve rehberlik için merkezi otoriteye bağlı olmasını sağlamaktır. Şirket, muhalefeti ve farklı görüşleri cesaretlendirmelidir. Başkan veya CEO oybirliğine dayanarak, mutlak yönetici olarak çalışmalıdır. Sloan'ın düşüncesine göre; İnsanlar hakkında verilen karar, hayati önemde olan tek karardır. Firmaların bütün yapabileceği insanları doğru yerlere yerleştirebilmektir ve ancak ondan sonra performans yükselir.

Sloan müşterinin ilgisinin azalmasını engellemek için her yıl arabaların dış görünüşlerini değiştirmekteydi ve otomatik şanzıman, klima ve radyolar gibi, mevcut gövde tasarımlarına monte edilebilen, sonu gelmeyen bir seri "takılabilen

özellikler” devreye sokmuştur. Yıllık modelin yanı sıra taksitli satış, ikinci el araç ticareti, üstü kapalı araba ve gibi unsurlarla otomobil piyasasını değiştirmiştir.

Sloan’ın devrimci sisteminde olgular ve veriler karar almanın belirleyici unsurlarıdır. Ayrıca ilk defa alan çalışması yoluyla olguları 13.000 bayiden, ilk elden öğrenen ve yine ilk defa pazar talebini ve bayilerin ağını göz önüne alırken, eski ve gelecek yıllara ait satış verilerini de dikkate alarak karar veren odur.

1914 ile 1924 yılları arasında Henry Ford ve Alfred Sloan’ın endüstriyel yenilikleri, Amerika’nın güçlü bir endüstrisi olan emek yoğun motorlu araç işini mahvetmişti. Bu dönemde 100’den fazla olan şirket sayısı bir düzineye düşmüştü ve seri üreticilerden Ford, General Motors ve Chrysler satışların %90’ını karşılamaktaydı.

Seri üretim Ford ile başlamış ve diğer Amerikalı üreticiler tarafından hızla benimsenmiştir. 1. Dünya savaşında önce Andre Citroën, Louis Renault, Giovanni Angelli(Fiat), Herbert Austin ve William Morris(Morris ve MG) Highland Park’ı ziyaret etmişlerdir. Volkswagen ve Fiat öncülüğünde hızlı bir seri üretime geçiş dönemi yaşanmıştır. Ford 1911’de İngiltere’de bir fabrika açtı ve 1925’ te Ford Alman üreticisi Opel’i satın aldı. 1960’lara gelindiğinde Avrupa kıtasındaki üreticilerin birçoğu, usta bir seri üretici haline gelmiştir.

2.1.3.3 Yalın Üretim

Yalın üretimi kavramının ilk ortaya çıkışı, 1950 baharında Toyoda ailesinin fertlerinden Japan mühendis Eiji Toyoda ve dahi mühendisi Taichi Ohno ile birlikte Ford’un Detroit’teki Rouge fabrikasına üç aylık bir inceleme gezisi ile oldu.

Rouge’un her santiminin dikkatlice inceledikten sonra, Eiji merkeze “*üretim sistemini geliştirmenin bazı olanakları olduğunu düşündüğünü*” yazdı. Fakat sadece Rouge’u kopyalamanın ve geliştirmenin zor bir iş olduğunun farkındaydılar. Ohno ile birlikte seri üretimin Japonya’da asla başarılı olamayacağı sonucuna vardılar. Bu deneme kabilinden başlangıçtan Toyota’nın Toyota Üretim Sistemi olarak adlandırdığı ve sonuçta yalın üretim dediğimiz sistem doğdu.

Hakim olan batı tipi kamyon ve otomobil gövdelerindeki parçaları yapmak için yüzlerce pres gerekiyorken, Ohno'nun sermaye bütçesi pratikte tüm arabanın birkaç pres hattından çıkmasını emrediyordu (Womack ve diğ. 1990).

Bu noktada en büyük handikabı, ürün geçişlerinde çok zaman alan kalıp değişimleriydi. Bu işlem sırasında operatörler başlarında olduğu için, bu işlemi onlara yaptırmaya karar verdi. Sayısız denemeler sonucunda kalıp değişimlerini mükemmelleştirdi ve bunun için gereken zamanı bir günden 3 dakikaya kadar indirdi.

Bu denemelerinde küçük miktarlarda pres basımları yapıldığında, çok büyük miktarlarda basmaya göre birim parça maliyetinin çok düşük olduğunu gördü. Küçük miktarlarda üretim yaparak seri üretimin beraberinde getirdiği muazzam miktardaki parça stok taşıma maliyetini ortadan kaldırdığı keşfetti. Daha da önemlisi bir otomobile monte etmeden önce birkaç parça yapmak pres baskı hatalarını anında ortaya çıkmasını sağladı. Bu da üretiminden ancak çok sonraları keşfedilecek bozuk parçaların ziyan olmasının önüne geçti. Bu keşif pres atölyelerindeki kaliteye daha fazla önem vermelerine sebep olmuştu

Fakat Ohno, bunun için gerek çok iyi eğitilmiş, gerekse de çok iyi motive edilmiş bir iş gücüne ihtiyacı olduğunu biliyordu. İşçiler sorunları ortaya çıkmadan önce sezinleyip çözümleri düşünmek insiyatifini ele almadıkları takdirde, fabrikanın tamamının çalınma kolayca durma noktasına gelebilirdi (Womack ve diğ. 1990).

Bu nedenle sendikayla anlaşarak şirket yetkilileri işçilere iki tane garanti verildi. Birincisi ömür boyu çalışma garantisi diğeri de belirli bir iş işlevinden ziyade kıdemlilik ile orantılı artan ücret idi. Bu da belirli bir işi yapan kırk yaşındaki bir işçinin 25 yaşındaki işçiden daha fazla ücret alması anlamına geliyordu. Bu anlaşmaya karşılık şirket yetkililerinde söylediği şeydu *“Eğer sizi hayat boyu işe alıyorsak, yapılması gereken işleri yaparak sizin de payınıza düşeni yapmanız gerekir.”*

İş gücü, şirketin makinalarının kısa vadede olduğu gibi bir sabit maliyetti ve hatta uzun vadede işçiler daha da belirgin sabit bir maliyetti. Ne de olsa eski makinalar amorti edilebilir veya hurdaya satılabilirdi, Toyota'nın ortalama kırk yıllık bir çalışma süresi bakımından insan kaynaklarından alabileceğinin en

fazlasını almalydı. Dolayısıyla, işçilerin eğitimini artırmak ve onların adale g¼c¼n¼n yanı sıra bilgi, fikir ve deneyimlerinden yararlanmak elzemdi (Womack ve diğ. 1990).

Bunun dışında Taiichi Ohno, kendi işçilerini gruplar halinde örg¼tledi, takımlar kurdu. Her takım başına ustabaşı olarak bildiğimiz takım liderleri atadı. Bu takım liderleri gruplarının koordineli bir şekilde çalışmasından sorumluydu. Ayrıca Takım liderleri ekipte eksiklik olduğunda onun yerine geçmekteydi (Aydın 2009). Bunun dışında operatörlere malzemelerin tamiri ve kalite kontrollerini her operatör¼n kendinin gerçekleştirmesi gibi ekstradan görevler vermeye başladı. Amerika'daki fabrikalarda yalnızca ustabaşı, büyük bir hata tespit edildiğinde bandı durduran kolu çektikten sonra uzmanlar gelip günler önce yapılan hataları düzeltmek için emek, zaman ve malzeme sarf ediyordu. Ohno ise, Toyota fabrikalarında her işçinin bandı durdurabilme yetkisine sahip olmasına karar verdi (Akçag¼n 2006). Takımlar uyumlu bir şekilde çalışmaya başladıktan sonra takımın süreci ortaklaşa geliştirme yolları önermesi için zaman ayırdı. Günümüz tabiriyle kalite çemberleri oluşturdu. Sorunların tespiti için 5 *neden* olarak tabir edilen bir sorun çözme sistemi geliştirdi. Işçilere her hatayı nihai sebebine erişene kadar sistematik olarak izlemeleri (sorunun her katmanı açıldıķça “*neden*” diye sorarak) ve sonra sorunun tekrar etmemesi için bir yol bulmalarını öğreterek sorunların kökünden elimine edilmesini sağladı (Womack ve diğ. 1990).

Sonuç olarak yalın üretim, Batı'da 1900'lerin başlarından itibaren alişagelmiş olan seri üretim yaklaşımını yerini alan ve bir anlamda her şeye alişılmışın tam tersi yönünde yaklaşan, devrimsel bir sistem olarak doğmuştur. Genel geçer kabul edilmiş tüm kural ve ilkeleri sorgulayan, hiçbir yerleşik kanıyı mutlak görmeyen şüpheci bir yaklaşımın, ya da felsefenin ürünü olarak ortaya çıkmış ve gelişmiştir (Akçag¼n 2006).

Yalın üretim sisteminin yapısal başarisının yanında, Japon halkının doğası ve ulusal karakter yapısı ile son derece elverişli sosyoekonomik koşulların katkısını da yadsımak mümkün değildir. Yalın üretim sisteminin temel fikri, israfların tamamen ortadan kalkmasıdır. Japonlar hayatta kullanılan şeylerin bir kutsal emanet olduğuna ve onların israfının bir çeşit günah olduğuna dair “*Mottainai*” anlayışına sahiptir. Her şeyleri kıt olan Japonlara ve sahip oldukları kıymetlerin en uygun

kullanımını ve boşa harcamaması öğütleyen bu inanış, yalın olmanın temelini oluşturmaktadır (Aydın 2009).

2.1.3.4 Yalın Üretim Diğer Üretim Sistemleriyle Karşılaştırılması

Emek sanat türü üretici, (her defasında bir tane olmak üzere) tüketicinin istediğini üretmek için usta seviyesinde işçiler ve basit ama değişken aletler kullanır. Seri üretici, pahalı ve tek amaçlı makinaları kullanan vasıfsız veya yarı vasıflı işçilerin yaptığı ürünlerin tasarımı için dar sahada eğitimli uzamanlar kullanır. Yeni bir ürüne geçmek daha fazla maliyet getireceğinden seri üretici standart tasarımları mümkün olduğunca uzun bir müddet üretimde tutar ve hiç durmadan çok büyük miktarlarda üretirler. Sonuç olarak, tüketicici, çeşitlilik uğruna ve çoğu çalışanların sıkıcı ve cesaret kırıcı bulduğu iş yöntemleri yoluyla düşük fiyata ürünü satın alır

Yalın üretici bunun yerine, emek sanat bağımlı ve seri üretimin avantajlarını harmanlar ve bu sayede emek sanat bağımlı üretimin yüksek maliyetinden ve seri üretimin esnek olmayışından sakınmış olur. Bu noktada, yalın üreticiler, büyük bir çeşitliliğe sahip ürünler üretmek için üretimin her seviyesinde çok yönlü olarak eğitimmiş operatörler çalıştırır ve yüksek seviyede esnekliğe sahip otomasyon oranı yüksek makinalar kullanır.

Tablo 1.1: Seri üretim ile yalın üretim sisteminin karşılaştırılması (Aydın 2009)

	Seri Üretim	Yalın Üretim Sistemi
Ortaya Çıkış Zamanı	Toplum fabrikanın uzantısı	Tükenmiş piyasa koşulları
Amaç	Yeterince iyi	Sıfır hata
Çalışan	Taylor'un bilimsel yöntemi	İnsan bir kaynaktır
Üretim planlama	Tesisin kapasitesi	Müşteri satın alma hızı
Fiyat	Maliyet + Kar	Satış fiyatı - maliyet
Fabrika	İsviçre saati	Düzenli, standart ve görsel
İletişim	Tavandan tabana	Tabandan tavana, yüzyüze
Teknoloji	Son teknoloji	Sisteme uyumu kanıtlanmış
İyileştirme	Buluşlar ve yenilik	Kaizen, Süreklilik
Problem Çözme	Yöneticiler, mühendisler	Tüm çalışanlar
Kalite	Kontrol aşamasında	Tüm süreçlerde
Tedarikçi	Önce maliyet gelir	Uzun Dönemli İlişkiler
	Fabrikam benim sorunumdur	Karşılıklı güven ve işbirliği
	Her şirket kendinden sorumlu	Aynı ortak kader

Yalın üretim adı üstünde yalındır, çünkü seri üretimle kıyaslandığında her şeyin daha azını kullanır (Fabrikadaki insan gücünün yarısını, imalat alanının yarısını, yeni bir ürünün yarı zamanda geliştirilmesi için gereken mühendislik saatlerinin yarısı gibi). Ayrıca yerinde ihtiyaç duyulan stokların yarısından çok daha azını bulundukları için çok daha az bozuk mal çıkar ve daha fazla ve gittikçe artan çeşitlilikte ürün üretmeye imkân tanır.

Belki de seri üretim ile yalın üretim arasındaki en çarpıcı farklılık asıl amaçlarında gizlidir. Seri üreticiler Tablo 1.1'de ifade edildiği gibi kendilerine “yeterince iyi” şeklinde sınırlı bir hedef tayin ederler. Bu da, kabul edilebilir sayıda bozuk mal, stoklar, çeşidi az sayıda, standardize edilmiş ürünler demektir. Daha iyisini yapmak, onların ileri sürdüğü fikre göre, çok pahalıya mal olacaktır veya insanın doğal yeteneklerini açacaktır.

Diğer tarafta, yalın üreticiler kesin olarak kusursuzluğu hedef almışlardır; Devamlı düşen maliyetler, sıfır hatalı ürün, sıfır stok ve sonu gelmeyen ürün çeşitliliği gibi (Womack ve diğ. 1990).

2.1.4 Yalın Üretimin İlkeleri

2.1.4.1 Değer

Türk Dil Kurumu'nun sözlüğüne baktığımızda değer kelime anlamı olarak; *“Bir şeyin önemini belirlemeye yarayan soyut ölçü, bir şeyin değdiği karşılık, kıymet”* olarak tanımlanır (URL2, 2021).

Yalın düşünce içinse değer kavramı kritik bir çıkış noktasıdır. Değer ancak son müşteri tarafından tanımlanabilir ve ancak belli bir zamanda belli bir fiyatta müşteri ihtiyaçlarını karşılayan belli bir ürün (bir mal veya hizmet ve genellikle her ikisi birlikte) cinsinden ifade edildiğinde bir anlam taşır.

Değer, üretici tarafından yaratılır. Bu, müşterinin durduğu yerden bakıldığında üreticilerin varoluş nedenidir. Yine de birçok nedenden ötürü, üreticilerin değeri doğru olarak tanımlaması çok zordur. Amerikan şirketlerinin işletme okullarından yetişmiş üst düzey yöneticileri, akışın son halkası olan müşterilerden gelir aktarmak ve ilk sırada bulunan tedarikçilerden de kâr çekmek için uyguladıkları maliyet düşürme yöntemlerini değer olarak anlatırlar. Almanlar ise, değeri, yüksek teknolojik en karmaşık makinelerle üretilmiş en karmaşık ürünlerinin tasarımlarını değer olarak tanımlamaktadır. Japonya'da Toyota yöneticilerinde dahi değeri tanımlama sürecine tasarımı ve üretimi ülke dışına çıkmadan, değer nereden yaratılması gerektiği ile bir tanımlama yapma peşindedirler (Womack ve Jones 2010).

Oysaki Değer; ürün ya da hizmet olarak uygun fiyattan, doğru zamanda ulaştırılan ve müşteri tarafından tanımlanan hizmet ya da ürünlerin tamamıdır. Değer yaratma süreci tasarımla başlar, üretimle devam eder ve satış sonrası müşteri ilişkileriyle devam ederek sonuçlanır.

Değer, uygulayıcının yarattığı izlenim açısından da etkileri süreklilik arz eden önemli bir kavramdır.

Üretimde üç tip aktivite vardır;

- “Değer yaratan” aktiviteler müşterinin istediği yönde dönüşümü sağlayanlardır. (boyama, kurutma, montaj, dokuma gibi)

- Müşteri açısından anlamı olmamasına karşın işin yapılabilmesi için gerekli olan, “değer yaratmayan fakat üretimden çıkarılmaları halinde üretimi durduracak zorunlu” işler. (Ayar, tip değiştirme, sevkiyat gibi)
- Niceliksel kontrol, bekleme, elleçleme, hata, tamir gibi “değer yaratmayan ve kaçınılmazdır” işlerdir.

Üretim sürecinden kaldırıldıktan sonra ürün üzerinde kalite ve işlev açısından herhangi bir eksikliğe yol açmayan üretimdeki gerçekleşen işlemlere “değer yaratmayan” faaliyetler olarak adlandırılır. Bu faaliyetler kaynakları harcamalarına rağmen ürün üzerinde herhangi bir değeri yoktur ve üretim maliyetlerini arttırarak kazancı düşürür (İnce 2018).

2.1.4.2 Değer Akışı

Değer akışı, belli bir ürünü (bir mal veya hizmet ya da ikisinin birleşimi) elde etmek için gerekli olan yapılaması gereken belli bir süreç/süreçlerden oluşan eylemler dizisi olup, her işletmede başarılması için üç kritik etmen vardır. Bunlar;

- ✓ Fikir aşamasından başlayarak ayrıntılı tasarım ve mühendisli süreçlerinden geçip ürünün piyasaya çıkmasına kadar olan süreçteki birçok ortaya *sorunları çözme görevi*,
- ✓ Siparişin müşteriden gelmesinden itibaren ayrıntılı plan ve programlama ile müşteriye teslimata kadar olan süreçteki *bilgi yönetimi görevi*,
- ✓ Ham maddeden başlayarak nihai ürünün oluşup müşterinin eline geçmesine kadar olan *fiziksel dönüştürme* görevi olarak bilinir.

Her ürün için (bazı durumda her ürün grubu için) tüm değer akışını belirlemek, yalın düşüncede bir sonraki basamaktır. Bu adım, şirketlerin nadiren denedikleri fakat her zaman tahmin edilemeyecek kadar çok miktarda muda (israf) çıkaran bir adımdır.

Özellikle değer akışı analizi her zaman değer akışı boyunca gerçekleşen 3 tür eylemi gösterir;

1. Değer yaratan birçok proses bulunur.
2. Ayar, tip değişimi gibi değer yaratmayan, fakat mevcut teknolojiler ve üretim olanaklarından kaynaklı adımlar bulunur. (Tip 1 Muda)
3. Değer yaratmayan ve hemen elimine edilebilecek birçok fazladan işlem, adım vardır. (Tip 2 Muda)

Birçok firma, kendinden önceki ve sonraki süreçlerde bulunan firmaların bu bilgileri daha sıkı bir fiyat pazarlığı için kullanması korkusundan, ilgisizlikten veyahut işletme körlüğünden dolayı birçok israfı göremez. Bu noktada yalın düşünce bütüne bakmak için şirketin bir adım ilerisine geçmelidir: Değer akışı denilen, kavramdan ayrıntılı tasarım ile hazır bulunabilirliğe, ilk satıştan sipariş girişine ve üretim programlama yoluyla teslimata ve uzaklarda üretilmiş ham maddeden müşterinin eline geçinceye kadar olan süreçte somut bir ürünü yaratmak ve üretmek için yapılan tüm faaliyetler dizisini bir bütün olarak görmek ve hepsini bir ele almak. Bunu yapmanın örgütsel mekanizması yalın işletme olarak adlandırdığımız; tüm ilgili tarafların ne kadar muda varsa bulup yok etmek amacıyla değer akışının tamamı için bir kanal oluşturmak üzere sürdürdükleri etkileşimlerdir (Womack ve Jones 2010).

2.1.4.3 Değer

Değer bir kez tam olarak tanımlandığında, belli bir ürün için değer akış haritası tam olarak çizildiğinde ve israflar yok edildiğinde, yalın düşünce için sonraki aşama şudur: Değer yaratan proseslerin akışını sağlamak.

İşletmeler, Örneğin “Önce 1 numaralı, sonra 2 numaralı ve en son da 3 numaralı ürünlerin işlemden geçirilmesi ya da önce beyaz parçaların, sonra sarı parçaların, en son da siyah parçaların boyanması gibi” işlerin daha verimli yapılması ve daha kolay yönetilmesi için faaliyetleri, benzerlik oranlarına göre gruplandırmasını öngören bir ortak akıl inancına sahiptir. Bu süreçte yığınlar, daima saatler, hatta günlerce bekleyişe geçerler. Ürün sonraki ürünün gerektirdiği işlemin hazırlığı için sabırla bekler. Bu yaklaşımın, personeli uzun süre çalışır halde tuttuğu düşünülür, makineler durmaksızın çalışır ve yüksek hızlı ekipmanı maruz gösterir.

Sonuç olarak çok verimli oldukları iddia edilir. Aslında bu tamamen yanlış olmasına karşın, sürekli görmezden gelinir.

Çarpıcı olan şey; işlerin yığın olarak yapılmasının en iyi olduğuna dair olan derin inanıştır. Görmeyi başaramadıkları, kalıpların dışına çıkararak işi olması gerektiği gibi düşünmenin sürekli akışı ve daha verimli işleyişe imkân vereceğidir.

Taichi Ohno, önce biriktir sonra beklet şeklindeki bu düşünce tarzını medeniyetin ilk çiftçilerine mal eder. Ohno, çiftçilerin yığın ve stok tutkusu (yılda bir kez yapılan harman ve tahıl deposu) yüzünden avcılarının bir seferde bir tane biçimindeki klasik aklının yitirildiğini savunur. Fakat ham maddeden tamamlanmış ürüne kadar hiç ara vermeden ürün üzerinde çalışıldığı takdirde, işler çok daha verimli ve doğru biçimde yapılacağı için bölümlenme ve yığın mantığı ile savaşılmalıdır. Kısacası, organizasyon veya ekipman yerine ürüne ve ihtiyaçlara odaklanıldığında işler yolunda gider; ürünün tasarımı, sipariş edilmesi ve sağlanması için gerekli tüm faaliyetler kesintisiz olarak akar.

2.1.4.4 Çekme

Çekme en basit anlatımla, akışın önceki aşamalarında bulunan proseslerin sonraki tarafında bulunan müşteri prosten herhangi talep gelmeden hiçbir şekilde ürün veya hizmet üretmemesi anlamına gelir. Ne var ki pratikte bu kuralın uygulanması biraz daha karmaşıktır. Çekme düşüncesindeki mantığı (ve bir anlamda zorluğu) anlamanın en iyi yolu, işe, müşterinin belli bir ürün için yaptığı taleple başlamak ve ürünün müşteriye ulaşmasına kadar geçen tüm aşamaları geriye doğru incelemektir (Womack ve Jones 2010).

Departmanlar içinde partiler halinde yapılan üretimden ürün ekipleri ve akış sistemine geçmenin ilk gözle görülür etkisi, kavramdan fiili gerçekleşmeye, satıştan teslimata ve hammaddeden müşteriye uzanan toplam geçiş zamanındaki çarpıcı azalmadır. Akış ilkesi yürürlüğe konunca, tasarımı için yıllarca çaba harcanması gereken ürünler birkaç ayda geliştirilebilecek, fiilen günlerce süren sipariş alma işlemleri birkaç saatte bitirilebilecek ve fiziksel tamamlama zamanı hafta ya da günlere inecektir. Gerçekten de bir işi bitirme zamanını hızla, ürün geliştirme

sürecinde %50, sipariş işlemlerinde %75 ve fiziksel üretimde %90 oranlarında azalmıyorsa, bu kesinlikle yanlış bir şeylerin yapıldığı anlamına gelecektir. Dahası, yalınlaştırılmış sistemler ile üretimdeki tüm ürünleri çeşitli kombinasyonlar ile üreterek talepteki değişmelere anında cevap verilebilmesine olanak tanıyacaktır.

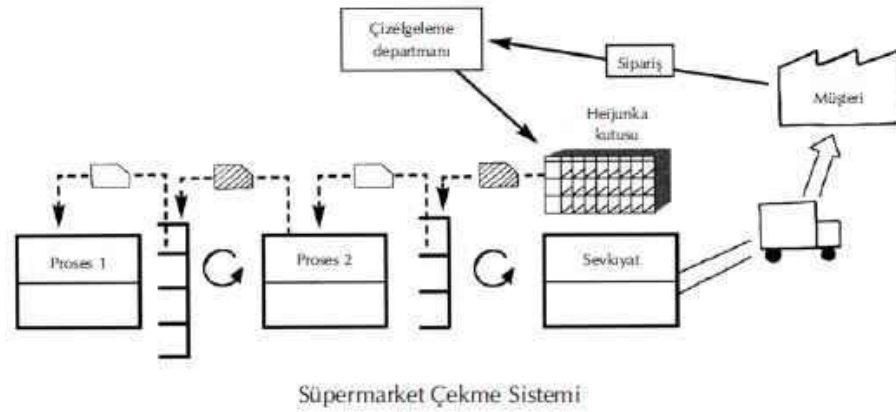
Bu gelişmeler sonucunda stoklardaki azalmalar meydana gelecektir. Bu da nakit birikiminde beklenmedik artışlar anlamına gelir ve yatırımın getiri hızını artıracaktır. Bu devrimci nitelikte bir başarıdır, çünkü müşterinin gerçekten istediği şeyleri, tam da istediği anda tasarlayabilme, çizelgeleme ve imal edebilme becerisini kazanmak demek, satış tahminleri işlemini tümüyle bir yana bırakıp, sadece müşterinin istediği şeylerin üretimine odaklanmak anlamına gelir. Yani, müşteriye, çoğunlukla da istemediği ürünleri ürünün istenmeden itilmesi yerine, müşteri istediğinde ürünün çekilmesi sağlanmaktadır. Dahası, müşteriler beklentilerinin tam olarak karşılanacağından emin oldukları ve üreticiler kimse istemediği için stoklarda kalmış ürünleri elden çıkarmaya yönelik indirim kampanyalarından vazgeçtiklerinde, talep çok daha istikrarlı bir yapıya kavuşacaktır (Womack ve Jones 2010).

Üretimde ise her bir proses bir önceki prosesin müşterisi, bir sonraki prosesin ise tedarikçisi konumundadır. Bu nedenle üretimde çekme sisteminin uygulanabilmesi için, kanban sistemini uygulayarak küçük partiler halinde üretim yapıp ve uygun yerlerde tek parça akışa geçmek ve ürünün dağıtımında çekme sistemi için, parti büyüklükleri azaltılması, depo içi yerleşimin düzgünleşerek, parçaların kullanım sıklığı ve büyüklüğüne bağlı olarak gruplandırılıp, yeniden düzenleyerek mümkün olabilir (İnce 2018).

Çekme tipi üretim sisteminde, bir sonraki süreç, ister aynı işletmede isterse ayrı bir yerde olsun, çoğunlukla bir kanban kartı aracılığıyla, hangi malzeme ya da parçanın istendiği, gerekli olan miktar ve ne zaman ve nerede gerekli olduğu hakkında önceki sürece bilgi sağlar. Müşteri proses (sonraki proses) bir ihtiyaç sinyali verene kadar tedarikçi proses (önceki proses) tarafından hiçbir şey üretilmez. Bu, itme tipi üretimin tersidir. Çekme tipi üretim sistemlerinin üç temel tipi vardır:

Süpermarket Çekme Sistemi

Kalanını tamamlama veya belirlenen stoğu yenileme veya a-tipi çekme sistemi olarak da bilinen en temel ve geniş yayılımı olan çekme türüdür. Bir süpermarket çekme sisteminde, her bir süreç, ürettiği her üründen bir miktarını elinde tuttuğu bir süpermarkete denilen geçici stok altına sahiptir. Her proses basit anlamda süpermarketinden ne kadar parça çekildiyse sadece çekilen miktarı tekrar tamamlamak için üretilir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Süpermarket çekme sistemi (Shook ve diğ. 2015)

Sıralı Çekme Sistemi

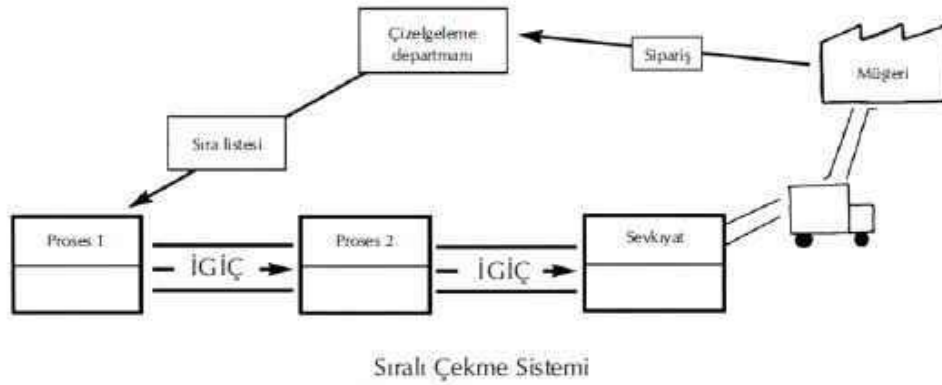
B-tipi çekme sistemi olarak da bilinen sıralı çekme sisteminde bir süpermarkette her biri için stok tutulacak çok fazla sayıda malzeme çeşitliliğine sahip olduğunda kullanılabilir (Şekil 2.2). Siparişe göre üretilen üretim hatlarında kullanılır. Bu sayede toplam hat içi stoklar en aza minimize edilmiş olur.

Bir sıralı çekme sisteminde, üretim planlama departmanı, üretilecek ürünlerin karma ve adedini doğru bir şekilde belirlemeli ve atmalıdır. Bu, çoğunlukla her vardiya başında üretim kanban kartlarını bir heijunka kutusuna yerleştirerek gerçekleştirilebilir. Bu üretim emirleri daha sonra değer akışının başındaki başlangıç operasyonlara gönderilir. Bu işlem genellikle "sıralı liste" şeklinde oluşturulur. Takip eden her bir proses, sırayla sadece önceki proses

tarafından kendisine teslim edilen işleri üretir. Her birim ürün için FIFO ilkesi (ilk giren ilk çıkar) tüm hat boyunca korunmalıdır.

Sıralı çekme sistemi kısa ve öngörülebilir akış sürelerini korumak için baskı oluşturur. Bu sistemin verimli bir şekilde işlemesi için, müşteri siparişleri iyi anlaşılmalıdır. Eğer siparişlerin tahmin edilmesi güç ise ya üretim akış süresi çok kısa olmalı (sipariş akış süresinden az) ya da bitmiş ürünler için elde uygun bir stok tutulmalıdır.

Bir sıralı çekme sistemini devam ettirmek için güçlü bir yönetim anlayışı olmalıdır ve işletme içinde bunu geliştirmekte de güçlükler olabilir.



Şekil 2.2: Sıralı çekme sistemi (Shook ve diğ. 2015)

Süpermarket ve Sıralı Çekme Karma Sistemi

C-tipi çekme sistemi olarak da bilinen bir karma sistemde süpermarket ve sıralı çekme sistemi beraber kullanılabilir. Karma sistem 80/20 kuralının geçerli olduğu zaman, yani günlük üretim hacminin çoğunu (belki %80'ini) parça çeşitlerinin küçük bir yüzdesi (belki %20'si) oluşturduğunda uygun olabilir. Çoğunlukla parça çeşitlerini üretim hacmine göre (A) yüksek, (B) orta, (C) düşük ve (D) seyrek siparişler olarak gruplamak için ürün matrisi oluşturulabilir. Burada tip (D) özel sipariş veya yedek parçalar anlamına gelir. Bu düşük sayıda tüketilen kalemleri yönetmek için, özel bir parça çeşidi yerine bir kapasite miktarını temsil eden özel bir D tipi kanban yaratılabilir.

O zaman D tipi ürünler için üretim sırası, üretim planlama bölümünün sıralı çekme sisteminde diğer ürünler için kullandığı yöntemle belirlenir.

Böyle karma bir sistem, süpermarket ve sıralı çekme sistemlerinin her ikisinin eş zamanlı uygulanmasına imkân tanır ve talebin güç ve sabit olmadığı durumlarda bile her birinin yararından faydalanılabilir. İki sistem, bir değer akışının bütününde yan yana eşgüdümlü olarak beraber işleyebilir, ya da atanan bir parça numarası ile kendisi ayrı değer akışı boyunca değişik yerlerde kullanılabilir (Shook ve diğ. 2015).

2.1.4.5 Mükemmellik

Organizasyonlar değeri doğru biçimde tanımlayıp, tüm değer akışını belirleyip, belli ürünler için değer yaratan ürünler için değer yaratan adımların kesintisi akışını başarır ve müşterilerin işletmeden değer çekmesini sağlar hale geldikçe yalın düşüncenin beşinci ve sonuncu ilkesi olan mükemmellik anlayışına o kadar yaklaşmış olur. Çünkü müşterilerin isteklerine hiç olmadığı kadar yakın bir ürün sunulurken, emek, maliyet, zaman, yer ve hata azaltma sürecinin sonu olmadığı algısı işletmelerin zihinlerinde yavaş yavaş oturmaya başlamış demektir.

Değerin daha hızla akmasının sağlanması, daima değer akışında gizli olan mudayı ortaya çıkartır ve daha sert çektikçe, akışın önündeki engeller daha fazla ortaya çıkar ve yok edilebilir hale gelir. Müşteri ile doğrudan temasta bulunan odaklı ürün ekipleri daima değeri daha doğru tanımlamak için çeşitli yollar bulurlar akış ile çekmeyi geliştirme yolları öğrenirler. Buna ilave olarak, muda yok etme işi her zaman yeni süreç teknolojileri ve yeni ürün kavramları gerektiriyor gibi gözükse de bazı durumlarda çözümlerin getirdiği teknolojiler ve kavramlar basit ve hemen uygulamaya hazırdır.

Mükemmelliğe belki en önemli destek, şeffaflıktır. Bu, yalın bir sistemde taşeronlar, ilk basamak tedarikçiler, sistem bütünleyicileri (montajcılar), dağıtımıcılar, müşteriler ve çalışanlar yani kısacası herkesin her şeyi görebildiği gerçeğidir. Böylece değer yaratmak için daha iyi yollar bulmak kolaydır. Dahası

iyileştirme yapan çalışanlar anlık ve çok pozitif bir geri besleme söz konusudur (Womack ve Jones 2010).

2.1.5 Yalın Üretim Teknikleri

Birçok araştırmacı, yalın üretim sisteminin, çeşitli üretim uygulamalarının uygulanmasını gerektiren entegre bir üretim sistemi olduğunu iddia etmektedir. Ayrıca, bu çeşitli uygulamaların aynı anda uygulanmasının daha yüksek operasyonel performansla sonuçlanması gerektiğini çünkü uygulamalar çeşitlilik gösterse de birbirini tamamlayıcı ve birbiriyle ilişkili olduğunu öne sürmektedirler

Örneğin, süreç içinde stokta azalma, aşağıdakilerle beraber yürütülmektedir; sorunları çözme yeteneğine sahip yetkilendirilmiş/kendi kendini yöneten çalışma ekipleri insan kaynakları yeteneğinin geliştirilmesine katkı sağlar. Bu nedenle, yetkilendirilmiş çalışma ekiplerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan problem çözme yetenekleri, kalite sorunlarının temel nedenlerini belirleyerek, iş akışını iyileştirmeye yardımcı olarak ve ekipman verimliliğini artırarak performansı artırmaya yardımcı olabilir. Bu nedenle, yalın üretimin birden çok yönünün aynı anda uygulanmasının operasyonel performans üzerinde önemli bir olumlu etkisi olacağı düşünülmektedir (Shah ve Ward 2003).

Bu nedenle aşağıda açıklanan yalın üretim tekniklerinin bir veya birkaçının beraber uygulanmasının birçok faydası olacaktır.

2.1.5.1 Tek Parça Akış

Herhangi bir üretim hattında müşteri istek ve ihtiyaçlarına göre bir ürünün son şeklini alması için gerekli olan tüm makine ve ekipmanların ürünün üretim akışı esas alınarak yerleştirilmesi olarak tanımlanabilir. Böylece zaman kaybı ve uzun taşıma süreleri olmaksızın malzeme akışı sağlanmaktadır (Güzel 2011).

Tek parça akışta prosesler sırayla birbirinin yanına dizilir ve her parça yarı mamul tamamlana kadar pürüzsüz şekilde bir adımdan diğerine geçer. Farklı

fonksiyonlar veya farklı departmanlar arasında hareket etmesi gerektiği için sürecin üç veya dört hafta aldığı mevcut sistemin aksine her bir yarı mamulün işlenmesi sadece dakikalar alacaktır.

Tek parça akış iş yapma zamanını azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda kalite ve üretkenlikte büyük kazançların da anahtarıdır. Tek akışı kurup hücre sistemine geçildiğinde, tüm süreç görsel olarak izlenebilir. Bir operatörün diğerlerinden farklı bir hızda çalışıp çalışmadığı görülebilir. Süreçteki darboğazları veya operatörlerin sorun yaşadığı ya da tuhaf yollarla ilerledikleri yerler gözlemlenebilir. Amaç operatörlerin malzeme taşınması veya alet ya da parça aramak için koşuşturması yerine, değer yaratan işlemlerini gerçekleştirmesi için uygun bir ortam sağlamaktır.

Bir ürün veya ürün ailesi bir tek parça akış hücresine girince en azından katkı payı seviyesine kadar maliyeti belirlemek çok daha kolaydır. Malzeme içeriği, üretimde kullanılan tüketim malzemeleri, çalışma alanı, işgücü gibi etmenlerin hepsi birlikte gözlemlenebilir. Daha da önemlisi bir hücrede ne zaman sorun yaşandığı görülebilir hale gelecek ve hatta sorun yaşandığı bildirilmeden önce bile düzeltmeler yapmaya başlanabilecektir. Ayrı tek parça akış ile planlama sistemleri de basitleştirilir. Eski geleneksel düzenlenmede parçaları ve bileşenleri işletmenin dört bir yanına dağılmış, farklı fonksiyonel departmanlar arasında nasıl getirip götürüleceğinin planlamak yerine tüm operasyonlar tek bir hücrede gerçekleştirilebilir hale gelecektir.

Kalite yönünden bakıldığında en az 10 kat iyileşme anlamına gelir. Geleneksel yöntemde, ürünler partiler halinde yapılırken (işletmede oradan oraya taşınırken) dört ila altı haftalık dönem içinde hatalar çoğu kez son montaja kadar genellikle görülmez. Hata ne zaman oldu? Hangi departman, hangi vardiya, hangi makine veya operatör sorumlu? Belki de hammaddenin kendisinden kaynaklanmakta sorun. Fakat aynı hammaddeyi farklı tedarikçilerden alma durumunda bunu da ayırt etmek güçleşir. Görüldüğü gibi vaktinde müdahalede bulunulmadığında bunun gibi birçok cevapsız sorular doğurmasına neden olmaktadır.

Fakat tek parça akış hücresine geçildiğinde tüm bu sorular ortadan kalkar. Tüm operasyonlar bir arada olduğu için sorun hemen tespit edilebilir hale gelir. Ek olarak, artık hangi makinelerin kullanıldığı, operatörün kim olduğu ve malzemenin

ne olduğu bilinmektedir. Bu sorunu bulmada değil, ayrıca soruna kalıcı çözüm bulmanın ihtimalini de arttırır. Ayrıca dört altı haftalık periyottaki parçaları hurdaya çıkarmak gerekirken burada sadece birkaç hatalı ürün ya da parçayı atmak gerekir (Byrne 2015).

2.1.5.2 Kanban

Taichi Ohno, 2.Dünya Savaşı'ndan sonra Amerika'ya Ford fabrikasına yaptığı gezi esansındayken, alışveriş için süpermarkete gider. Basit gibi gelen fakat Ohno için çok önemli olan şu gözlemlerde bulunur:

- ✓ Süpermarkette her müşteri istediği üründen istediği miktarda raflardan almakta, onları sepetine koyup çıkışta ödeme yapmaktadır.
- ✓ Daha sonra müşteri aldığı ürünü evine götürmektedir. Bu esnada raflardaki ürünler belli bir miktarın altına düşeceği için süpermarket çalışanları tarafından, yenileri takviye edilmektedir.
- ✓ Müşteri alışverişini yaparken, evindeki kişi sayısını, buzdolabındaki hacmi ve kaç günde tüketeceği göz önüne almaktadır. Sonuçta hiç kimse ihtiyacından fazla miktarlarda o üründen satın almak istemez.

Ohno, bu sistemin üretime de uygulanabileceğini fikri aklına gelir. *“Proses/hücreler ihtiyaç duydukları ürünleri, ihtiyaç duydukları miktar ve zamanlarda temin edebilir.”* Şeklindeki düşüncesi ve inancı ile Kanban Sistemin temel düşünce yapısı oluşmaya başlar (Zeybek 2013).

. “Kanban” kelime anlamı olarak işaret, işaret levhası, poster, kart gibi anlamlara gelir. Bir üretim hattında ise ilgili malzeme numarasına sahip parçanın, nereden ne kadar miktarda geldiği, nereye teslim edileceği vb. bilgileri gösterir. Kanban sistemi, malzemenin akışını ve üretimi ve stokları yönetme ve güvence altına almaya yönelik bir sistemdir. Kanban oldukça dikkat çekici, basit, etkili ve görsel yönü güçlüdür. Kanban 1950’de Toyota’da Honsha fabrikasında uygulanmaya başlanmış ve zamanla gelişmiştir. 1962’de tüm Toyota fabrikalarında ve tedarikçilerin de uygulamaya geçilmiştir (Aydın 2009).

Üretim kontrol sistemleri, çeken sistemler (pull systems) ve iten sistemler (push systems) olmak üzere iki temel grupta sınıflandırılabilir. Klasik sistemler iten sistemlerdir; üretim ve stok kontrolü, tahmin edilen talep değerlerine dayanır; bu değerlere göre üretim çizelgesi saptanır; zaman içinde bu çizelge dikkate alınarak üretim yapıldığı için, iten sistemler, çoğu kez, çizelgeye dayalı sistemler ya da çizelgenin ittiği sistemler olarak da isimlendirilirler. Bu ortamda, üretim süreçleri daima bir sonraki sürecin ihtiyacını karşılayacak şekilde üretim yaparlar. Ancak bu durumda, üretim süreçlerinden birinde oluşan bir sorundan ya da talepteki dalgalanmalardan kaynaklanan değişikliklere hızla uyum sağlamak kolay değildir.

Üretim hızının, değişiklikler doğrultusunda uyarlanabilmesi, çizelgelerin revize edilerek ilgili birimlere yeniden gönderilmesini gerektirir. Bu tür düzenlemelerin oldukça zaman alıyor olmalarından dolayı, iten (klasik) sistemlerde süreçler arasında stok bulundurmak yoluyla değişikliklere uyum sağlanır. Bu nedenle klasik sistemlerde üretimin sürdürülebilmesi için yüksek ara stoklarla çalışmak kaçınılmaz olmaktadır.

Diğer taraftan, tam zamanında üretim sistemleri çeken sistemlerdir. Çeken sistemler, sonraki süreçlerin önceki süreçlerden, sadece tükettikleri miktarda ve zamanda parça talep ettikleri ve çektikleri sistemlerdir ve bu nedenle talebin çektiği sistemler olarak da tanımlanırlar. Çeken sistemlerde üretim çizelgesi sadece son üretim sürecine gönderilir. Hangi ürünün ne zaman ve ne miktarda üretileceğinin sadece son süreç tarafından bilinmesi, bu sürecin önceki süreçlerden sadece kendine gereken parçaların çekmesini sağlayacaktır. Diğer taraftan, bir sonraki aşamanın parça çekimi olmadan, bir önceki aşamada üretim yapılmayacak sonuç olarak, her aşamada kendisinden sonra gelen aşamaların taleplerini karşılamak üzere tam zamanında üretim yapacaktır.

Diğer taraftan, çeken sistemlerde, merkezi planlama sistemlerdeki, tüm aşamalara üretim çizelgesi gönderilmesi uygulaması yerine çizelgelerin sadece son üretim aşamadan geriye doğru çizelge gereklerinin kanbanlar aracılığı ile yerine getirmesi, pazar koşullarına anında ve kolaylıkla üretim sistemine yansıtılmasını sağlayacaktır. İten sistemlerde ise aşamalar arasında yer alan ara stoklar talep değişmelerine uyumu yine sağlayacaktır. Ancak çeken sistemlere oranla ek stok taşıma maliyetlerinin ortaya çıkması söz konusu olacaktır (Akçagün 2006).

Kanban Kavramını Özellikleri

- ✓ Üretimi ve kullanılan malzeme akışını kontrol altında tutmak için kullanılır.
- ✓ Üretim proseslerinde arasında geriye doğru bilgi akışı, ileriye doğru malzeme / araç-gereç akışı mevcuttur
- ✓ Üretim istasyonlarına neyi, hangi sürede, kaç adet üreteceklerini ve hangi birime göndereceklerini söyleyerek, üretim prosesinin doğru oluşturulmasını olanak verir.
- ✓ Kanbanın tek başına uygulanması, Yalın Üretim Sistemi veya Tam Zamanında Üretim (JIT)'in uygulandığı anlamına gelmemektedir.
- ✓ Kanban, Yalın Üretim Sistemini oluşturan önemli alt sistemlerden biridir.
- ✓ Kanban sisteminde bilgi akışı ve ürün birlikte değerlendirilir.
- ✓ Kanban sisteminde herhangi bir stok yönetim programına ihtiyaç duyulmaz.
- ✓ Kontrollerin, görsel yollarla gerçekleştirilmesine imkan verir.
- ✓ Kanbanla, işletmede üretim süreçler ve ara stoklar beraber kontrol edilir ve yönetilir.
- ✓ Bu sistem sayesinde çabuk ve güvenli bilgi akışı sağlanır.
- ✓ Gereksinim duyulan yeni değişimlere hızlı cevap verirken, fazla ve gereksiz yapılan üretimleri de engeller.
- ✓ İrafların minimize etmekte etkilidir.
- ✓ Sorumluluğu hatta görevli çalışanlara vererek, onlardan en yüksek seviyede verim alınmasını sağlar (Ayna 2021).

Kanban Kuralları

Kanbanların tam zamanında üretimi sağlamak amacı ile doğru bir şekilde kullanılabilmesi için aşağıda belirtilen kurallara uyulması gerekmektedir.

1. Sonraki proses, gerekli zamanda, gerekli miktarda ürünleri önceki procesden çekmelidir.
 - Kanban olmadan herhangi bir çekme yapılmamalıdır.
 - Kanban sayısından daha fazla hiçbir çekme yapılmamalıdır.
 - Kanban, daima fiziksel bir ürüne iliştilirilmiş olmalıdır
2. Önceki proses, ürünlerini, sonraki prosesin çektiği miktarda üretmelidir.
 - Kanban sayısından daha fazla üretim yapılmasına engel olunmalıdır.
 - Önceki procesle çeşitli parçalar üretilecekse bu üretimler, her bir çeşide ait Kanban'ın orijinal teslim edilme sıralarını takip etmelidir.
 - Üretim parti miktarının yeniden sipariş noktasına eşit olması durumunda Çekme Kanbanı önceki procese alınır alınmaz üretim başlatılmalıdır.
3. Kusurlu ürünler, sonraki proseslere kesinlikle taşınmamalıdır.
 - Envanter tutulmadığı için, kusurlu ürün ortaya çıktığında sonraki proses
 - üretimi durdurur ve kusurlu ürünü önceki procese geri gönderir.
 - İşlerin standartlaşması kusurlu ürünleri önler.
4. Kanbanların sayısı minimize edilmelidir.

Toplam kanban sayısı, sistem içindeki süreç içi stok düzeyini belirlediği için tam zamanında üretim ortamında amaç bu sayıyı mümkün olan en alt düzeyde tutabilmektir. Toyota uygulamasında kanban sayısını değiştirme yetkisi her sürecin ustabaşına verilmiştir. Eğer ustabaşı, sorumlu olduğu süreçte katile büyüklüğünü azaltıp çevrim zamanını (cycle time) kısaltabilirse, kanbanların sayısı da azalacaktır. Ancak bir süreçte katile büyüklüğünün ve dolayısıyla çevrim zamanlarının azaltılabilmesi için tezgâh hazırlama işlemlerinin kısaltılması gereklidir. Bu bağlamda, üretim süreçlerinde sürekli iyileştirmeler yapma çabalarının sürdürülmesi kural 4'ün uygulanmasına yardımcı olacak ve kural 4'ün gerçekleştirildiği noktada süreç içi stok sıfırlanacaktır.

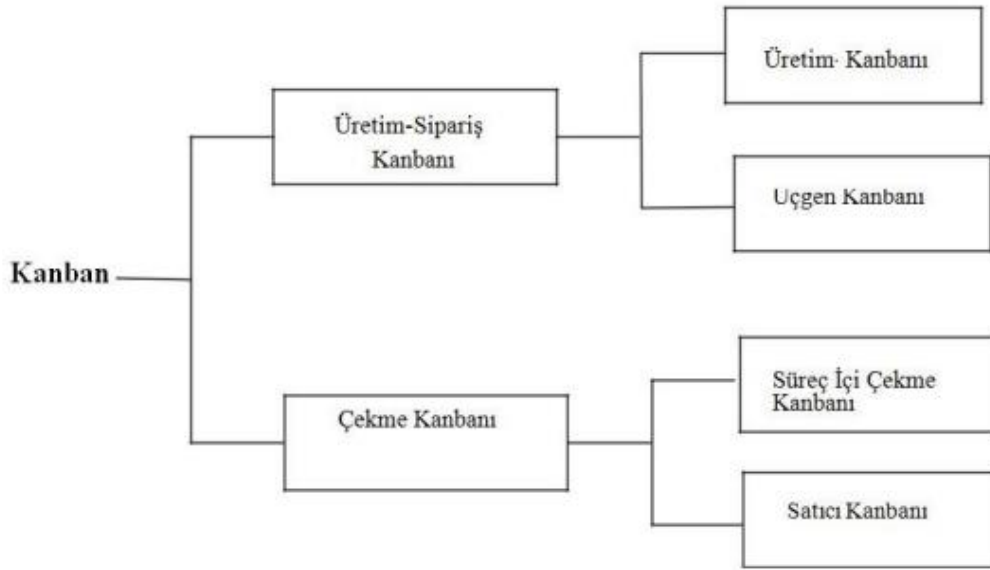
5. Kanban, talepteki ufak dalgalanmalar karşısında üretim hızını ayarlamak amacıyla kullanılmalıdır.

Talep dalgalanmaları karşısında üretim hızının kanbanla ayarı bu sistemin en önemli özelliklerinden birisidir. Kanban sisteminin bu özelliği, kanban dışı bir üretim kontrol tekniği kullanılan sistemlerde gözlenen problemlerin incelenmesiyle daha iyi anlaşılacaktır. Bu tür sistemlerde, üretim çizelgelerinin merkezi olarak belirlenmesi nedeniyle, ani talep değişimleri karşısında tüm üretim birimlerine ayrı ayrı gönderilen çizelgelerin değiştirilebilmesi için en az yedi, on günlük bir süre gerekecektir.

Diğer taraftan, kanban sisteminin kullanıldığı ortamlarda üretim çizelgeleri sadece son üretim aşamasına gönderilir ve diğer tüm istasyonlar, ne üreteceklerini üretim sipariş kanbanının konteynırından ayrılması ile öğrenirler. Bu durumda, üretim miktarında olası değişikliklerin son istasyondan geriye doğru yansıtılması mümkün olabilmektedir değişikliklerin anında önceki süreçlere aktarılmasında kullanılan araç ise kanbandır.

Ancak kanbanla üretim hızının düzenlenmesi, talebin belli büyüklükteki değişimleri için geçerlidir. Toyota sistemine göre, talepte %10 dolaylarında bir değişme olduğunda, toplam kanban sayısını değiştirmeden kanban transfer hızını değiştirerek ayarlamak mümkün olabilmektedir. Talepte daha büyük mevsimsel dalgalanmalar olması halinde ise, üretim hatlarının yeniden düzenlenmesi gerekecektir (Yılmaz 2012).

Kanban Kartı Türleri



Şekil 2.3: Kanban çeşitleri (Zeybek 2013)

Kanban sistemi gelenek üretim anlayışındaki itme sistemine göre değil, çekme sistemine göre çalışır. Temelde üretim ve çekme kanbanı olmak üzere iki çeşit kanban vardır (Şekil 2.3).

Üretim Kanbanı

Üretim kanbanı (yığın halinde üretim yapmayan prosesler için): Proseste hangi üründen ne kadar üretilecek sorusuna cevap verir. Proseste üretime geç emrini verir. Şekil 2.4’de örnek üretim kanbanı verilmiştir.

Üretim Kanbanı

Tezgahda/prosesde hangi üründen ne kadar üretilecek?
Prosesse “**üretime geç**” emrini verir.

<u>Depo Raf No: (Üretilen parçanın konulacağı yer)</u>	<u>Proses Adı</u>
<u>Parça No:</u>	
<u>Parça İsmi:</u>	
<u>Ürün Adı / tipi : (Üretilen parçanın kullanılacağı ana ürün adı / tipi)</u>	

Şekil 2.4: Üretim kanbanı (Zeybek 2013)

Sinyal Kanbanı

Sinyal kanbanı (yığın halinde üretim yapan prosesler için): Parti üretimin yapılması gereken yerlerde, uzun kalıp değişimlerinin (Set-Up'ların) söz konusu olduğu yerlerde kullanılır (Zeybek 2013).

Çekme Kanbanı

Çekme kanbanı: Prosesler arası çekme kanbanı: Müşteri prosesin, tedarikçi procesten çekeceği ürünün cinsi ve miktarı belirlenerek üretim akışı sağlanır. Şekil 2.5’de örnek çekme kanbanı gösterilmiştir. Raf numarası, parça numarası, parça ismi, ürün adı ve tipi, kasa kapasitesi, kasa cinsi, Tedarikçi adı ve müşteri prosesi belirtilir (Zeybek 2013).

Çekme Kanbanı

Müşteri prosesin, tedarikçi procesten çekeceği ürünün cinsi ve miktarı belirtilir.

Depo Raf No: (Üretilen parçanın bulunduğu yer) _____ Parça No: _____ Parça İsmi: _____ Ürün Adı / tipi : (Üretilen parçanın kullanılacağı ana ürün adı / tipi) _____	Tedarikçi Proses Adı _____ Müşteri Proses Adı _____	
Kasa Kapasitesi	Kasa Cinsi	Kart No

Şekil 2.5: Çekme kanbanı (Zeybek 2013)

Tedarikçi Kanbanı

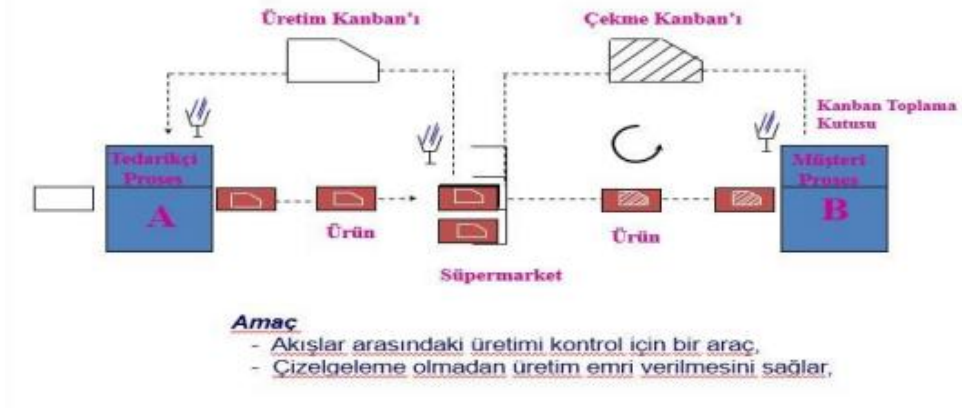
Tedarikçi kanbanı: Yan sanayiden parça veya hammadde çekişi için kullanılır. Parçanın tedarikçiden çekilebilmesi için gerekli bütün bilgileri içerir (Zeybek 2013).

Kanban Sistemini Oluşturan Bileşenler

Kanban sisteminde temel olarak şu öğeler bulunur;

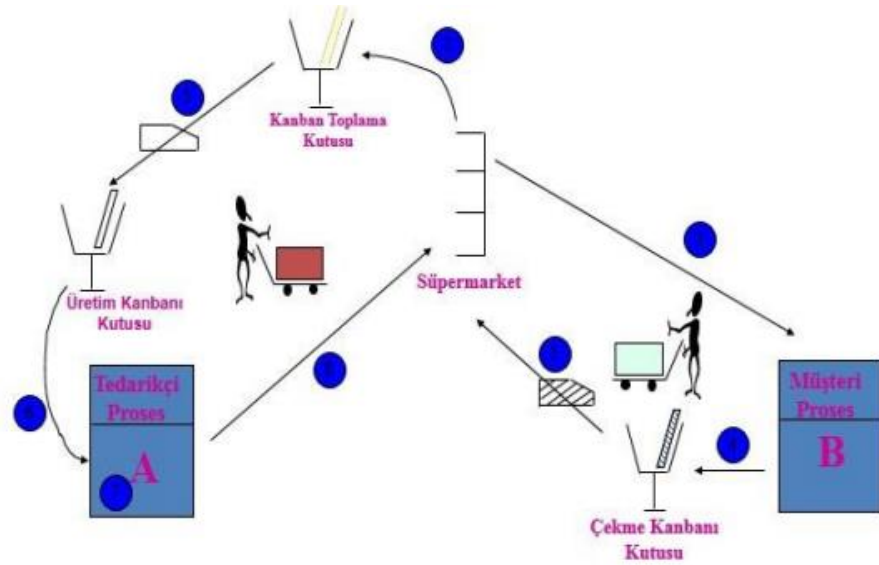
- Kanban sistemi için kullanılan kartlar
- Kanban toplama kutuları
- Water- spiker (Parça, araç-gereç ve kart taşıyan çalışanlar)
- Süpermarket (Parçaların stoklandığı depolama alanı)
- Heijunka Kutusu (İmalat planlama aracı) (Ayna 2021)

KANBAN Temel Çalışma Prensipleri



Şekil 2.6: Kanban ana çalışma prensibi (Ayna 2021)

Kanban Sisteminde Parçanın ve Kartın İlerleyişi



Şekil 2.7: Kanbanda parçanın ve kartın ilerleyişi (Ayna 2021)

Kanban ana çalışma prensibi (Şekil 2.6) ve Kanbanda Parçanın ve Kartın İlerleyişi (Şekil 2.7) şekil üzerinde açıklanmıştır. Kanban sisteminde işleyiş şu şekilde gerçekleşmektedir;

1. Üretim prosesinin görevlisi, çekme kanbanı kutusundaki kartlar ve boş şekildeki kasalarla birlikte, belirli sürelerde süpermarkete gider.

2. Görevli çalışan, süpermarketten dolu kasaları kendisi alırken, içinde bulunan üretim kanbanlarını da kanban toplama kutusuna bırakır. Ayrıyeten boşalmış kasaları da önceden belirlenmiş alanlara bırakır.
3. Boş kasaların içinden alınan çekme kanbanları dolu kasalara bırakılır. Bu sayede üretim ve çekme kanbanları yer değiştirmiş olur.
4. Süpermarketten alınan kasa işleme alınmaya başlandığı zaman üzerindeki çekme kanbanı, kendi için ayrılmış çekme kanbanı kutusuna konur.
5. Üretim çalışanı, üretim kanbanı kutusundaki sıralamaya göre üretimi yapar.
6. Parçaların imalatı yapıldıktan sonra ilgili kanban kartı ile süpermarkete doğru hareket eder.
7. Süpermarkete ulaşan parçalar kendisine tanımlanan alanlara konulur (Ayna 2021).

2.1.5.3 Model Değişirme Sürelerini Kısaltma (SMED)

SMED kelimesinin açılımı kalıp değişim sürelerinin tek haneli sürelerle indirgenmesi anlamına gelmektedir. SMED ile kalıp ya da tip değiştirme ve ayar sürelerinin 0 dakika ile 10 dakika arasına düşürmek için oluşturulmuş sistemdir. SMED (Single Minute Exchange of Die) Türkçe karşılığı olarak “Tekli Dakikalarda Kalıp Değişirme” olarak geçmektedir (İnce 2018).

Tam zamanında üretim (JIT) ve Kanban sistemlerini birbirine entegre edip birlikte çalışmalarını sağlamak için kalıp değiştirme zamanının en kısa düzeye indirilmesi gerekir. Ana prensibi; kalıp değiştirmenin öncesinde, kalıp değiştirme esnasında ve bu işlemin sonrasında uygulanması gereken adımların, otomasyon ve 5S metotları kullanılarak en kısa zamanda gerçekleştirilmesidir. SMED, o anki ürünü imal etmekten, bir sonraki ürüne geçişi çabuk ve hatasız bir yöntemle sağlayarak, süreçteki israfı yok etmektedir. Ürünler arası bu hızlı geçiş, siparişin adedini azaltmak, süreç ilerlemesini iyileştirmek ve esnekliği fazlalaştırmak için doğru anahtardır. SMED tekniğini şekillendiren, uygulanmasına imkân sağlayan temel ilke, yalın sistemi oluşturan diğer metotlarda da olduğu gibi “*gereksiz zaman*

kayıplarından kurtulmaktır". SMED yaklaşımını oluşturan ilkelerde ve SMED'in bütününde bu düşünce hâkimdir (Aydın 2009).

Model değiştirme süresini kısaltma, yalının en temel seviyesidir. Hızlı model değişimleri olmadan tek parça akış ve müşteri çekme sistemleri imkânsızdır. Ne var ki model değiştirme süresini kısaltma çalışması tek tek makinelerde yapılan hızlı değişimlerden daha fazlasını içerecektir. Üretimde kullanılan kalıpların mümkün olduğunca ortak özellikle sahip olması, (yükseklik en boy) ve standartlaştırılması mühimdir.

Ekipler kalıp boylarını dikkate alırken kalıpların hizmet dışı kalması durumu da göz önüne alınmalıdır. Bu noktada TPM'in (Toplam Üretken Bakım) bir parçası olarak ekipler, kalıplar için günlük bakım programlarını oluşturup, operatörlere bir kontrol listesiyle günlük bakım ve kontrol eğitimleri verilmelidir (Byrne 2015).

SMED' in Faydaları

SMED uygulamaları işletmelere birçok fayda sağlamaktadır. Örneğin, sermaye devir daim hızı artarken kapalı alandan kazanç sağlar. Stoktaki ürünlerin taşıma maliyeti ortadan kaldırır. Stokta hatalı ve bozulan ürün miktarları minimize eder ve karışık olarak üretim yapılabileceğinden stoksuz çalışmayı mümkün kılar Makina çevrim zamanlarında iyileşme gözükeceğinden üretimin kapasitesinde artışlar olur. Hazırlı ve tip değişimi süreleri azalırken, bu esnada meydana gelen hatalar ortadan kalkar böylece kaliteli üründe artış yaşanır. İş güvenliği kapsamında iş kazaları düşer. Kesici takımların dağıtımı ve planlanması kolaylaşır. Tip değişimleri daha çabuk ve hızlı bir şekilde gerçekleşeceği için müşteri taleplerindeki ani değişikliklere hız ve esneklik sağlanmaktadır. Son olarak tüm bunlar, çok düşük maliyetle sağlanmaktadır (Sevimli 2019).

SMED Uygulama Adımları



Şekil 2.8: SMED'in adımları (Sevimli 2019)

SMED dört aşamadan meydana gelmektedir. Hazırlık aşamada mevcut durumun analizi yapılmaktadır. Birinci aşamada iç ve dış ayarlar ayrıştırılmaktadır. İç ayarlar makine/tezgah durduğunda yapılan işlemleri, dış ayarlar ise makine/tezgah çalışırken yapılan işlemlerdir.

İkinci adımda istenmeyen makinenin/tezgâhın duruş süresini artıran, israfa neden olan iç ayarları dış ayara dönüştürme adımıdır. Üçüncü aşamada ayar işlemlerinin iyileştirilmesi düzenlenmesi aşamasıdır. Şekil 2.8'de bu aşamalar görülmektedir (Sevimli 2019).

2.1.5.4 5S

5S; temizlik, tertip ve düzen için gerekli olan temel noktaların Japonca kelimelerinin baş harflerinden oluşturulan bir kavramdır. 5S tekniği, çalışma alanının düzenlenmesi ve kullanılabilir ve tertipli olması için standartlaştırılmış uygulamalar bütünüdür. 5S ihtiyaç olmayan araç-gereçleri çalışma ortamından uzaklaştırıp ve gereksiz olan her şeyi azaltarak, çalışma ortamını düzenlemeyi amaçlar. 5S bir işyeri düzenlemesinde bir takım eylemleri kalıcı hale getirerek fabrikadaki gizli israfları ortadan kaldırmayı amaçlayan Toyota tarafından geliştirilmiştir (Güzel 2011).

Akış yaratma ve yalın çalışmalarını sürdürmede eşit derecede önemli bir araçtır. Yalın uygulamada gereken temel bir disiplini yaratmak için ilk olarak 5S

alışkanlık haline getirilmelidir. Her biri Japoncada S ile başlayan 5S'teki maddelerin açılımı şu şekildedir;

- *Seiri veya ayıklama*; üretimde ihtiyaç duyulmayan her şeyi atmak, çalışma ortamında uzaklaştırmayı ifade eder.
- *Seiton veya düzenleme*; Üretimden uzaklaştırılan ihtiyaç olmayan malzemeler için tekrar ihtiyaç duyulması halinde kolayca bulunabilmesi için bir düzen yaratıp bunu sürdürmeyi ifade eder.
- *Seiso veya standartlaştırma*; İlk üç S'yi sürdürmek için kurallar oluşturmayı ve belli bir rutin haline dönüştürmeyi ifade eder.
- *Shitsuke veya disiplin*; İlk dört S'nin disiplinini devam ettirmek, eğitimler verilerek sürdürülebilir olmasını sağlamak ve bir şirket kültürü haline getirmeyi ifade eder (Byrne 2015).

2.1.5.5 Poka-Yoke

POKA, dikkatsizlik, dalgınlık, YOKE ise elimine edilmesi anlamına gelir (Akçagün 2006). Birleştirince, Poka-yoke “emniyet tertibatı” diye çevrilebilen Japonca bir sözcüktür. Operatörlerin çalışmasını kolaylaştırır, aynı zamanda kusurlu ürün, güvenlik, hatalı işlem vb. gibi sorunlardan kaynaklanan aksamaları çalışanın aşırı dikkat göstermesine gerek kalmadan ortadan kaldırır. Operatörü gereksiz yere hatayı önlemeye yoğunlaştırmak yerine işine yoğunlaşmasını sağlar (Aydın 2009).

1970'li yılların başında Shigeo SHINGO adlı mühendis tarafından geliştirilmiş olup, üretim hattında kalitenin iyileştirilmesinde çığır açan buluşlardandır. Hata önleyiciler genelde üretimde hata olma olasılığı bakımından yüksek riskli olan proseslerde kullanılan ölçüm cihaz veya aletleridir. Oldukça basit bir içeriğe sahiptir. Hataların üretim hattında gerçekleşmesine izin verilmediği takdirde, ürünler üzerinde yeniden işlem yapma oranı azalacak ve böylece üretim kalitesi yükselecektir. Dolayısıyla bu da yüksek müşteri tatmini ve düşük üretim maliyetlerinin gerçekleşmesini beraberinde getirmektedir (Akçagün 2006).

Bu yöntem kendi içerisinde hataları önleme ve hatanın oluşmasındaki kök nedeni bulma olarak ikiye ayrılır. Hata önleme amacına yönelik olan Poke-Yoke,

hata daha oluşmadan önce bazı metotlar sayesinde hata oluşacağını fark edilmesini sağlayarak, hata oluşmadan önlemeyi hedeflemektedir. Hatanın altında yatan kök nedeni ortaya çıkartmaya yönelik Poke-Yoke ise hata meydana geldikten sonra onu görüp veya sorunlu ürünü bulup, sonrasında meydana gelebilecek hataları yok etmeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda Poke-Yoke metotları, Kaizen sisteminin de bir alt parçasıdır. Kaizen imalat aşamalarında sürekli iyileşme, kalite ve fayda-maliyet analizleriyle alakalıdır. Çevreye bakıldığı zaman Poke-Yoke yalnızca üretim aşamalarında kullanılan bir sistem değildir. Etrafımızda çok fazla Poke-Yoke uygulamasıyla karşılaşmamız mümkündür. Bu uygulamanın metotlarına bakıldığı zaman anlaşılacaktır ki bu ana kadar işletmedeki çoğu bölümünde hatalar, arızalar ve sorunlar, uygulanması basit gibi görülen ama büyük görevler üstlenen, bu düşük maliyetli sistemle çözüme kavuşturulmuş, arızalar ve bakımlar için hatların durdurulmasıyla oluşan zaman kaybı bu yöntemle telafi edilmiştir (Ayna 2021).

2.1.5.6 Kaizen

Yalın üretim felsefesinin sürekli iyileşme mantığı çok önemli bir yere sahiptir. Ürün ailesinin seçilmesi, eşdeğer ürünlerin belirlenmesi ve aynı rotayı izleyen yüksek üretim hacmine sahip ürünlerin değer akış haritasının yapılması ve proses analizleri ile değer akış sürelerinin kısaltılması ancak sürekli iyileşme ile mümkündür. Amaç israflardan arınmış, daha hızlı ve esnek üretim için proses içinde kaizenleri uygulayarak akış süresini en aza indirmektir.

Kaizen Japonca bir kelimedir. *Kai* Japoncada değişim, *Zen* ise daha iyi anlamına gelir. Japonca bu iki kelime birleştiği zaman daha iyiye değişim yani “*sürekli iyileştirme*” demektir. Belli bir amaca ulaşabilmek için mevcut uygulanmakta olan metodu değiştirmek veya daha efektif bir çözüm yolu bulmak anlamına da gelmektedir (Zeybek 2013).

Stokla beslenmeyen, bu anlamda son derece hassas olan yalın üretim bugün ulaştığı “en iyi uygulama” konumuna karşın, asla gelinmiş noktaya yetinen, durağan bir sistem değildir. Tam tersine daha da yetkinleştirilmesi, olabilecek tüm zaman kayıplarının ve israfın saptanıp gerekli önlemlerin alınması sistemin

devamlılığı için ön koşuldur. Bu yüzden yalın üretimi bünyesine almış firmalarda, her an, her aşamada, üretimin daha da iyileştirilmesine yönelik sürekli ve düzenli çalışmalar yapılır, sistemin bütününe yayılmış bu dinamik iyileştirme anlayışına KAIZEN denir.

Yalın üretimde KAIZEN uygulamasında en önemli özelliklerden biri, işçilerin KAIZEN iyileştirme çalışmalarına bir takım çalışması anlayışı içinde katılmalarıdır. Yalın üretim, tüm çalışanların yaratıcı potansiyeline saygı duyan bir sistemdir ve KAIZEN’de bu potansiyelin üretime kanalize edilmesi “kalite çemberleri” yardımıyla gerçekleşir (Arslan 2008).

2.1.5.7 Heijunka

Dengeli üretim, yalın düşüncede üretim planlama ve kontrol sistemlerinin ortak amacı olan üretimin dengelenmesi anlamına gelir. Yalın üretim sisteminde, üretimde dalgalı olarak değişim taleplere göre prosesleri uyumlu hale getirme işlemine üretim dengeleme denir. Üretim dengeleme süreci, yüksek hacimli tek tip bir ürünün tek bir üretim hattında üretimine ayrılması imkân dâhilinde değildir. Aksine, üretim hatlarının talepteki dalgalanmalara uyumlu olarak, aynı gün içinde çeşitli ürün tiplerini aynı anda küçük miktarlarda üretebilecek şekilde düzenlenmesi gerekir. Kanban sistemi ile işletmedeki üretim hatlarının tam zamanında üretime çekilmeleri ile birlikte, son montaj hattında gerçekleştirilecek olan üretim sıralamaları belli bir düzen korunarak senkronize bir şekilde yapılmak durumundadır. Bu düzen sağlanmaz ise önceki üretim istasyonları stoksuz çalışma ilkesine aykırı bir şekilde, stoklu bir şekilde çalışmak zorunda kalacaktır (Zeybek 2013).

Üretimin hem hacim hem de ürün karmaşıyla düzleştirilmesine heijunka denmektedir. Heijunka üretimi dengesiz inip çıkan müşteri taleplerinin gerçek akışına göre ayarlanmaz, bir dönem içindeki toplam hacmi alır ve bunu, her gün aynı miktar ve aynı ürün karmasının yapılacağı şekilde düzleştirir. Üretimin dengelenmesi (levelling-heijunka), planlı yapılan toplu üretim sisteminden çok daha avantajlıdır. Ohno, dengelenmiş üretimin, otomobil piyasasında her geçen gün biraz

daha belirgin olarak kendini gösteren talep çeşitliliğine daha iyi cevap vermekte tam bir güven içerisinde olduğunu belirtmiştir (Yalçıntekin 2015).

Heijunka'nın Faydaları

Dengeli üretim seri üretimin sebep olduğu birçok problemi ortadan kaldırmaktadır. Faydaları şu şekilde sıralanabilir;

- ✓ Müşterinin istediği şeyi istediği zamanda üretme esnekliği: Bu, işletmenin stoklarını ve bağlantılı problemlerini azaltır.
- ✓ Kaynak yönündeki süreçlerde ve işletmenin tedarikçilerinde talebin düzgünleştirilmesi: İşletme kaynak yönündeki süreçlerde Tam Zamanında sistemi kullanırsa ve tedarikçiler günde birkaç kez teslimat yaparlarsa, tedarikçiler karşılarında istikrarlı ve düzgün bir sipariş düzeni bulacaklardır. Bu, onlara stoklarını azaltma ve tasarruflarının bir kısmını müşteriye yansıtma olanağı verecektir, böylece bu düzleştirmeden herkes yarar sağlayacaktır.
- ✓ Satılmayan mal riskinin azalması: İşletme yalnızca müşterinin siparişi kadar üretirse, stok ve depolama maliyetlerine oluşma endişesinden kurtulur.
- ✓ Emeğin ve makinelerin dengeli kullanımı: İşletme bazı parçaların daha az, diğerlerinin daha fazla bir çalışma gerektirdiğini hesaplayarak, standartlaştırılmış bir çalışma planları ve üretimi düzgünleştirir. Ekstra bir çalışma gerektiren bir büyük motorun ardından yine bir büyük motor sıraya girmedikçe, işçiler bunu halledebilir. İşletme bunu dikkate alır ve düz bir program tutturursa, gün boyu dengeli ve idare edilebilir bir iş yükü paylaşımı olur (Yalçıntekin 2015).

2.2 Değer Akış Haritalama

Değer Akış Haritalama önceki bölümlerde bahsedildiği gibi Yalın Üretimin İlkelerinden olan değer akışı yapılandırmasını tanımlamak için kullanılan bir haritalandırma modelidir. Değer akışı haritası ürüne ait proseslerin çevrim zamanlarını, ara stok miktarlarını, işgücü dağıtımını, çalışma zamanı ya da kaynakların kullanımını ve planlama, sipariş gelmesi müşteri ile tedarikçiler

arasındaki iletişim gibi gerçekleşen bilgi akışını görselleştirmeye yardımcı olan bir yöntemdir. Bu noktaları ile kullanılmakta olan birçok sıkıcı sayısal veri ve yazı içeren geleneksel kayıt yaklaşımlarından oldukça farklıdır. Bitmiş ürüne ulaşmak için hammaddenin bütün dönüşümünü görselleştirir. Hem değer katan hem de değer katmayan eylemleri yer alır. Bu yöntem için araçlar sürekli değer akışına uygun hale getirilmeye önem veren yalın düşünceye dayanılarak geliştirilmiştir. (Güzel 2011).

Değer akış haritası, değer akışında yer alan hammaddenin nihai ürüne dönüşümündeki üretim akışını, bilgi ve nakit akışını aynı anda görmeye olanak sağlar ve değer akış haritası çizilerek değer akışındaki akışa engel olan israflar gün yüzüne çıkarılabilir. (Maskell ve Baggaley 2003)

Değer akış haritalarının temel amacı, değer akışındaki israfları ortaya çıkarmak ve bu israfları ortadan kaldırmak için çözüm önerilerinin sunulması için uygun zeminin oluşturulmasını sağlamaktır (Abdulmalek ve Rajgopal 2007).

Değer akış haritalama israfı, yani muda'yı elimine etmek için en etkili ve önemli yollardan biridir. Birçok süreçte israf %60'lara kadar çıkabilmektedir. Değer akışı haritalama, bir ürünün değer zincirindeki malzeme ve bilgi akışında yer alan her sürecin görsel bir "haritasını" ortaya koyar. Bu nedenle bütünü görmeyi sağladığı için önemli ve etkin bir yöntemdir karşımıza çıkmaktadır. Bu haritalar, mevcut durum çizimi, gelecek durum çizimi ve uygulamaya geçme olmak üzere 3 ana aşamadan oluşmaktadır (Abdulmalek ve Rajgopal 2007).

Bir değer akış haritası, operasyonlar boyunca hareketi gösteren grafiklerden oluşmaktadır. Değer akış haritası, üretim prosesleri ile ilgili ortak bir dil oluşturmak için oluşturulmaktadır. Değer akış haritası, bilgi ve malzeme akışının nasıl işleme gerektiğini göstererek yalın üretim kavramlarını uygulamak için ayrıntılı plan sağlamaktadır (İnce 2018).

Değer akışı bakış açısı, yalnızca tek bir proses/proseslere üzerine odaklanmak değil büyük resmi görebilmek ve sadece tek bir yeri değil hattı bütünüyle iyileştirmeyi ifade eder (Shook ve Rother 2010).

Değer akış haritası, "kapıdan-kapıya" bütün bir akışın görsel olarak ortaya konmasını sağlar. Genel bir ifadeyle, (Keyte ve Locher 2004) tarafından akışı

yaratmak için işletmenin akışa göre nasıl çalıştırılması gerektiğinin çok detaylı bir şekilde tanımlanmasını sağlayan görsel bir araç olarak tanımlamaktadır. (Seth ve Gupta 2007) Tarafından ise değer akış haritası, tedarikçiler, imalat ve müşteriye sevkiyatı içeren bir değer zinciri içinde, malzeme ve yarı mamuller için üretilen ürün ve bilgi akış haritalarının çizilme olduğunu söylemektedir. Değer akış haritası, hammaddenin nihai ürün oluşuncaya kadar ilerlediği değer akışı oluşturan tüm prosesler boyunca oluşan malzeme ve bilgi akışının görülmesine ve anlaşılmasına yardımcı olan bir “kâğıt kalem” tekniğidir. Diğer bir ifadeyle, akışı yaratmak için işletmenin nasıl çalıştırılması gerektiğinin çok detaylı bir şekilde tanımlanmasını sağlayan nitel bir araçtır. Değer akışı ile hedeflenen; müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunu takip edip, malzeme ve bilgi akışında yer alan her prosesin dikkatli bir şekilde uygun simge ve şekillerle çizilmesi ve bir dizi kritik kilit soru sorarak akışın nasıl akması gerektiğinin gösterilmesidir. Bu yolla “gelecek durum” haritası oluşturulur (Shook ve Rother 2010).

Değer Akış Haritalama teknikleri bireysel değer akışlarındaki israfın tanımlanmasında ve bundan dolayı en uygun taşıma yolunu bulmasına ya da bu israfı azaltmasına yardım eder. Üretim sistemlerinde üç tane açık operasyon tanımlanır:

1. *Değer Katmayan Eylemler:* Saf israftır ve tamamen ortadan kaldırılabilir eylemleri içerir.
2. *Gerekli Ancak Değer Katmayan Eylemler:* İsriftir ancak, belirlenmiş mevcut işlem eylemleri için gereklidir. (tip değişimi model değişimi gibi)
3. *Değer Katan Eylemler:* Malzeme ya da hizmet dönüşümü için operasyonları kapsar.

2.2.1 Değer Akışı Haritalamanın Faydaları

Problem çözümü için sınırlı bir alanda, sorunu bir sayfada tanımlayarak yeterli sayı/miktardaki belirli sorunları seçerek çözmek için zorlar. Bu, işin gerçekçi bir şekilde tamamlanabilen, başarılı değişimi hızla gösteren ve çalışanları daha fazla problem çözme konusunda motive eden bir kapsam olmasını

sağlar. Yalın düşünme, bunu kullanan herkes, için özellikle de ön cephe işçileri için tatmin edicidir. Yalın düşünme kolay öğrenilir ve kolay öğretilir. Çalışanların günlük çalışmalarının hayal kırıklıklarını ortadan kaldırmak için kullanabilecekleri bir yöntemdir. Yalın düşünme daha güçlü liderler geliştirir. Değer akış haritası derin bir yöntem olarak sorumlu oldukları çalışmayı anlamak ve organizasyonlar için değişim ve gelişmeyi kolaylaştırmak bilgi içeren açık ve objektif iletişim araçlarıdır.

Değer akışı haritalama süreçler için sıçrama tahtası olabilecek bir araçtır. Tek seferde herhangi bir süreç değer akışı haritalama ile ayrıntılı şekilde anlaşılır. Talep edilen hizmeti sunma becerisinde sınırsız yenilikler yaratır. Bu yeni tesisler inşa etmek için kullanılabilir, daha iyi hizmet, iş güvenliği, hasta ve işçi memnuniyetinin günlük gelişimi ve uygun fiyat yaratmak için de kullanılır.

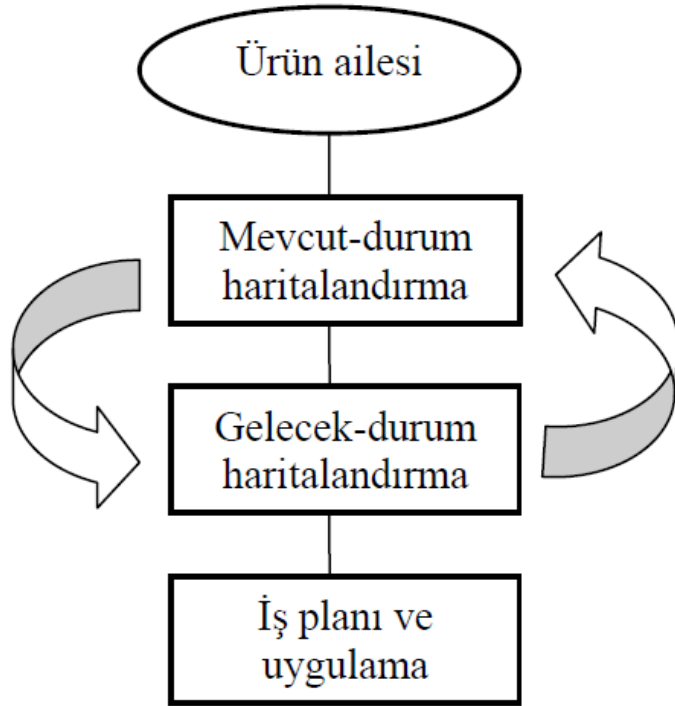
Değer akışı haritalama ve yalın düşünme bileşenlerinin bir dizi avantajları vardır.

- ✓ Değer akış haritaları üretimdeki ya da verilen hizmetteki tek bir işlem adımından (Banka işlemleri, boyama, kurutma, montaj, santrifüj, kaynak, hasta kayıt vb.) daha fazlasını, bütünü görmeye yardımcı olur.
- ✓ Bilinen kayıplardan daha fazlasını görmemizi sağlar; değer akışı üzerindeki israfların ortaya çıkmasına sağlar.
- ✓ Hizmet ya da üretim prosesleri ile ilgili ortak bir dil oluşmasını sağlar. Değerin akışıyla ilgili darboğazlar, kayıplar görünür olduğu için söz konusu bu darboğazlar, kayıplar, israflar tartışılabilir.
- ✓ Değer akış haritaları yalın kavramları ve teknikleri birbirlerine bağlar.
- ✓ Harita ile ortaya çıkan darboğazları ortadan kaldırmak için temel oluşturur.
- ✓ Yalın kavramlar ile teknikleri birbirine bağlar.
- ✓ Katma değer yaratmayan adımlar, çalışan personel, temin süresi, taşıma yöntemi, bilgi akış yöntemi, kat edilen mesafe, stok seviyesi gibi nicel değerler üreten bir tekniktir.

- ✓ Akışı yaratmak için makineleri nasıl kullanmanız gerektiğini tanımlamanızı sağlayan bir araçtır (İnce 2018).

2.2.2 Değer Akış Haritalama Adımları

Haritalandırma, sadece israfları değil, değer akış yollarındaki israf kaynaklarının belirlenmesine de yardımcı olmaktadır. Üretim süreçleri ile ilgili ortak bir konuşma dili oluşturmaktadır. Akış ile ilgili kararlar görülebildiği için bunlar üzerinde tartışılabilir. Aksi takdirde, üretim alanında alınan birçok karar ve israf kaynakları hakkındaki bilgi hatalı sonuçlara neden olabilmektedir. Değer akış haritalama yönteminin kullanılabilmesi için sırasıyla takip edilmesi gereken adımlar vardır.



Şekil 2.9: Değer akış haritalamanın adımları (Güzel 2011)

Değer akış haritalamanın ilk adımı iyileştirme çalışmasının yapılacağı ürün ailesinin seçilmesidir (Şekil 2.9). Ürün ailesi belirlendikten sonra, ürün ile ilgili saha çalışması yapılarak gerekli bilgiler toplanır. Sonrasında haritalama işlemine geçilir. Burada ilk adım mevcut durumun oluşturulmasıdır. Ancak şekilde de görüldüğü gibi, mevcut ve gelecek durum arasındaki oklar iki yönlü gitmektedir.

Bunun nedeni gelecek durum ile ilgili düşüncelerin mevcut durum esnasında oluştuğudur. Aynı şekilde gelecek durum çizilirken de mevcut durumun oluşturulması esnasında gözden kaçan önemli bilgiler ortaya çıkabilmektedir. Sürekli iyileştirme esas alındığında çizilen gelecek durumun bir sonraki aşamada mevcut durum haritası olma ihtimali yüksektir. Bundan sonraki son adım ise iş planı ve uygulama ve sonuçları gözden geçirip karşılaştırma yapmaktır (Güzel 2011).

2.2.2.1 Ürün Ailesi Seçimi

		Montaj Adımları ve Makinalar							
		son şekil	delme	kaynak	bükme	alt montaj	son montaj	kıvrıma	test
Ürünler	otomotiv	X				X	X	X	X
	kamyon S	X			X	X	X	X	X
	kamyon L	X			X	X	X	X	X
	kamyon A	X			X	X	X	X	X
	ağır kamyon		X	X	X				X
	ağır ekipman	X	X	X	X				X

Şekil 2.10: Ürün ailesi matrisi (Rother ve Harris 2001)

Bir ürünü oluşturan alt bileşenleri ve geçtikleri çoğunlukla ortak olup, desen, varyant renk gibi birkaç farklılıkları olan ürünler ürün ağacının alt dallarını oluşturur. Dolayısıyla değer akış haritalamada yapılacak ilk adım aynı proseslerden geçen ürünlerin Ürün ailesi matrisini oluşturup değer akışı çıkarılacak ürünün ürün ailesini belirlemektir. Şekil 2.10'da örnek bir ürün ailesi matrisi verilmiştir (Rother ve Harris 2001).

Ürünleri belirlerken dikkat edilmesi gerek pek çok nokta vardır. Aşağıda birkaç kural belirtilmiştir.

1-) Esneklik Bazen talep tek bir ürüne özel hücre ya da hat oluşturmak için yeterlidir.

Bununla birlikte eğer talep belli ürünler arasında değişiyorsa ve model değiştirme süreleri kısaltılabiliyorsa karışık model hücreleri oluşturmak daha iyi olabilir.

Her iki durumda da toplam kapasite aynıdır. İkinci durumda ürünler arası talep değişimleri daha iyi karşılanabilir.

2-) Toplam iş muhtevastaki değişimler; Tek bir ürünün başından sonuna yapılması için gerek operatör zamanıdır. %30'dan fazla değişkenlik göstermemelidir. Özellikleri konveyör hatlar kullanıldığından önemlidir. Çok fazla değişim olduğunda hem akışı sağlamak güçleşir hem de üretkenlik azalabilir. Bu durumda hücreyi bölmek veya bazı düşük hacimli ya da seyrek üretilen ürünleri başka hücrelere aktarmak gerekebilir.

3-) İşlem adımları ve ekipman benzerliği; Aynı hücre içinde farklı ürünler değişik üretim adımlarından geçiyorsa bu operatörlerin her ürün değişiminde “vites değiştirmesini” gerektirir. Bu da hem üretkenliği düşürür hem de kalite problemlerine yol açar. Bazen aynı ürünün varyantları için ayrı hücreler oluşturmak doğru olabilir.

4-) Takt Zamanı (Üretim Temposu); Takt zamanı müşterinin bitmiş ürünü istediği tempodur. Kullanabilir vardiya zamanı müşterinin bir vardiya için istediği ürün miktarına bölünerek bulunur. Genel bir kural olarak takt zamanı 10 saniyenin altına düşerse bu operatörler için çok hızlı tekrarlanan ve stresli bir çalışma şekli yaratır. Bu tür durumlardan yavaş akan birbirinin aynısı birkaç hücre kurmak gerekir. İlave hücreler için gereken makine yatırımı çok yüksek olmadığında daha uygundur. Tersine takt zamanı 120 saniyeyi aşılıyorsa, çok fazla işlem elemanı vardır ve iş elemanlarını standartlaştırmak güçleşir. Bu tür durumlarda hücreye başka bir ürünü daha dâhil edilmelidir.

5-) Müşterinin Yeri; Belli bir ürünün müşterileri coğrafi olarak çok farklı bölgelerde ise, bu ürünü müşterilere yakın noktalarda ayrı hatlarda üretmek daha uygundur. Bu özellikle nakliye maliyetlerinin yüksek olduğu, döviz kuru farklılıklarından ortaya çıkan kayıplar söz konusu olduğu, malzemelerin teslim süresi uzun veya yerel altyapı (bina yönetim vb.) maliyetlerinin uygun olduğu durumlarda daha da önemlidir (Rother ve Harris 2001).

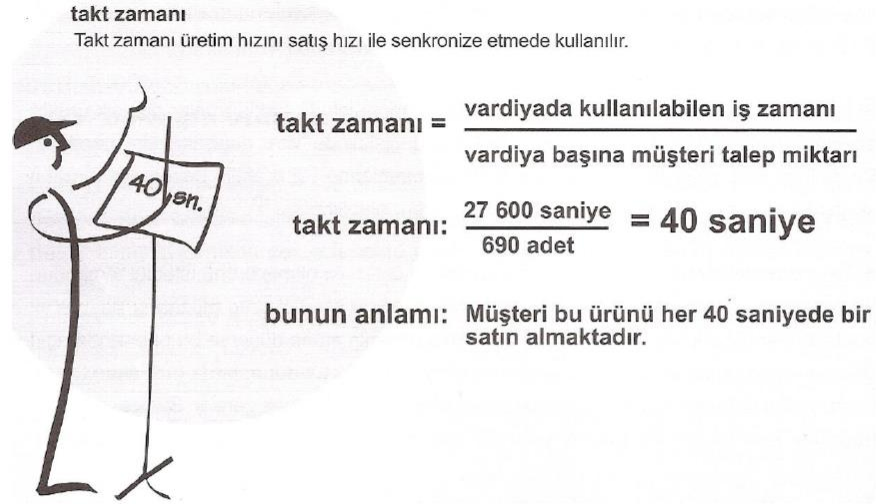
Takt Zamanı

“Takt” tempo, hız anlamına gelen Almanca bir sözcüktür. Takt zamanı pacemaker prosesin üretim ritmini satış ritmine göre ayarlamak üzere kullanılan referans ölçüsüdür. Müşteri siparişlerini karşılayabilmek için ne kadar sıklıkla üretim yapılması gerektiğinin bir ifadesidir. Takt zamanının anlamı fiili üretim hızını belirlemek olduğundan günlük ya da haftalık satışları bu sürede çalışılan vardiya sayısına bölerek vardiya başına gereken sipariş miktarı hesaplanır

Vardiya başına talep hesaplandıktan sonra geriye “kullanılabilir vardiya zamanı”nı (veya efektif vardiya zamanı) hesaplamak kalır. Vardiya başlangıç ve bitiş zamanı arasındaki süreden molalar, toplantı, temizlik vb. zamanları çıkarılarak bulunur. Planlanmamış makine duruşları, model değiştirme sürelerini veya diğer problemler için kullanılan süreler çıkarılmaz (Rother ve Harris 2001).

Buna göre takt zamanı Şekil 2.11’deki gibi hesaplanır;

oo



Şekil 2.11: Takt zamanı (Rother ve Harris 2001)

Takt zamanının asıl hedefi üretimin talep ile kesin olarak örtüşmesini sağlamak olduğundan yalın üretimin en önemli kısımlarından biri olarak görülür. Müşteri istekleriyle oluşan toplam talebi karşılarken aynı zamanda stok seviyesini en az seviyede tutacak şekilde üretimi ilişkilendirmek takt zamanı ile mümkündür. Takt zamanı Tam Zamanında Üretim'in (Just In Time) temelidir (Rother ve Harris 2001).

Çevrim Süresi (C/O)

Yapılan gözlemler ile süresi ölçülmüş olan, ürünün ilgili operasyonda tamamlanma süresi ifade eder. İki ürün arasında geçen süre olarak da tanımlanabilir. Bu süre, hesaba, şartlara, operatörlerin temposuna, el alışkanlığı ve operatör yeteneğine ve operatör sayısı gibi birçok etmene bağlı olabilmektedir. Çevrim zamanı takt zamanından daha az olursa fazladan üretim yapılmış olacaktır ve bu da proseste fazladan operatör çalıştığını gösterir.

Katma Değer Süresi (Value Added Time VA)

Çevrim süresi sırasında müşterinin “Değer” olarak tanımladığı işlemlerin gerçekleştirildiği süre olarak tanımlanabilir.

Değer Yaratmayan Süre (Non-Value Added Time VA)

Müşteri tarafından herhangi bir ürüne veya hizmete maliyet katan fakat değer katmayan faaliyetlerin süresidir.

Akış Zamanı (Lead Time L/T)

Bir ürünün, hammaddeden sevkiyata kadar olan süredeki dönüşümün toplam zamanıdır (Rother ve Harris 2001). Bu sürenin içine katma değerli ve katma

değersiz işler de girmektedir. Kapıdan-kapıya çalışmalarda akış süresi için işletme girişinde işaretlenen bir parçanın sevkiyatta yüklenmesine kadar geçen toplam zamanın ölçülmesidir.

Çevrim süresi, akış süresi ve katma değerli iş arasındaki ilişkiye bakıldığında genelde aşağıdaki durum ile karşılaşılmaktadır:

$VA < C/T < L/T$ Akış süresi en büyük değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada ürüne değer katma süresi, tamir süreleri, hurda üretim süreleri gibi katma değerli ve katma değersiz işlerle beraber ürünün giriş kalite tarafından kabul edilmesi, süreç arası beklemleri, sevkiyat depoda beklemleri gibi beklemleri de içermektedir. Böylece bu süre hem çevrim süresinden hem de katma değerli süreden oldukça büyüktür. Çevrim süresi ise katma değerli iş ve istenmeyen durumlardan kaynaklı olarak katma değersiz işlerin de olabileceği süre toplamı olduğu için katma değerli iş süresinden büyüktür (İnce 2018).

İş Elemanlarının Tespiti

Her operatörün iş istasyonunda bir çevrim tamamlamak için bir dizi iş adımını veya “iş elemanını” yerine getirmektedir. Her iş istasyonundaki bütün iş elemanlarını bir araya toplandığında hücrenin toplam operatör iş yükü elde edilir. Bir iş elemanı, “bir başka kişiye kaydırılabilen en küçük iş parçası” olarak tanımlanabilir. Yani “bir adet boru al ve fiktüre yerleştir” bir iş elemanıyken “bir adet boru al” bir iş elemanı değildir.

Proses analiz formu ancak yapılmakta olan işi dikkatle ve tekrar tekrar izlenerek hazırlanır. Kayıttaki verilere güvenilmemelidir. İş gözlemlendiğinde operatörlerin çevrimden çevrime hafif farklı çalıştığı tespit edilebilir. Formdaki “Notlar” alanı problemleri soru ve fikirleri yazmak için kullanılır.

İş elemanları kaydedilirken kurşun kalem kullanılmalıdır. Prosesin iyice anlaşıldığı tespit edilene kadar liste birkaç kez düzeltilebilir. Daha sonra bu liste operatörlerle birlikte gözden geçirilmeli, varsa eksiklikler tamamlanmalıdır (Rother ve Harris 2001).

Kâğıt Üstünde Kaizen

İş elemanlarını gözlemleyip kaydedildiğinde israflar da görülmeye başlanır. Operatörün malzemeleri almak için yürümesi, makine çalışırken operatörün beklemesi, çevrimdışı işleri yapmak için operatörün iş istasyonunu terk etmesi gibi tüm bu eylemler müşteri için bir değer yoktur ve tümüyle israftır.

Proses Analiz Formuna aşikâr israflar iş elemanı olarak yazılmamalı. Bunlar işin bir parçası değildir ve amaç bunların yok edilmesidir. İşte bu israf adımlarını derhal dışarı atma yaklaşımına “*kağıt üstünde kaizen*” denir.

Bazı Kağıt Üstünde Kaizen Kuralları:

1-) *Hiçbir yürüme bir iş elemanı olarak almayın:* Çünkü yeni yalın hücre tasarımında gerçekleşecek yürüme miktarları henüz bilinmiyor ve bu aşamada ihmal edilmeli

2-) *Çevrimdışı işleri iş elemanı olarak almayın:* Makinanın standart olarak sürekli durması çevrimdışı işler kapsamına girer. Bu da sürekli akışı bozar ve takt zamanında üretim yapabilen verimli bir imalatın elde edilmesini imkânsız hale getirir. Diğer örnekler parça kutularının alınması, kalite muayeneleri veya bitmiş parça kutularının taşınmasıdır. Bu işlerin yapılması zorunu ise takım lideri, malzemeci gibi takta bağımlı sürekli akışın dışında çalışan destek elemanları tarafından yerine getirilmelidir. Fakat bazı çevrimdışı işle çevrim içi işe çevrilebilir.

3-) *Operatörlerin makine çevrimi beklemesini iş elemanı olarak almayın:* Makine çalışmasını beklemek tümüyle israftır ve yok edilmelidir. Makine işini daima insan işinden ayrılmalıdır. Makine işlemini bitirip ikinci çevrim için operatörün gelmesini bekleyebilir. Fakat operatör hiçbir zaman makinayı beklememelidir. Hücreyi operatörler makinayı yükleyip çalıştırdıktan sonra makine işine devam ederken başka bir iş istasyonuna gidecek şekilde tasarlanmalıdır.

4-) *Otomatik parça çıkarmanın mümkün olabileceği her durumda bitmiş parçanın çıkarılmasını iş elemanı olarak almayın:* Operatör ikinci çevrimde makinaya döndüğünde ideal durum olarak boş ve açık bir fikstür bulmalıdır. Böylelikle işlenecek yeni parça makinaya yüklenebilir. Parçayı makinadan çıkarmak fazladan aktarmalar ve kayıp yaratır (Rother ve Harris 2001).

Her İş Elemanı İçin Gerekli Zamanın Ölçülmesi

Her bir iş elemanının süresini doğru tespit etmek için işin yapıldığı yere giderek kronometre ölçümü yapılmalıdır. İş alanında hem gerçek durumu görebilmek için hem de gizli kalmış israfları gözlemleyebilmek için yerinde gözlem yapılmalıdır.

Her iş elemanı ayrı ayrı ölçülmeli, operatörün yaptığı işin tamamı değil. Çünkü işin tümü içerisinde iş sayılmayacak kayıp zamanlar bulunabilir.

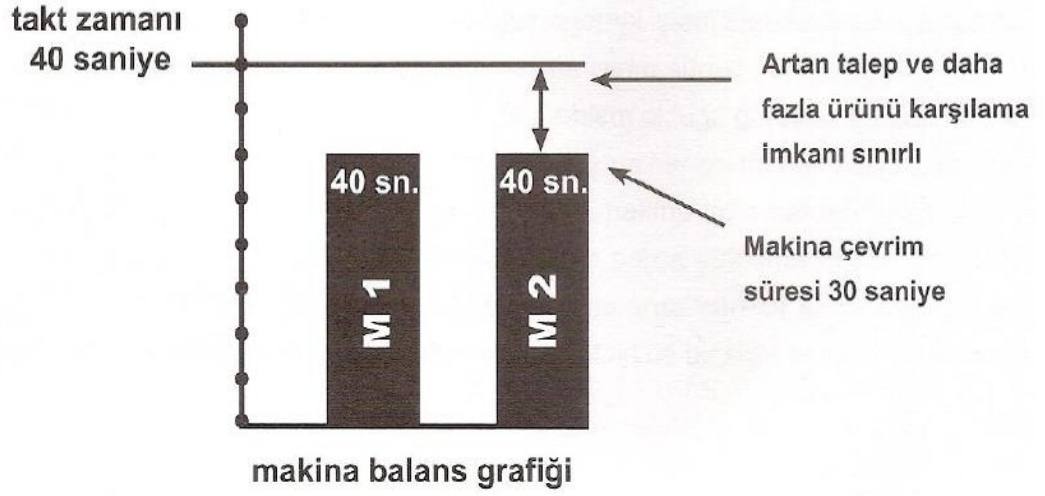
Her bir iş elemanının süresi ayrı ayrı belirlendikten sonra operatörün bütün bir iş çevrimini ölçülmeli. Ölçülen toplam süre iş elemanlarının sürelerinin toplamından mutlaka fazla olacaktır. Bu fazlalık iş elemanları arasındaki bekleme süreleridir.

Anlamlı bilgiye ulaşabilmek için her bir iş elemanı birkaç defa ölçülmeli (10 defa).

Bazen bir iş elemanının süresini ölçerken kronometreyi durdurmadan operatör bir başka iş elemanını yapmaya geçmiş olabilir. Bu durumda bir sonraki çevrimi bekleyerek ölçüm tekrarlanmalıdır. Benzer şekilde, iş elemanı bir nedene kesintiye uğrarsa bu ölçümü iptal edip bir sonraki çevrimde tekrar ölçülmeli. İşin ehli deneyimli operatörlerden ölçüm alınmalı, bu kişi ne en hızlı çalışan ne de en yavaş çalışan olmalıdır. *İş elemanının süresi pek çok çevrim boyunca ölçüldükten sonra, en sık tekrarlanan en düşük zaman değeri alınmalıdır. Ölçümlerin ortalaması alınmalı çünkü tekrarlanan en düşük süre gerçekte neyin mümkün olduğunun daha iyi bir göstergesidir* (Rother ve Harris 2001).

İş Dengeleme Çizelgesinin Oluşturulması

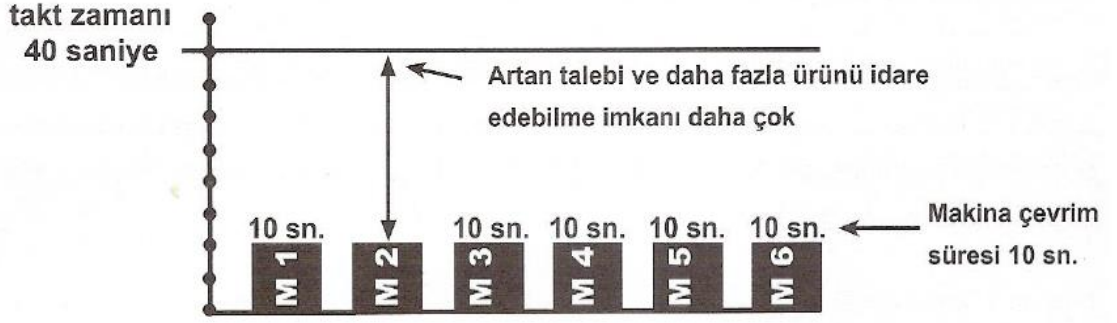
İş dengeleme çizelgesi, takt zamanına bağlı olarak operatörler arasında işin dağılımını gösterir. Ölçülebilir, basit, görsel bir araçtır ve tahminleri devre dışı bırakarak verimli imalat hücreleri tasarımını sağlar. Mühendisler, yöneticiler ve işçilerin gerçek verileri kullanarak birlikte çalışmasını mümkün kılar. “Akış için gözle” yaratmada büyük bir yardımcıdır.



Şekil 2.12: Makina balans grafiği (Rother ve Harris 2001)

Şekil 2.12’de gösterildiği gibi bir proseste yer alan iki çok amaçlı makinanın çevrim süreleri takt zamanına yakınsa, ilave talep ya da yeni ürünleri karşılayacak potansiyel yoktur. Yeni bir makine satın alınması şarttır.

Bu örnekte yeni bir makine ile elde edilecek kapasite miktarını belirleyen prostesteki en uzun çevrim süresidir.



Şekil 2.13: Makina balans grafiği-2 (Rother ve Harris 2001)

Eğer aynı proseste çevrim süresi 10 saniye olan bir dizi basit makine kullanılırsa, Şekil 2.13’de gösterildiği gibi hücrede ilave ekipman yatırımı yapmadan talep ve ürün çeşidi arttırma imkanı vardır. Bu örnekte kapasite 10 saniyelik adımlara arttırılabilir. Ayrıca tek amaçlı makineler çok amaçlı makinalara nazaran daha güvenilir ve daha ucuzdur. Üstelik teslim süreleri de daha kısadır.

Otomasyon verimli ve esnek bir malzeme akışı yaratmak üzere kullanılabilir. Ancak yanlış tasarlanır ya da yanlış kullanılırsa otomasyon akışı engelleyen bir faktör olabilir. Bundan kaçınmak için malzeme akışı ile operatör akışının birbiri ile nasıl bir etkileşim içinde olduğu dikkate alınmalıdır. Otomasyonu düşünürken Şekil 2.14’de görülen “Ayrım Çizgisi” adı verilen basit şema yardımcı bir kılavuz olarak kullanılmalıdır.

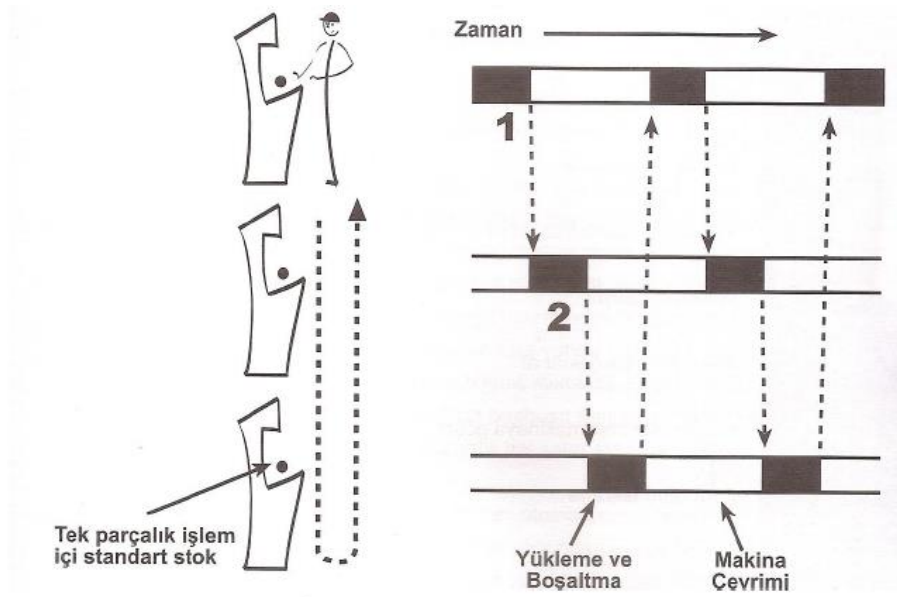
	Makina Yükleme	Makina Çevrimi	Makina Boşaltma	Parçanın İletimi
1				
2		otomatik		
3		otomatik	otomatik	
Ayrım Çizgisi				
4	otomatik	otomatik	otomatik	
5	otomatik	otomatik	otomatik	otomatik

Şekil 2.14: Otomasyon seviyeleri (Rother ve Harris 2001)

Operatörlerin makine çalışırken değer yaratan işleri yapmaya deva edebilmesi için en azından 2. Seviye otomasyon gerekir. 2. Seviye otomasyon makinalarının bir kez çalıştırıldıktan sonra insan yardımına ihtiyaç duymadan çevrimi tamamlayabilmesini sağlar. Bu durumda operatör iş sırası şu şekilde olabilir:

- Makine 1'den işlenmiş parçayı çıkar
- Makine 1'e yeni parçayı yerleştir
- Makine 1'i çalıştır
- İşlenmiş parçayı makine 2'ye götür.
- Aynı işleri makine 2'de tekrarlar

Bu çalışma şekli operatörlerin takt zamanı içinde birden fazla prosesi idare etmesine imkân verir (Şekil 2.15). Eğer makine çalışırken operatör onu bekliyorsa, operatör makina için çalışıyor demektir. Eğer makine çalışırken operatör başka iş elemanlarını yapıyorsa, makina operatör için çalışıyor demektir.



Şekil 2.15: Bir işinin beklemek yerine birden fazla prosesi yönetmesi (Rother ve Harris 2001)

Bazen operatörlerin makinayı denetlemek için makine çevrimi boyunca makine yanında durduğu görülmektedir. Bu tümüyle bir israftır. Bu tür durumlarda makinaya problemleri tespit edecek sensörler yerleştirilmeli, problem durumunda uyarı sinyalleri üretmeli ve hatta gerekliyse makine otomatik olarak durdurulmalıdır. İnsanlar makina yanına sadece gerektiğinde gelmelidirler. Basit

sensörlerin maiyeti daima makine başında bir operatör tutma maliyetinden daha düşüktür. Üstelik insan kontrolü hiçbir zaman %100 etkin değildir.

Operatör işlenmiş parçayı sonraki makinaya götürürken makinanın yeni parçayı işliyor olması sistemde tek parçalık “standart işlem içi stok” bulunduğu anlamına gelir. Her çevrimde tek parça üretilmekteyken bu tek parçalık “standart işlem içi stok” operatörü makinadan bağımsız hale getirir (Rother ve Harris 2001).

Takt Zamanına Göre Operatör Sayısı

Operatör sayısı takım elemanları arasındaki pazarlıklar veya tahminlere göre belirlenmemeli. Operatör sayısını Denklem (3.1)’de verilen eşitlikteki gibi belirlenmelidir.

$$\frac{\text{Toplam İş Yüğü (kağıt üstü kaizen sonrası)}}{\text{Takt Zamanı}} = \text{Operatör Sayısı} \quad (3.1)$$

Örneğin Takt zamanı 40 saniye, operasyon süresi 88 saniye olan bir işlem için $88/40=2,2$ operatör gereklidir. 2.2 operatör olamayacağından iyileştirme yapılamadığı takdirde 3 operatör gerekmektedir. Fakat bu da üretkenliğin düşük olacağı anlamına gelmektedir. Tüm takım 2 operatör hedefini kabul ederse bu hücre 2 kişi ile çalıştırılabilir.

Buna göre Tablo 2.2’deki kural temel alınabilir.

Tablo 2.2: Hücredeki operatör sayısını belirlemek için kurallar (Rother ve Harris 2001)

Kağıt üstünde kaizen sonrası hesaplanan operatör sayısının küsüratı	Kural / Hedef
< 0.3	1 operatör eklemeyin İsraf ve ilave işleri yok edin
0.3 - 0.5	Hemen 1 operatör eklemeyin. 2 hafta boyunca çalışmaya ve iyileştirme yapmaya devam edin
> 0.5	1 operatör ekleyin. Ancak iyileştirme yapmaya devam ederek bu operatöre olan ihtiyacı yok etmeye çalışın

Hücre Tasarımı

Başlangıç olarak yalın hücre tasarımı yapılırken, makine, iş istasyonları ve malzemeleri hiçbir zaman bu şekilde çalışılmayacakmış gibi olsa da tek bir kişi bir parçayı başından sonuna kadar yapacakmış gibi düzenlenmeli. Bir kişinin hücre boyunca en verimli şekilde çalışabileceği gibi düzenlendiğinde, aktivite adaları ortaya çıkmaz, prosesler arası stoklar ortaya çıkmaz.

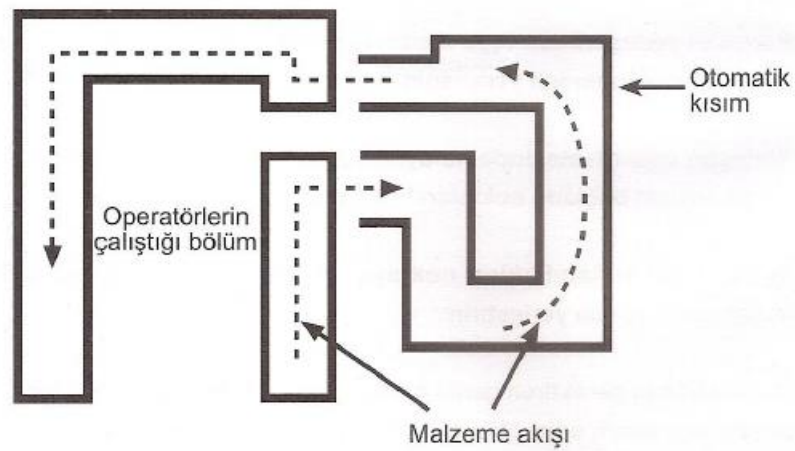
Hücreyi tasarlarken makine ve iş istasyonlarının birbirine yakın olması ve hücrenin iç genişliğinin 150 cm civarında olması gerekmektedir. Bu şekilde pek çok hücre dar bir U formu şeklini alır. Hücredeki iş istasyonu ve makine sayısı arttıkça U'nun boyu uzar. Ürün, makineler, malzeme sunum şekli gibi pek çok unsur dikkate alınmalıdır.

Bir düşünceye göre malzemeler hücre içinde operatöre göre sağdan-sola akmalıdır. Çünkü pek çok kişi sağ el kullanır ve sağdan sola doğru çalışmak daha doğal ve verimlidir. Bununla birlikte pratikte birçok verimli proses soldan, birçoğu da sağdan akmaktadır. En iyisi durum özelinde hangisinin daha iyi olacağını değerlendirmektir.

Hücre yerleşimi için kılavuz

- Yürüme mesafesini kısaltmak için makina ve iş istasyonunu birbirine yakın yerleştirilmeli.
- Operatör yürüme yolundaki engeller kaldırılmalı.
- Hücrenin iç genişliği 150 cm civarında tutulmalı. Böylece operatörler arasında iş yükü paylaşımı kolaylıkla değiştirilebilir.
- İşlem için stok biriktirilebilecek boş alan bırakılmamalı.
- Çalışma yükseklikleri eşit olmalı.
- İlk ve son işlem birbirinin yanında olmalı. Bu ikinci çevrim için geri dönüş yolunu kısaltır. Tek kişinin hem ilk hem son işlemi yapabilmesine imkân verir. Buda hattı hızlı dengelemeye yardımcı olur.

- İş parçasının yukarı-aşağı ve ileri-geri hareketleri engellenmeli. Mümkünse makinaların kenarlarını açık bırakarak aradaki en kısa mesafeden yatay transfer sağlanabilir.
- Parçaları yerleştirirken veya malzeme taşırken operatörlere yardımcı olarak yer çekiminden yararlanılmalı.
- Yerleşim düzenlemesinde kolaylık sağlamak için tavandan sarkan esnek tesisat bağlantı noktaları kullanılmalı.
- El aletleri kullanıldıkları noktaya en yakın yere ve operatörün kullanacağı yönde yerleştirilmeli.
- Uç değiştirme gerektiren genel amaçlı aletler yerine, işe özel el aletleri kullanılmalı. Mümkün olan her durumda iki ya da daha çok el aleti birleştirilmeli.
- Ergonomi ve iş güvenliğinden asla taviz verilmemeli
- Operatör tarafından yapılan iş adımları birbirine yakın yerleştirilmeli. Böylelikle iş elemanlarının operatörlere dağıtımında esneklik kazanılmış ve değer yaratan çalışma sağlanmış olur.
- Beşinci seviye otomasyon ve fırın gibi sürekli çevrim operasyonlarını operatöre dayalı iş akışından ayırarak ayrı gruplanmalı (Şekil 2.16).



Şekil 2.16: Otomatik kısımların hücreye entegre edilişi (Rother ve Harris 2001)

Hücreye bu şekilde entegre edilebilmesi için tam otomatik bölümün çok güvenilir çalışıyor olması gerekir. Eğer güvenilirlik düşük ve iyileştirilmesi de zor ise, otomatik bölümü hücreden tamamen ayırarak araya çekme sistemi koyarak üretim dengelenebilir.

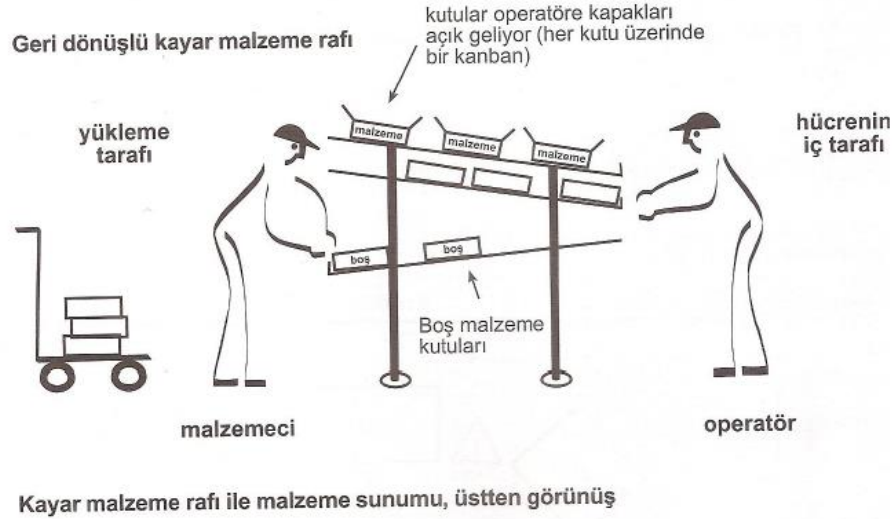
Makinalar için kılavuz

- Büyük çok amaçlı makinalar yerine tek amaçlı makinalar kullanılmalı.
- Parçayı almak için operatörün iki elini de kullanması gereken durumlarda, bunu kaldırmak için makinede otomatik parça çıkarılmasını sağlayan bir fonksiyon eklenmeli.
- Mümkünse tek dokunmalı otomasyon kullanılmalı. Operatör parçayı yerleştirip makine çevrimini başlattıktan sonra makinadan ayrılabilmelidir.
- Parti üretimden kaçınılmalı. İdeal durumda makinalar takt zamanından daha kısa sürede her-defasında-bir-parça üretebiliyor olmalıdır.
- Anormal koşulları haber verecek, hatta gerekirse makinayı durduracak sensörler eklenmeli. Böylelikle operatörün makinayı seyrederek beklemesine gerek kalmaz
- Makinaları bakım yapılabilirlik esasına göre tasarlanmalı. Tamir ve bakım gerektiren makine parçaları kolay erişilebilir ve hızlı tamir edilebilir olmalıdır.
- Makina model değiştirme süresini bir takt süresi içinde yapılabilecek kadar kısaltılmalı.

Malzeme yönetimi için kılavuz

- Parçaları kullanım noktasının mümkün olduğunca yakınına getirilmeli ancak operatör yürüme yolu üzerinde durmamalı.
- Parçaları operatörün iki elini eş zamanı kullanılabileceği şekilde bulundurulmalı.

- Model değiştirme süresini kısaltmak için parça çeşitlerini operatörün ei altında bundurmaya alıřılmalđ.
- Yanlış parça kullanımını engellemek için hata yapmayı engelleyici depolama mekanizmaları kullanılmalđ
- Parça eşidi çok fazla veya parçalar büyük ise ve hepsi operatör yakđnında bulundurulamıyorsa, bu parçaların getirilme sıklığı artırılmalđ. Böylelikle pacemaker'dan geçen bitmiş ürün çeşidine uyum sağlanabilir.
- Operatörler malzeme getirme, yerleştirme gibi işler için kullanılmamalđ. Bu tarz işleri planlanmış zamanlarda standart bir rota üzerinde hareket eden malzemeciye yaptırılmalđ.
- Kullanım yerinde iki saatlikten fazla stok bulundurulmamalı.
- Yalđn hücre veya hattın yakđnında ilave malzeme stoğu bulundurulmamalı. Bu yalđn çalışmanın anlaşılmasını güçleştirir ve operatörleri kendi parçalarını oradan almaya teşvik eder. Bu da çevrim dışı işleri yeniden prosese sokar.
- Malzeme yenilemesini dengelemek için kanban sistemi kurulmalđ. Malzemeci düzenli aralıklara gelir ancak sadece tüketilen kadar parçayı iş istasyonuna bırakır.
- Parça kutularının boyutları operatöre uygunluğu yönünden ya da bitmiş ürün paketleme miktarıyla orantılı olarak belirlenmelidir, malzemecinin taşımasına veya tedarikçi prosesin şartlarına göre değil. Değer yaratan operatördür. Diğer herkes sadece bir yardımcıdır.
- Parçaları yenilemek için operatörün işini kesilmemeli. Parçalar küçük kutularda hücrenin dışından verilmelidir. Mümkün olan her durumda parçalar yerçekimi ile kaydıran bir kızak (kayar malzeme rafı) yardđmı ile kullanım noktasına getirilmelidir. Boşalan kutu alındığında ardındaki dolu kutu kayarak kullanım noktasına gelir. Boşalan kutu operatör tarafından dönüş kızağına konularak hücre dışına çıkartılır (şekil 2.17) (Rother ve Harris 2001).



Şekil 2.17: Kayar malzeme rafı (Rother ve Harris 2001)

2.2.2.2 Mevcut Durum Haritasının Çizilmesi

Bu adımda hali hazırdaki süreçleri, Gecikmeleri, ürün, ürün ailesi ya da hizmetin teslimi için gerekli olan bilgi akışını gösteren mevcut durumu resmeden Değer akışı haritası çizilir. Bu harita hazırlanırken, sürecin paydaşları dikkate alınarak yapılacak değer tanımı ile işleme başlanır. Değer tanımı yapıldıktan sonra sürece ilişkin veriler toplanarak, görevler ve akışlar belirlenir. Böylece üretim sürecinde yer alan faaliyetlerin, katma değer oluşturan ve katma değer oluşturmeyen faaliyetler olarak ayrımı yapılır. Mevcut durum haritasında yer alan faaliyetler takip edilerek ve bu faaliyetlere ilişkin performans düzeyleri kontrol edilerek değer akışı analizi yapılır.

Değer akışı analizi sistemin mevcut durumunun kâğıt üzerinde sistematik olarak gösterilmesidir. Malzeme ve bilgi akışı da dikkate alınarak her bir üretim işleminin haritası oluşturulur. Elde edilen bilgiler, standart semboller ve dil

kullanılarak değer akışının resmedilmesi için kâğıt üzerine aktarılır. Böylece israf açık bir şekilde tanımlanarak, üretim sürecindeki hangi faaliyetlerin iyileştirilmesi gerektiği belirlenir. Analiz anlık kayıt yöntemi ile yapılır ve değerin ölçümlenmesi organizasyonun koşullarına göre gerçekleştirilir. İlk turda ürün akışı, yapılan görüşmeler, ölçümler ve hesaplamalarla haritalanır. Değer akış analizi, üretim sisteminin tamamının ve her bir işlemin gereksinimlerini görebilmek için müşteri bakış açısıyla yapılmalıdır. Harita hazırlanırken makinelerin çevrim zamanları, ürün çeşidi sayıları, hazırlık zamanları ve kalite oranları gibi sürece ilişkin parametreler belirlenir. Bu işlemler yapılmadan önce mümkünse stoklar elle sayılmalıdır. Değer akış haritalamanın ikinci turunda üretim planlama ve kontrol departmanı ile yapılan görüşme sonucunda elde edilen üretim talimatları, sipariş sıralama kriterleri, gibi üretim parametreleri kullanılarak, bilgi akışı haritaya elle çizilir. Böylece üretim süreçleri ile malzeme ve bilgi akışları tek bir harita üzerinde düzenlenerek, mevcut durumu gösteren Değer Akış Haritası üzerinde tamamlanır (Akın 2020).

Müşterinin Kim Olduğu/Ne İstediği & Tedarikçinin Tanımlanması

Herhangi bir iyileştirme çalışmasına başlamanın en kritik yolu ürünün müşteri tarafından algılanan değerinin açık bir şekilde tanımlanmasıdır. Aksi takdirde, değer akışını müşterinin isteğinden farklı bir şey sunacak şekilde iyileştirme riskine sahip olunur. Yalın düşüncede ilk durak müşteridir. Bu nedenle değer akış haritalama çizim süreci müşteri istekleri ile başlamalıdır ve ilk noktaya doğru ilerlenmelidir. Müşterinin ismi şeklin üst kısımda yer alan kısma yazılır. Müşterinin günlük çalışma saati, vardiya düzeni, talep edilen ürün miktarı alt kısımda yer alan bilgi kutusuna yazılır. Böylece mevcut durum haritası çizilmeye başlanmış olur.



Şekil 2.18: Müşteri ve tedarikçi sembolleri (Rother ve Harris 2001)

Müşteri ve bilgi kutusu sembolleri: Haritalandırmada müşteri sürecinin çiziminin ardından sevkiyattan başlanarak geriye doğru ana üretim prosesleri çizilmektedir. Bir prosesi göstermek için Şekil 2.18'deki gibi proses kutusu kullanılır. Proses kutusunda prosesin adının yazılı olduğu proses kutusu ve bilgi kutusu yer almaktadır.

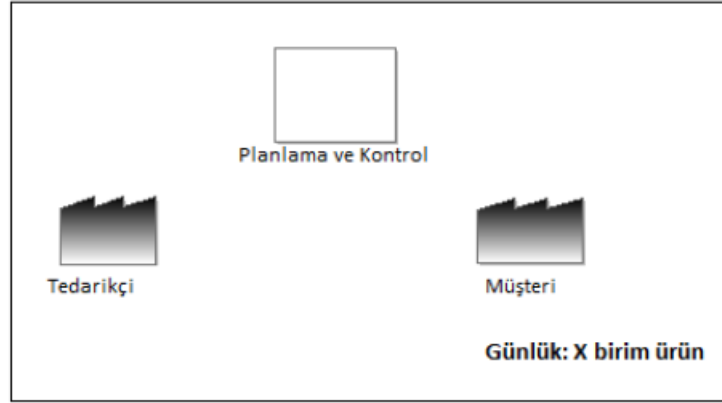
Müşterinin tam olarak ne istediğinin yani talebinin kavranmasından sonra müşteri, tedarikçi ve üretim kontrolünü simgeleyen semboller çizilir ve üretim planlama ve siparişin alınmasını temsil eden üretim kontrol simgesi müşteri ve tedarikçi simgelerinin tam ortasına konulur. Bu noktada değer akışında değerlendirilecek müşterinin kim olduğunun belirlenmesi önemlidir. Bu süre zarfında müşterinin analizi, ya da sürecin nasıl işlediği ile ilgili ayrıntılı bilgiye ihtiyaç yoktur.

Harita çiziminin başlangıç noktası müşteri talep ve istekleridir. Tedarikçi ve müşteri için kullanılan simgeler aynıdır. Müşteri simgesi, haritanın sağ üst köşesine ve tedarikçi simgesi sayfanın sol üst köşesine çizilen fabrika sembolleri ile gösterilir. Müşteri sembolünün altına da bir bilgi kutusu çizilir.

Günlük Talebin Hesaplanması

Müşteri tanımladıktan sonra, prosesin tedarikçisini belirleyin. Çünkü değer akışı genellikle proses akışının bir ucunda tedarikçinin ve diğer ucunda müşterinin olduğunu göstermek içindir.

Müşteri simgesinin altına bir dikdörtgen bir kutu içine müşterinin günlük talebi Şekil 2.19'daki gibi yazılır. Böylece takt zamanını hesaplamak için günlük müşteri talebi elde bilinmiş olur.

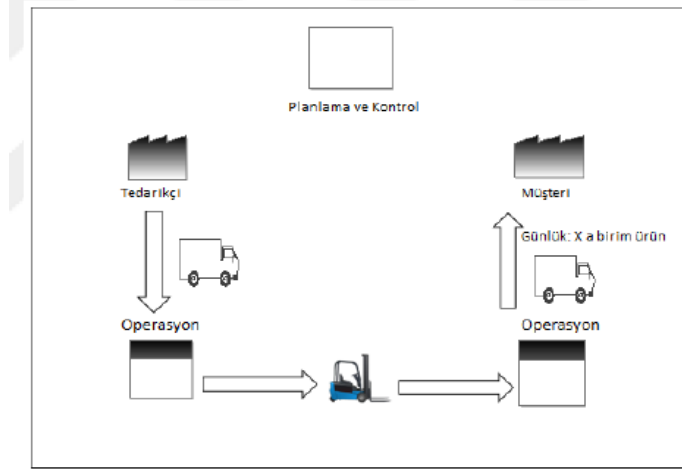


Şekil 2.19: Günlük müşteri ihtiyacının yazılması (Rother ve Harris 2001)

Teslimat ve Satın Alma Bilgilerinin Girilmesi

Sevkiyat, tedarik ve sipariş ile ilgili olduğu bölümdür. Tedarikçiden işletmeye ve işletmeden müşteriye Şekil 2.19'daki semboller çizilerek ifade edilir. Kamyonların üzerine ne kadar sıklıkla sevkiyat yapıldığı işlenir.

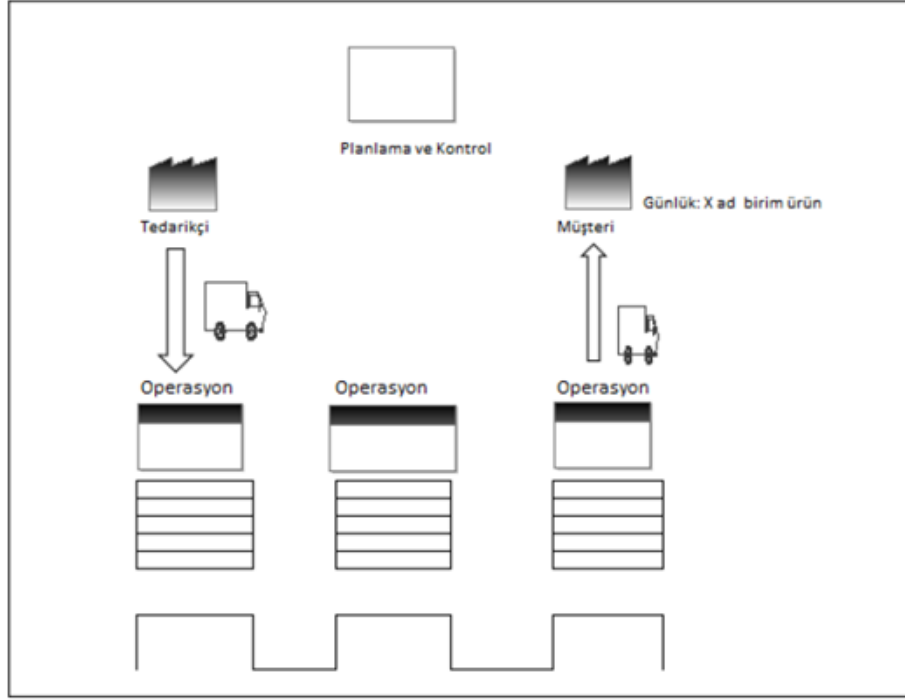
- Haritalandırmanın diğer adımı; haritanın diğer ucuna fabrika ikonu ile tedarikçi firmanın gösterilmesidir. Altına bir kamyon simgesi konularak tedarikçi firmanın sevkiyatların parti büyüklüğü ve gerçekleşme sıklıkları yazılır.
- Müşteri simgesi altına bir taşıma simgesi çizilir.
- Tedarikçiden ve tedarik kamyonundan geçerek değer akışındaki ilk operasyona doğru Şekil 2.20'deki görüldüğü gibi bir ok çizilir (ok kamyonun arkasından geçiyormuş gibi çizilir).



Şekil 2.20: Teslimat ve satın alma bilgilerinin girilmesi (Rother ve Harris 2001)

Üretim Operasyonları, Operasyon Bilgi Kutuları Ve Zaman Ekseninin Çizilmesi

Operasyonlar sayfanın altında olmak üzere, ilk proses solda, son proses sağda olacak şekilde değer akış haritasında gösterilir. Her prosesin altında prosesle ilgili verileri yazmak için bir dikdörtgen kutu konulur. Her proses arasına boşluk bırakılarak, prosesler arasında stok varsa bu stok hakkındaki bilgiler ve adetleri işlenir. Değer akış haritasında, genel kural: Bir süreç proses kutusu, içinden hammadde ve yarı mamul akışı bir süreci temsil eder. Her bir proses adımı için bir kutu oluşturmak sınırlı bir alanın olması, daha çok karışıklığa sebebiyet vereceği için malzeme akışının, özellikle sürekli akışın, olduğu bir işlemleri harita üzerinde göstermek için bir proses kutusu tercih edilir. Proses kutusu, ürün akışının kesildiği ve işlemlerin birbiriyle bağlantısının kopduğu yerde durur. Örneğin Şekil 2.21’de birbirine bağlı birkaç procesten oluşan bir montaj işlemi istasyonlar arasında ara stok olduğu için, ayrı proses kutusu ile gösterilir.



Şekil 2.21: Üretim operasyonları ve zaman ekseninin çizilmesi (Rother ve Harris 2001)

Çizilecek operasyon kutularının sayısı düşünülüp ona göre sayfada yer ayrılmalıdır.

- Operasyonlar arasında stok tutuluyor ise boşluk kalmasına dikkat edilmelidir.
- İlk operasyon solda, son operasyon sağda olacak şekilde tüm üretim prosesleri haritanın alt kısmı boyunca çizilir.
- Her proses ikonunun altına bilgi kutusu çizilir.

Proses kutusu sembolü: Proses bilgi kutusunda üretim yapılan ürüne ait işlem süresi, ürün geçişlerindeki hazırlık süresi, kullanılan malzemeye ait doluluk oranı ve ekipmanın kullanım verimliliği, ürün hata oranı, prosese ait kullanılabilir süre ve vardiya düzeni gibi bilgiler yer alır. Böylece ilgili malzemenin kullanım durumu meydana çıkmaktadır. Proses kutusu, içinden malzeme akışı bir süreci temsil etmektedir. Her bir proses adımı için bir kutu çizilmesi sınırlı alanın olmasından dolayı haritanın kullanımını zorlaştıracığı için özellikle sürekli akışın olduğu bir alanı göstermek için bir proses kutusu kullanılır. Proses kutusu, ürün akışının kesildiği ve işlemlerin birbiriyle bağlantısının kopduğu yerde durur.

Operasyonlara Ait Bilgi Kutularına Operasyon Bilgilerinin Girilmesi

Operasyonları temsil eden kutuların içine süreçle ilgili bilgiler yazılır (Şekil 2.22). Hazırlık süreleri (HS) vardiya başına hesaplanır. Çalışma süreleri (ÇS – Uptime), her bir operasyon için için gerçek operasyon süresinin net çalışma süresine bölünmesi ile bulunur. Gerçek proses zamanı, net çalışma süresinden hazırlık harcanan zamanı çıkararak hesaplanır.

Net çalışma zamanı ise, 1 vardiyada üretimin gerçekleştiği net süre olup, vardiyadaki toplam çalışma süresinden yemek, mola saati gibi sürelerin çıkarılmasıyla bulunur.

Veri Kutusu: Bu sembol, genellikle proses kutusu veya dış kaynak simgelerinin altına konulup bunlarla ilgili verilerin yazıldığı alanlardır. Dış kaynaklar için sevkiyat yükleme sıklığı, parti büyüklüğü gibi bilgiler yazılabilir. Üretim proses kutusunun altında buluna veri kutularında ise şu veriler bulunmaktadır:

ÇZ: Çevrim Zamanı: Bir proste peş peşe iki malzeme arasında geçen süreyi ifade eder. Bir başka ifade ile bir proste üretilen parça veya ürünlerin tamamlanma sıklığı denilebilir. Ayrıca gerçekleştirilen işlemde sorumlu operatörün bir çevrim içinde yaptığı iş adımlarını gerçekleştirilmesi için gerekli süre olarak da tanımlanabilir. ÇZ, saniye olarak gösterilir. Normal şartlarda bu süre standarttır. Fakat operatörden operatöre çalışma temposundan dolayı farklılıklar gösterebilir.

HS – (C /O) : Hazırlık Süresi veya Tip/Model değişim süresi: Aynı süreçte üretilen nitelik ve nicelik olarak farklı olmak üzere bir üründen diğerine geçmek için gereken toplam süreyi ifade eder. Bu süre hazırlık zamanı olarak da bilinmektedir. Hazırlık süresi, önceki üründen üretilen en son sağlam parça ile üretilecek yeni ürüne ait ilk sağlam parçanın prosten çıkışına kadar geçen toplam süredir. Tip değişimleri yemek mola gibi planlanmış ara olarak tanımlanmazlar. Çünkü o günkü üretim planı, çalışılan ürün çeşitliliğine göre tip değişimi adeti farklılıklar gösterir ve bir standardı yoktur.

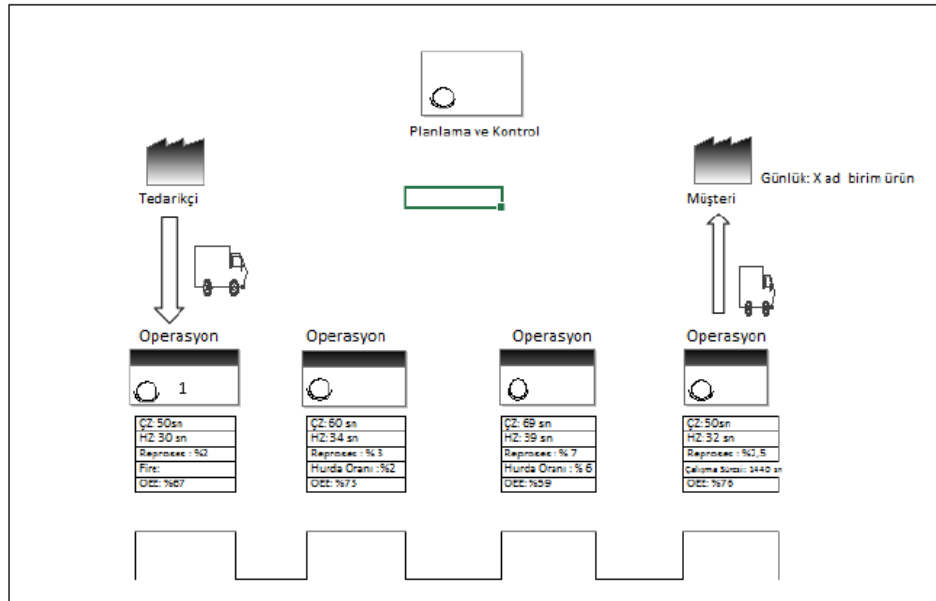
ÇS: Çalışma Süresi (Uptime): İmalat sürecinin çalışma zamanıdır. Bir başka deyişle ile bu sürecin kullanılabilir çalışma zamanının potansiyel çalışma zamanına oranı

olarak tanımlanabilir. Makine kullanım oranı olarak da denilebilir. ÇS saniye olarak ifade edilir.

Yukarıda verilen bilgilerin dışında, ilgili prosesin çalıştığı vardiya sayısı, her bir vardiyada çalışan operatör sayısı ve bu süreçte ortaya çıkan hurda oranı gibi bilgiler de yazılmaktadır.

Üretim parti büyüklüğü (Every-part-every – EPE) : Üretim parti büyüklüğünün ölçüsüdür. Örneğin her üç günde bir, belirlenen bir ürün tipinden diğerine model değiştiriliyorsa üretim parti büyüklüğü “üç günlük parça” denilmektedir. Çevrim süresinin, bir iş merkezinde yapılan işlemde üretilen ve takip eden operasyonlar arasında geçen zaman olduğuna, bir parçanın bütün proses adımları boyunca geçen toplam akış süresi olmadığına dikkat etmek gerekir.

Değer akış haritalamada, çevrim süresi, takt zamanı ve kullanılabilir çalışma süresi için zaman birimi olarak “saniye” kullanılır.



Şekil 2.22: Operasyon bilgi kutularının doldurulması (Rother ve Harris 2001)

Bilgi Akış Sembollerinin Çizilmesi

Tedarikçi ve müşteri ile üretim koordinatörlüğünü sağlayan (planlama, müşteri temsilcisi,) birim ve departmanlar arasındaki bilgi akışları harita üzerinde belirtilir. Bu bilgi akışları genellikle elektronik ortamda e-mail yolu ile gerçekleşen bilgi akışlarıdır.

Bununla birlikte, üretim kontrolü (planlama) ile operasyon süreçleri (üretim hattı) arasındaki bilgi akışları da çizilir. Bu bilgi akışları ise genellikle manüeldir. Tüm bilgi akışı sembollerinin üzerine günlük, haftalık, aylık olarak gerçekleşme miktarları ve ne kadar sıklıkla siparişlerin geldiği belirtilir.

Bilgi akışı ve elektronik bilgi akışı sembolleri: Bilgi akışında faks, elektronik posta veya internetten akışları (müşteriye sipariş verilmesi durumunda) sağlanan bilgi, elektronik bilgi olarak adlandırılıp şimşek sembolüyle gösterilmektedir. Üretime verilen iş emirleri gibi kâğıtla iletilen bilgiler ise düz çizgi sembolüyle gösterilen bilgi akışı olarak adlandırılmaktadır. Müşterilerden gelen siparişleri ve buna göre tahminleri genelde işletmelerde üretim planlama bölümü yapmaktadır. Üretime iş emri siparişlerinin verilmesi ve tedarikçilerden hammadde talebi gibi işlemler yine üretim planlama bölümü tarafından yapılmaktadır. Bu yüzden bilgi akışının çizimine üretim planlama bölümünden başlanmalıdır. Bilgi akışında; üretim planlama-müşteri, müşteri-üretim planlama, tedarikçi-üretim planlama, üretim planlama-tedarikçi arasındaki tüm bilgi akışları gösterildiği gibi üretim planlama-üretim arasında ve ilgili diğer birimlerle olan tüm bilgi Elektronik bilgi akışı, bilgi akışı akışları çizimde gösterilmelidir. Yapılan çalışmada istenilen etkinliğe ulaşılması için tüm akış detaylı olarak çizilmeli, varsa bilgi karmaşası göz önüne konmalıdır. Bilgi akışının tamamlanmasının ardından her bir proses için değer yaratan çevrim süresi ve değer yaratmayan bekleme süreleri zaman eksenine yazılır.

Manuel Bilgi Akışı: Bu simge, değer akışındaki bölümler arasında gerçekleştirilen bilgi akışını gösterir.

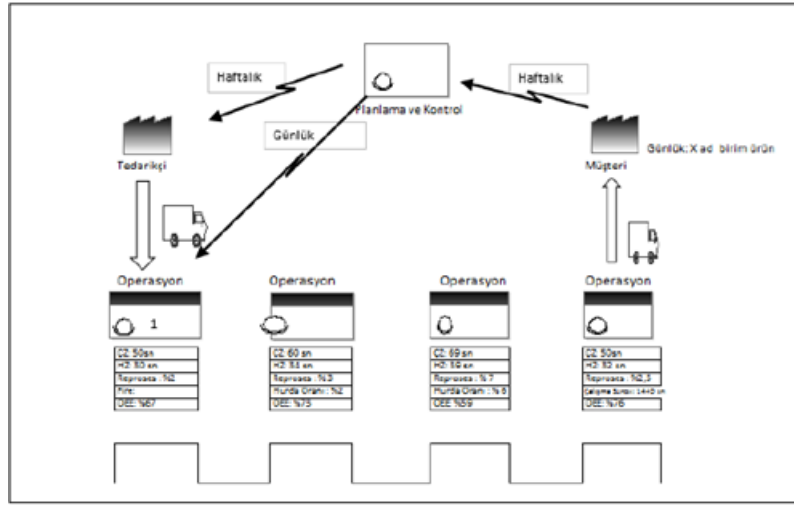
Elektronik Bilgi Akışı: Bu simge, değer akışındaki bölümler arasında gerçekleştirilen elektronik bilgi akışını gösterir. Mevcut durum için değer akışı oluşturulurken bu simgeler kullanılır.

Değer akış haritalamanın, diğer bir boyutu Şekil 2.23'deki gibi bilgi akışıdır. Bunu yapmak için ilave birkaç sembole ve oklara, özellikle bilgi akışlarını gösterebilmek için ince çizgiye, ihtiyacımız vardır. Bilgi akışı kâğıt yerine elektronik ortamda olduğu zaman (EDI-Electronic Data Interchange), bu çizgi şimşek şeklinde modifiye edilir. Farklı bilgi akış oklarını tanımlamak için küçük kutu sembolü ya da düğüm kullanılır.

Malzeme akışı, fabrikanın yerleşim planına göre değil haritada gösterildiği gibi proseslerin gerçekleşme sırasıyla oluşturulmalıdır. Bu noktada, işletmede değer süreçler incelenirken, gelecek durumda tasarlanan yeni tasarıma göre süreçlerin nasıl olacağına karar vermede önem sahibi olan veriler toplanmalıdır. Bu sebeple her bir proses kutusunun altına bilgi ya da veri kutusu çizilir. Birçok mevcut ve gelecek durum haritaları çizildikten sonra, hangi proses bilgilerinin gerekli olduğunu bilinmesi gerekmektedir.

Değer akışında önemli olan bir başka nokta da bilgi akışıdır. Bilgi akışı, değer akış haritasında üst bölümünde sağdan sola doğru gösterilir. Tahminler ve günlük siparişlerin farklı bilgi akışları olduğundan dolayı, ayrı çizgilerle çizilmelidir. Her bir prosesin müşterisi için ne zaman, neyi nasıl üreteceğini bileceğini ortaya çıkardıktan sonra, değer akışı haritasının önemli bir parçası olan bilgi akışı tanımlanmış olur.

Operasyonlar Arası Stokların Çizilmesi



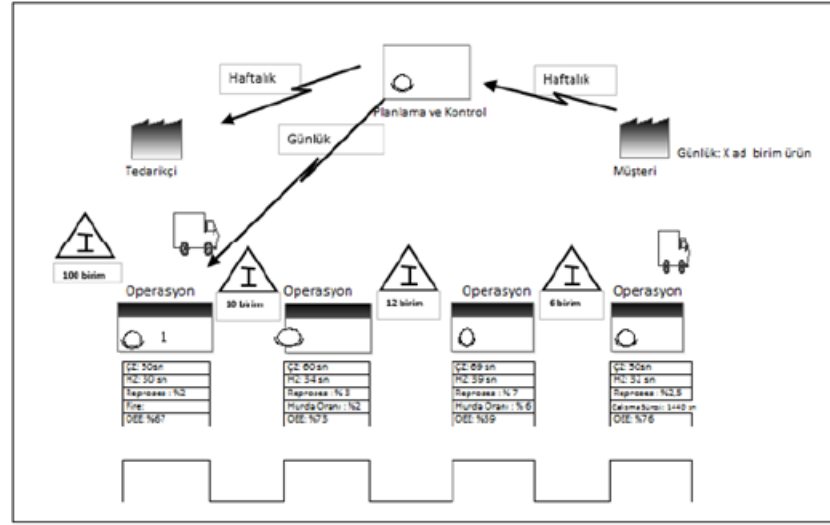
Şekil 2.23: Bilgi akış sembollerinin çizilmesi (Rother ve Harris 2001)

Prosesler arasındaki stoklar varsa buralara Şekil 2.24'teki gibi üçgen şeklindeki stok sembolleri çizilir. Her stok kutusunun altına stok miktarları ve stokların takt zamanına göre elde bulundurma süreleri işlenir.

Envanterlerin elde tutma süreleri, stok miktarının müşterinin günlük talep miktarına bölünmesi ile elde edilir.

Stok: Bu simge, proses kutuları arasına konular ve iki proses arasında olan stokları göstermede kullanılır. Bu bölümde, proses arası stok miktarı ve takt zamanına göre ne kadar yeteceğini gösteren stok elde bulundurulma süresi yazılır.

Operasyonlar arasında yürürken, stokların birikmiş olduğu gözlenebilir. Stok noktaları akışın nerede durduğunu anlattığı için mevcut durum haritasında bu noktaların çizilmesi önemlidir. Stokun yeri ve miktarını göstermek için “uyarı üçgeni” sembolü kullanılır.



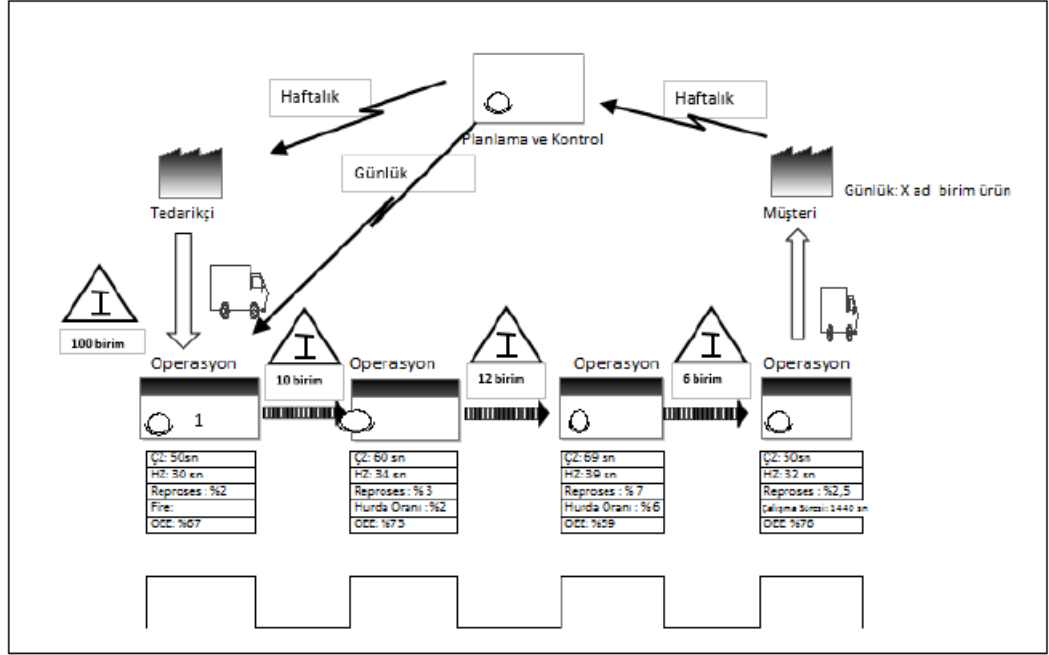
Şekil 2.24: Operasyonlar arası bilgi sembollerinin çizilmesi (Rother ve Harris 2001)

Adım Prosesler Arası İtme Sembollerinin Kullanılması

İtme, çekme ve FIFO sistemlerinin uygulandığı yerler değer akışı üzerinde çizilir. Mevcut durum haritası oluşturulurken son süreçlerden başlanır ve ilk süreçlere doğru giderek ve gerekli analizler ve gözlemler yapılarak ilerlenir. Üretim parti büyüklükleri, ürün çeşitleri, Çevrim süresi, tip değişim, operatör sayısı, çalışma süresi (molalar haricinde), makine kullanım oranları, fire oranları vb. değerler gelecek durum haritasını çizmek için gerekli etmenlerdir. Mevcut durum haritasını çizdikten sonra mevcut durum incelenerek darboğazlar, problemler tespit edilip ve bu sorunların çözümleri için yapılması gerekenler tartışılır ve karar verilir. Pacemaker ve süpermarket konulacak proseslere karar verilip ürün karması oluşturulur ve gelecek durum haritası oluşturulmuş olunur.

Malzeme akışı itme sembolü: Malzeme akışı olarak itme sisteminin kullanıldığı tüm alanlarda bu sembol çizilerek Şekil 2.25'teki gibi harita çizimindeki malzeme akışı tamamlanır. Değer akış haritası uygulamasının ikinci boyutu bilgi akışıdır. Malzeme akışına da yön veren bilgi akışı oldukça önemlidir. Yapılan birçok uygulamada bilgi akışı göz ardı edildiği için istenen sonuca ulaşmak da zor olmaktadır.

İtme, bir sonraki sürecin ihtiyacını tahmin eden bir çizelgeleme üretmenin sonucu meydana gelir. Fakat çizelgeler değişken olduğu için ve üretimin nadiren çizelgeye uymasından kaynaklı olarak, itmeyi düzgün bir şekilde yapmak hemen hemen imkânsızdır. Her bir proses kendi çizelgesine sahip olduğu zaman, prosesler, müşteri proseslerinden ayrı yaratılmış adalar olarak gerçekleştirilmiştir. Her süreç kendi parti büyüklüğü ve ara stoklarını belirleyebilir ve değer akışı bakış açısının aksine, kendi bakış açısından uygun görülen tempoda üretimi gerçekleştirmektedir. Böyle bir durumda tedarikçi prosesler, müşteri proseslerin ihtiyacı olamayan yarı mamul/ürünleri üretirler ve bu malzemeler stok alanına iletilir. Yığın ve itme şeklinde gerçekleştirilen üretim modeli, yalın üretiminde sürekli akış temelinde bir süreçten diğerine düzgün bir akışı yaratılmasını imkânsızlaştırmaktadır.



Şekil 2.25: Prosesler arası itme sembollerinin çizilmesi (Rother ve Harris 2001)

Her bir prosesin müşterisi (takip eden proses) için, neyi, ne zaman üreteceğini ortaya konulduktan sonra, haritalama bilgisinin önemli bir parçası daha tanımlanmalıdır; Müşteri tarafından çekilen değil, üretici tarafından itilen malzeme hareketleri. “İtme”, bir prosesin müşteri ihtiyaçlarını göz ardı ederek bir şeyler üretilip ileriye doğru “itmesi” demektir. İtme, bir sonraki proses adımında hangi malzemeye ihtiyaç olacağını tahmin eden bir çizelge üretmenin tipik bir sonucudur.

Planlar ya da çizelgeler değiştiği ve üretim nadiren çizelgelemeye göre devam

ettiği için, itmeyi tutarlı/düzgün bir şekilde yapmak neredeyse imkânsız hale gelmiştir.

Her bir proses kendi çizelgesine, sahip olduğu zaman, prosesler, müşteriden ayrı “yalıtılmış adalar” olarak gerçekleştirilir. Her proses kendi parti büyüklüğünü belirleyebilir ve değer bakış açısı yerine, kendi bakış açısından uygun görünen tempo da üretim yapar. Bu durumda, tedarikçi prosesler, müşterinin şimdi ihtiyaç duymadıkları parçaları üretirler ve bu parçalar stok alanına itilirler. “Yığın ve itme” şeklinde üretim, yalın üretim işaretlerinden olan bir prosesten diğerine düzgün bir akış yaratılmasını hemen hemen imkânsız hale getirir. İtme hareketinin sembolü, çizgili kalın oktur.

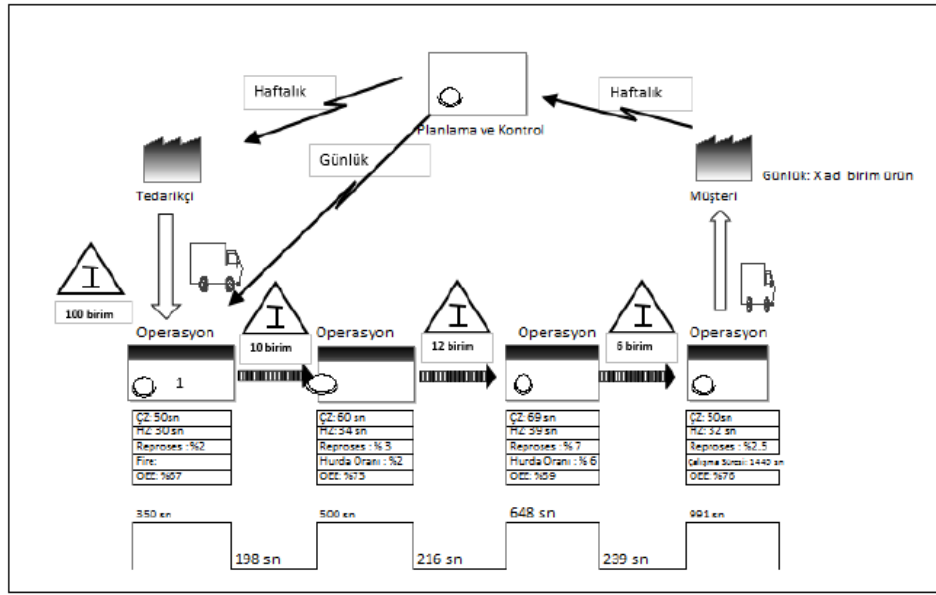
Bir çeşit “itme” oluşturan, fakat bazılarının “çekme” diye isimlendirdiği malzeme hareketleri konusunda dikkatli olunmalıdır. “Çekme” olması için, kanban olmadığı zaman parçalar üretilmemeli ve taşınmamalı ve üretilen parçaların miktarı kanban üzerinde belirtildiği kadar olmalıdır. “Git-gör” çizelgeleme düzeltmeleri gerçek çekme değildir.

Üretim Akış Süreleri Ve Toplam Stokların Elde Tutulma Sürelerinin Hesaplanması

Haritada kaydedilen veya çizilen mevcut operasyonların gözlenmesinden elde edilen veriler ile bu değer akışının mevcut durumu özetlenebilir.

Daha önceki adımlarda proses bilgi kutularının altına zaman eksenini çizilmişti. Üretim akış süresi Şekil 2.26.’daki gibi bir parçanın hammadde olarak gelişinden, müşteriye sevkiyatına kadar atölyedeki hareketi boyunca gerçekleşen toplam zamandır.

Her stok üçgeni altına denk gelen zaman eksenini kutucuğuna stokların elde kaç gün tutulduğu yazılmalıdır. Stok miktarı güne şu şekilde çevrilir; stok miktarı, günlük müşteri talebine bölünür. Örneğin, sevkiyat ve son kontrol prosesleri arasında 500 adet x ürününün depolandığı varsayılırsa; günlük 80 adet x ürününün sevkiyatı yapılıyorsa, bu iki operasyon arasında, $500/80=6,25\sim 6$ gün elde tutulmaktadır. Daha kısa üretim akış süresi, stok dönüşleri sayısında artışa yol açacaktır.



Şekil 2.26: Üretim akış ve stokların elde tutulma sürelerinin hesaplanması (Rother ve Harris 2001)

2.2.2.3 Mevcut Durumun Değerlendirilmesi

Değer akış haritası çizimi yapıldıktan sonra zaman ekseninde değer katan ve değer katmayan sürelerin toplamının gösterilmesi gerekir. Proseslerdeki çevrim süreleri değer katan sürelerdir. Stokların bekleme süreleri, hazırlık süreleri, hurda üretimler değer katmayan sürelerdir. Her ne kadar değer katan ve katmayan süre ayrı hesaplanırsa da ürüne ait üretim akışı süresini değer katan ve değer katmayan sürelerin toplamı oluşturmaktadır. Ürüne ait üretim akış süresinin düşük olması hedeflenir. Bu süre ne kadar az olursa ürüne ait hammadde ve alt parçaların fabrikaya oluşturduğu maliyet o kadar az olacaktır. Dolayısıyla değer akış haritası uygulamalarının odağı iyileştirmeler yaparak üretim akış süresini düşürmektir. Proseslerde çalışma yaparak veya farklı montaj proseslerini birleştirip çevrim

sürelende iyileştirme yapılabileceği gibi stok seviyelerinin düşürülmesi, hurda üretimlerin azaltılması, makine etkinliğinin artırılması, hazırlık sürelerinin düşürülmesi veya beklemelerin azaltılması ile toplam üretim akışında iyileştirme yapılabilir. Mevcut durum haritası çizildikten sonra artık gelecek durum haritası çizilebilir. İyi bir mevcut durum haritası gelecek durumun nasıl olabileceği hakkında bilgiler vermektedir. Gerçek iyileştirme sadece, işin yapıldığı yerdeki mevcut koşulların doğrudan gözlenmesine dayanan bir ön cephe odaklanması var olduğu zaman meydana gelebilir.

2.2.2.4 Gelecek Durum Haritası

Değer akış haritası uygulamalarında mevcut durum haritası çizildikten sonra gelecek durum haritası çizilir. Mevcut durum haritası çizilirken iyileştirme fırsatları görülür ve gelecek durum da bu iyileştirme fırsatlarında öngörülen iyileştirmelere göre çizilir.

Gelecek durum çiziminde bazı önemli yalın prensiplerinin bilinmesi mevcut durumun analizinde iyileştirme fırsatlarını görülebilmesi için yararlı olacaktır.

Değer akışını haritalamanın amacı, kısa sürede gerçekleştirilecek olan gelecek durum değer akışının uygulaması ile israf kaynaklarını ortaya çıkarmak ve onları ortadan kaldırmaktır. Bunun için müşteriye en yakın prosesler için kullanılabilir çalışma sürelerine göre takt zamanı, sürekli akış ve çekme sistemlerinin nerede kurulacağı, hangi noktada üretim çizelgelemenin yapılacağı, üretim karmasının nasıl seviyelendirileceği, hangi miktarda iş gönderip çekileceği ve sürecin akması için ne tür iyileştirmelere ihtiyaç duyduğu belirlenmelidir.

Mevcut durum haritası analiz edilerek süreçteki darboğazlar belirlenir ve çözümler için iyileştirmelere karar verilir. Tetikleyici ve süpermarket prosesler belirlenerek, ürün karması oluşturulur ve gelecek durum haritalandırılır.

Bu bölümde genellikle kullanılacak olan şekillere değinecek olursak;

Süpermarket: Bu simge, stok süpermarketini göstermektedir. Akışın sürekli sağlanmadığı ve hammaddeye yakın proseslerde partiler halinde üretim yapılıyor

ise bu simge iki proses arasına konur. Burada amaç, süpermarket sayesinde fazla üretimin önüne geçip, ihtiyaçtan fazla stok oluşması önlemektir.

Fiziksel Çekme: Bu simge, üretim kontrolünde çekme sistemini ifade eder. Süpermarket ile ilişkilidir.

Kanban: Bu simge, malzeme çeken, talep eden sonraki proses adeta bir alışveriş listesidir. Malzeme çeken süreç süpermarketten kanban kartındaki miktara göre malzemedен alır. İçi çizgili olan simge çekme kanbanını, içi boş olan simge ise üretim kanbanını gösterir.

Sinyal Kanbanı: Bu simge ise, iki proses arasında yer alan süpermarketteki stok seviyesinin minimum düzeye düştüğü durumlarda kullanılır. Sinyal Kanbanı tedarikçi prosese ulaştığında tedarikçi proses kanban kartı üzer. inde belirtilen miktara göre malzemedен parti halinde üretim yapmaya başlar

FIFO (ilk Gelen ilk Çıkar): Bu sembol, CONWIP (Constant Work-in-Process) durumunda kullanılmaktadır. İki süreç arası stok miktarının sabit tutulmak istendiği durumlarda; FIFO depolama alanında bir boşluk oluştuğunda tedarikçi proses boşluğu doldurmak için malzeme gönderir. Boşluk bulunmadığında ise, tedarikçi proses kendini bloke etmektedir.

Yük Seviyeleme Kutusu: Bu sembol, bir zaman periyodunda ürün hacmi ve karmasını düzgünleştirmek için Kanbanı parti haline getiren bir araçtır.

Kanban Kutusu: Kanbanların toplandığı ve dağıtım için tutulduğu yerdir.

Kaizen Flaşı: Bu sembol, süreçlerin iyileştirme ihtiyaçlarını vurgulamak ve Kaizen uygulamalarını planlamak için kullanılır. Gelecek durum haritasının temel amacı, yalın bir değer akışının tasarımını gerçekleştirmektir. Farklı bir ifade ile mevcut durum haritasında ortaya koyulmuş israfları ortadan kaldıracak yeni bir değer akışı tasarlamaktır. Bu noktada süreçler arasında sürekli bir akışın sağlanması ve müşteri süreçlerin ihtiyaç duymadığı üretimin yapılmasının önlenmesi esastır.

Gelecek durum haritasını çizmeye başlamadan önce mevcut durum haritası gözden geçirilmeli, akışın herhangi bölümünde bir tereddüt yaşıyorsa, ilgili bölüm tekrar ziyaret edilmelidir. Gelecek durum haritası esnek olmalı; daha sonra

edinilen daha iyi ya da daha doğru bilgiler ışığında değiştirilebilecek şekilde çizilmelidir.

Takt Zamanı İle Çalışmak

Takt zamanı 1930'lu yıllarda Alman uçak üretim endüstrisinde bir üretim yönetimi aracı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Burada Takt, üretim hattındaki uçağın bir sonraki iş istasyonuna ne kadar sıklıkla ilerletilmesi gerektiğini belirten zaman aralığı olarak kullanılmıştır. 1950'lerden itibaren Toyota içinde kullanılmaya başlanmıştır.

1960'ların sonlarından itibaren de Toyota'daki yalın yaklaşımların sonucu olarak tedarikçilerinde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Toyota bir işlem adımı için takt zamanını sürekli revize eder ve müşteri talebindeki dalgalanmalara göre hatlarını dengeler. Müşteri, tedarikçi ve merkezi üretim kontrol simgeleri ile bu simgeler arasındaki iletişim okları çizilerek başlanır. Bu simgelerin yerleri mevcut durum haritasındaki anlatıldığı gibidir. Takt zamanı kullanılabilir zaman içerisinde müşterinin prosesler arasında geçmesini istediği zaman olarak tanımlanmakta olup aşağıdaki formülasyon bu tanıma daha anlaşılabilir hale getirmektedir. Takt zamanı formülasyona bağlı olarak müşterinin hattan ürün çekiş hızı olarak da ifade edilebilir. Diğer yandan müşteri taleplerini karşılamak için satış miktarına bağlı olarak ürünün hangi sıklıkta üretilmesi gerektiğini gösterir. Formülasyondan da görülebildiği gibi takt zamanı, vardiyada toplam süreden planlanan duruşların çıkarılması sonucu (dinlenme, çay, yemek gibi duruşlar) elde edilen vardiya başına net kullanılabilir sürenin vardiya başına müşterinin talep ettiği ürün miktarına bölünmesi ile elde edilir. Hesaplama genel olarak zaman birimi saniye olarak alınır ve takt zamanı saniye ile gösterilir. Ürüne ait takt zamanı hattaki tüm proseslere hangi hızda üretim yapması gerektiği hakkında bilgi verir. Proseslerdeki çevrim süresinin takt zamanına eşit veya daha düşük olması istenir. Böyle olması halinde müşteri talepleri istenen zamanda karşılanacağı anlamına geldiği için sorun çıkmayacaktır. Ancak çevrim zamanının takt zamanından yüksek olması halinde fazla donanım, makine veya işgücü harcanarak bu açık kapatılmaya çalışılacaktır.

Adım Sürekli Akış Sistemi Kurmak

Mümkün olan her yerde sürekli akış kullanılır. Mevcut durum haritasında yapılan biçimde teslimat bilgileri eklenmelidir. Geleneksel üretim anlayışında büyük partiler halinde üretim yapma fikri hâkimdir. Bu anlayışa göre tek seferde yüzlerce parça üretimi yapılır ve sonraki proseste işlem görmek üzere depolanır. Bu şekilde yapılan üretimde birçok israfın oluşması kaçınılmazdır. Montaj işlemleri genelde tezgâhta yapıldığı için parçalara ait montaj çevrim sürelerinde değişimler meydana gelmektedir. Geleneksel üretim anlayışında büyük partiler halinde üretim yapılması istenirken bu anlayışa karşı ortaya çıkan sürekli akış sistemi tek parça akışına dayalı üretim

Takt zamanı = Vardiyada kullanılabilen iş zamanı/ Vardiya başına müşteri talep miktarı şeklinde yapılmasını benimsemektedir. Buna göre bir seferde tek parça üretip herhangi bir alanda beklemeden bir sonraki adıma gönderilmesi ve işlemlere bu şekilde devam edilmesi sağlanır. Bu anlayış, bakıldığı zaman en etkili üretim şeklidir ve bu sistemin kurulması işletmelerde oldukça çaba isteyen bir uğraştır. Bu sistemde montaj işlemleri ayrı tezgâhlarda yapılması yerine tek bir alanda bitirilmeye çalışılır. Bu işlem mümkünse konveyör bantlarda yapılır; böylece parçaların süreçler arası taşımaları da engellenmiş olur. Her ne kadar sürekli akış sağlanması işletmelere fayda sağlayacak olsa da bazen bu alanı sınırlandırmak gerekebilir. Prosesleri sürekli akış bünyesinde birleştirmek bu proseslerin çevrim sürelerini ve duruşlarını birleştirmek anlamına gelmektedir. Güvenilmeyen süreçlerde bu işlemin yapılması veya birbirinden çok farklı olan sıralı proseslerde bu işlem çok da faydalı olmayabilir. Böyle süreçlerde sürekli akış kurulmadan önce proses güvenilirliği iyileştirilmeli, hazırlık süresi süreçler arasında çok fark olmayacak şekilde azaltılmalı (mümkünse sıfırlanmalı) ve üretim hattında kullanılan ekipmanların etkinliği arttırılmalıdır. Ardından uygun görülmesi halinde sürekli akış alanı genişletilebilir.

Darboğaz Prosesin Bulunması

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

Üretim Kontrolünü Sağlamada Süpermarketler

Depo alanı her prosese aynı uzaklıkta olmamaktadır. Proseslerde kullanılacak parçaya her ihtiyaç duyulduğunda depo alanından bunu tek tek taşımak uygun değildir. Yine bu sorunun ortadan kaldırılması için bir veya daha fazla prosesin belirlenen periyotta ihtiyaç duyduğu malzemelere kolay ulaşabilmesi için süpermarket kurulur. Prosesler arasındaki üretimi kontrol altına almak ve prosesler arasındaki stok düzeyinin aynı seviyede kalmasını sağlamak için tedarikçi proses ile müşteri proses arasında süpermarket kurulabilir. Bu tür durumlarda süpermarket çekme sisteminin işlemlerini sağlar.

Süpermarkette eksilen parça bilgisi kanban kartları sayesinde tedarikçi prosese iletilir ve eksilen parça adedince ürün işlenerek süpermarketteki yerine konur. Genelde süpermarketteki malzeme akışı ilk giren ilk işlem görür (First-in/First-out, FIFO), kuralına göreler. Buna göre tedarikçi proses süpermarketi müşteri prosesin malzeme alışına zıt yönde besler; örneğin müşteri proses ön kısımdan malzeme çekerken tedarikçi proses arka kısımdan doldurarak FIFO kuralının devamını sağlar. Müşteri proses B Tedarikçi proses A Üretim kanbanı Çekme kanbanı Ürün Üretimde kullanılacak kanban kartları sayısı hesaplamaları farklı çalışmalarda yapılmıştır, bu çalışmada kanban kartı sayısının hesaplanması yapılmamıştır. Müşteri proses ürün çekerken çekme kanbanını kullanır; tedarikçi proseste üretim yapılması emrini ise üretim kanbanı verir. Kanban kartlarında üretim/çekme yapılacak ürüne ait tüm bilgiler yer almaktadır: Parça adı, parça kodu, parça sayısı gibi. Prosesler arasında bu şekilde çekme sistemi kurulmasının amacı, tedarikçi prosese müşteri prosesinin ihtiyacını tahminlere gerek kalmadan doğru

Üretim emrini vermek için bir araç sağlamaktır. Yapılan ekme sistemi, süreçler arasındaki üretim kontrol altına alınmasını sağlayacaktır. Süpermarketler tedarikçi proses ile müşteri proses arasındaki uzaklığı optimize edecek Şekilde konumlandırılır. Böylece arada yapılacak taşımaların azaltılması da engellenir.

Müşteri prosesin ihtiyaı olan malzemeyi alandaki malzeme taŐıyıcı süpermarketten alarak müşteri proseste iŐlenmek üzere alana getirir. Süpermarketten malzeme alınırken malzeme kutusu üzerindeki kanban kartı kanban kutusuna atılarak tedarikçi prosesin üretim yapması için uyarılmasını sağlar. Alandaki kanban kartları iş emri görevi yapmaktadır; böylece prosesler kendi üretimlerini kontrol altında tutmaktadır. Tedarikçi proseste kanban kartındaki sayı kadar üretim yapıldıktan sonra malzeme taŐıyıcısı 28 kanban kartını malzemelerin olduğu kutuya koyarak süpermarketteki yerine koyar. Böylece malzeme akışı sağlanmış olur. Süpermarket kurulmasının birçok faydası vardır, ancak süpermarketin kurulması her zaman uygun olmayabilir; bunun yerine FIFO hattı kurulabilir. Özel rnler, kısa raf ömrüne sahip parçalar, seyrek kullanılan pahalı parçalar gibi. Böyle durumlarda FIFO hattının kontrolünü sağlamak için izlenecek yol; hattın dolması halinde müşteri prosesin aradaki stokun bir kısmını kullanması ve bu esnada tedarikçi prosesin üretilmesini durdurarak aradaki stok seviyesinin artmasını engellenmesi olacaktır. Örneğin kaynak yapılan bir işlemden sonra boyama yapıldığı bir prosesi ele alalım. Kaynak yapılan malzemeler taŐlanarak boyaya hazır hale getirilir. Günde sadece bir sefer ve 100 adet boyanabildiğini düŐünelim. Bu durumda en fazla 100 adet malzeme alacak Şekilde FIFO hattı kurulur ve kaynak alanından bu parti büyüklüğünün üzerinde üretim yapması engellenir. FIFO hattı dolu iken kaynak atölyesinde işlem yapılmaz ve boya bölümünden parça çekilmesi beklenir. Böylece kaynak atölyesinde fazla üretim yapılması engellenir. Benzer uygulamalar bazı bankalarda aynı mantıkla sürdürülmektedir. Aynı anda işlem bekleyen 50 müşteri varken 51. kişiye sıra verilmeyerek aradaki kuyruk sayısının artmasının önüne geçilmesi hedeflenir. Kurulan FIFO hattından işlem görüp eksilenler olduğu numaratr yeni sıra sayısını vermektedir.

Adım Tempo Ayarlayıcı Prosesin Bulunması

Değer akış haritası uygulamalarında genelde her süreç için ayrı çizelgeleme oluşturulmaz. Çekme sistemi kullanıldığında sadece bir noktayı çizelgelemek gerekir. Bu nokta müşteri çekişine göre çizelgenir ve önceki proseslerin tetiklenmesini sağlar. Bu procese “ tempo ayarlayıcı (pacemaker) proses” adı verilir. Ürüne ait üretimin kontrolünü bu prosesin hızı belirlemektedir. Bazı işletmelerde tempo ayarlayıcı proses olarak sevkiyat Sonraki proses B Önceki proses A Maksimum 100 FIFO bölümü seçilir veya darboğaz olarak kabul edilen proses tempo ayarlayıcı proses olur ve ürüne ait akışın hızını bu prosesin çıktısı belirler. Tempo ayarlayıcı processte üretim hacmindeki dalgalanmalar daha önceki proseslerin kapasite ihtiyaçlarını etkiler. Bu prosesin seçimi aynı zamanda değer akışındaki hangi elemanların, müşteri siparişinden bitmiş ürüne akış süresinin bir parçası olduğunu belirler. Tempo ayarlayıcı processten sonra herhangi bir süpermarket veya çekme sistemi olmamasına dikkat edilmelidir. Tempo ayarlayıcı proses genellikle kapıdan – kapıya değer akış haritası içinde en sondaki sürekli akış prosesidir. Gelecek durum haritasında tempo ayarlayıcı proses, müşteri siparişleri ile kontrol edilen üretim prosesidir. Bu sebepten ötürü tempo ayarlayıcı processte farklı ürünlerin üretimini zamana düzgün yaymak oldukça önemlidir.

Yük Dengeleme Yapılması

Montaj yapılan birçok yerde uzun süre bir ürün tipini çizelgeleyip model değişimlerinden kaçınmak bulunabilecek en basit çözümdür. Ancak bu durum değer akışının geri kalan kısımları için oldukça büyük problemler yaratabilir. Aynı ürünleri gruplandırıp tek seferde üretmek, mevcut durumda üretilen ürün tipinden farklı bir şey isteyen müşteriye hizmet vermeyi zorlaştırır. Bu bitmiş ürün stokunun daha fazla olmasını, müşterinin istediği ürünün elde bulunmasını ümit ederek veya siparişi karşılamak için daha uzun akış süresini gerektirir. Montajda yapılan seri üretim aynı zamanda işlem görmüş parçaların da büyük partiler halinde tüketilmesi anlamına gelmektedir. Büyük partiler halinde tüketilmesi bütün değer akışı boyunca süpermarketlerin ihtiyaç duyulan WIP stokları ile gereğinden fazla doldurulmasına neden olur. Ayrıca son noktada meydana gelen dalgalanma, akışın başına doğru

şiddetini arttırarak hareket edecek ve stoklar başa doğru gidildikçe artacaktır. Stokların proses aralarında artmasını engellemek ve uzun süre bir ürünün çizelgelenmesinin önüne geçebilmek için farklı ürünlerin üretiminin belli bir zaman diliminde düzgün olarak dağıtılması gerekir. Bu seviyeleme işlemine yük dengeleme adı verilmektedir. Örneğin günlük üretilecek 3 ürünümüz olsun: 100 adet A ürünü, 50 adet B ürünü, 25 adet C ürünü. Normalde yapılan; öncelikle A ürünün tamamını, daha sonra B ürünün tamamını ve son olarak C ürünün tamamını üretecek şekilde çizelge 30 oluşturmak ve bu doğrultuda çalışmaktır. Bu üretim yığın üretim tipidir. Ancak yapılacak dengeleme sayesinde ürünler küçük partilere bölünür ve üretim küçük partiler halinde dönüşümlü olarak yapılabilir. Yapılacak muhtemel hat dengeleme sonucunda üretim çizelgesi aşağıdaki gibi olacaktır: AAAABBCAAAABBC...AAAABBC Her bir çevrimde 4 adet A ürünü, 2 adet B ürünü ve 1 adet C ürünü üretilecek şekilde çizelgelenmesi durumunda küçük partiler halinde yapılan üretim çevrim sonunda müşteri talebini karşılayacak parti büyüklüğüne ulaşacaktır ve her bir ürünün günlük talebi karşılanmış olacaktır. Yük dengeleme kutusu Yukarıda anlatılan üretim seviyeleme işlemini minimum kayıpla yapabilmek için model değişim sürelerinin çok düşük veya sıfır olması gerekir. Aksi durumda her model değişimi üretimin aksamasına ve süreçte israfların oluşmasına neden olacaktır.

Başlangıç Çekişi Oluşturmak

İşletmelerde atölye proseslerine ürün gönderiminin genelde büyük partiler halinde olduğuna çalışmanın farklı yerlerinde değinilmiştir. Çekme sistemi kullanılır ve üretim karması seviyelendirilir, nerelerde bu sistemin kullanılacağı belirlenir. Bu durum çeşitli problemlere yol açmaktadır ve bu problemler;

Böyle bir durumda değer akışında parça akışını tetikleyen takt zamanı yoktur ve dolayısıyla süreçte herhangi bir çekme de yoktur.

Belli bir takt zamanının olmaması durumunda gün içerisinde üretim hacminde çeşitli nedenlerden dolayı artış veya azalış olacaktır. Bu da makine, işgücü ve süpermarketlerde ya beklemelere, ya da aşırı yüklenmeye neden olabilecektir.

- Üretimin kontrol altına alınması oldukça zor hale gelir.
- Ürüne ait değer akışında yer alan tüm prosesler alana büyük partiler halinde ürün gönderdiği için siparişlerde yer değişiklikleri olabilir. Bu da ürüne ait akış süresinin artmasına neden olur.
- Siparişlerde meydana gelen yer değişikliği sebebiyle bazen ürünlerin gönderilebilmesi için hızlı çalışmak veya daha fazla ekipman ve işgücü ile çalışmak gerekebilir. Bu durum ürün kalitesini olumsuz etkileyeceği gibi işgücü ve makinenin verimsiz kullanımına neden olacaktır.
- Müşteri isteklerinde meydana gelen değişikliklere cevap vermek oldukça zorlaşır.

Değer akışında herhangi bir proseste meydana gelen kalitesizlik bu alanda fark edildiğinde tüm partinin hurdaya atılması veya tamir edilmesi gerekebilir. Böyle bir durumda fazladan işgücü veya makine kullanımına gidilir. Ayrıca önceki proseste bu ürünlerin işleminin bitmesi için geçen süre bu proses için verimsizlik kaynağı olacaktır.

Yukarıdaki nedenlerden dolayı tempo ayarlayıcı prosese düzenli olarak küçük partiler halinde ürün göndermek gerekir. Belirlenen küçük partilerin tutarlı olması da önemlidir. Özellikle müşteri prostesteki çevrim süresine bakılarak belirlenmelidir. Örneğin; takt zamanı 60 saniye olan bir ürünün paketinde 30 adet olduğunu varsayalım. Buradaki tutarlı zaman 30 dakikadır. Yani her 30 dakikada veya her 30 üretimde bir tempo ayarlayıcı prosese 1 paket kadar üretim emri verilir. Belirlenen bu 30 dakika dilim olarak adlandırılır. Bu durumda dilim, tempo ayarlayıcı prosteste takt zamanı ile bitmiş ürün transfer miktarını çarparak hesaplanmaktadır. Bu da bir ürün ailesi için üretim çizelgelemenin temel zaman birimi olur. Dilimi yönetim zamanının sınırı olarak düşünebiliriz. Müşteri talebi ile ilgili performans hangi sıklıkla öğreniliyor?

Bir seferde atölyeye bir haftalık iş gönderiliyorsa cevap muhtemelen “haftada bir”dir. Böyle bir durumda takt zamanına göre üretim yapmak imkânsızdır. Diğer taraftan her dilimde üretim çizelgeleniyor ve kontrol ediliyorsa, problemlere çok hızlı reaksiyon gösterebilir ve takt zamanı kavramı oluşturulabilir. Sadece malzeme değil üretim emrini (bilgiyi) de büyük partiler halinde taşımak istenmemektedir.

Pacemaker Proses Belirlenir Ve Proses İyileştirmelerinin Yapılması

Tempo Ayarlayıcı Prosesten Önceki Proseslerde “Her Parça Her Gün” Üretim Yeteneği Geliştirmek Akış üzerinde tempo ayarlayıcı prosesten önce bulunan üretim prosesleri model değişim sürelerini azaltarak ve daha küçük partiler halinde çalışarak, daha sonraki proseslerin ihtiyaçlarında meydana gelecek değişimlere daha hızlı cevap verebilecektir. Ayrıca kendi süpermarketlerinde daha az stok tutmak isteyeceklerdir.

Bu durum hem parça imalatı hem de proses endüstrilerine uygulanabilmektedir. Genel olarak değer akış haritası üzerindeki bilgi kutusuna ya parti büyüklüğü ya da EPE yazılır. EPE, “every part every” nin kısaltmasıdır ve sonuna hafta, gün, vardiya, saat, dilim veya takt gibi bir zaman dilimi ilave edilir. Bu terim, bütün parça çeşitlerinden üretmek için prosesin hangi sıklıkta model değişimi yapacağını tanımlar. Birçok fabrikada başlangıç hedefi, çok kullanılan parçaları en azından her gün üretmektir. Önceki sayfalarda da belirtildiği gibi bu sistemin uygulanabilmesi ve israfların minimum olabilmesi için model değişim sürelerinin oldukça düşük olması gerekir. DAH uygulamalarının amacı kısa sürede gerçekleştirilecek olan gelecek durum değer akışının uygulanması ile israf kaynaklarını ortaya çıkarmak ve onları ortadan kaldırmaktır. Amaç, her prosesin müşterisine sürekli akış veya çekme sistemi ile bağlandığı ve her prosesin yalnızca müşterisinin ihtiyacı olan ürünü ihtiyacı olduğunda ve ihtiyaç adedince üretmeye çalıştığı bir üretim zinciri yaratmaktır.

Mevcut bir işletmede, mevcut bir ürün ve proses ile çalışılıyorsa, değer akışındaki bazı israflar ürün tasarımının, daha önceden alınan makinenin ve bazı faaliyetlerin yerleşimleri arasındaki mesafenin sonucu olarak ortaya çıkacaktır. Mevcut durumun bu özellikleri belki hemen değiştirilemez. Yeni bir ürün söz konusu olmadıkça, gelecek durum haritasında ilk adım; ürün tasarımlarını, proses teknolojilerini ve fabrika yerleşimlerini verilmiş koşullar olarak almak ve bu özelliklerden kaynaklanmayan bütün israf kaynaklarını mümkün olduğu kadar hızlı bir şekilde ortadan kaldırmaya çalışmak olmalıdır. Yani öncelikle “sahip olduğumuz ile ne yapabiliriz?” sorusuna yanıt aranmalıdır. Gelecek durum çizimi yukarıda bahsedilen konu başlıkları göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Çizilen harita yapılabileceğin en iyisi olmalıdır. Gelecek durum haritası çiziminden

sonra yapılması hedeflenen işler sıralanarak sırasıyla tamamlanır. Uygulama aşamasının uzun sürmesi bazen işletme kaynaklı olabileceği gibi bazen de tedarikçi/müşteri kaynaklı da olabilecektir. Gelecek durumda yer alan konu başlıklarındaki iyileştirmelerin sonlandırılmasıyla önceden çizilen gelecek durum standart hale gelir ve mevcut durum halini alır. Bu durumda mevcut durum haritası çizimi baştan yapılarak buna göre yeni bir gelecek durum ortaya konur ve çizilen bu gelecek durum haritasına ulaşabilmek için çalışmalara başlanır.

Değer Akışını İyileştirme ve Gelecek Duruma Ulaştırmak

Değer akışı haritalama yalnızca bir araçtır. Çizilen mevcut durum yine çizilen gelecek duruma ulaşmadıkça ve haritanın bölümlerini kısa bir süre içinde gerçekleştirmedikçe değer akış haritasının hiçbir önemi yoktur. Değer akış haritası, yalnızca proses alanlarına değil bütün bir akışa baktığı için ve çoğu zaman bütün gelecek unsurlarını bir anda uygulamamız imkansız olur. Aslında yapacak çok şey vardır. Bu nedenle, uygulamayı adımlara bölmek değer akışı yöneticisinin sorumluluğundadır. Bölünen adımlardaki israfların ortadan kaldırılması için de bölünen değer akışı gelece durumda gösterilir ve israfların ortadan kaldırılması hedeflenir.

Bunun için de tam olarak adım adım ne yapılması gerektiği adım adım, ne zaman, ne yapılacaksa ölçülebilir hedeflerle ve gerçek termin süreleri verilerek ve bu hedeflerin gerçekleşmesini denetleyecek kişilerin simleri yazılarak bir ilk plan oluşturulur.

Bir çevrim içindeki iyileştirmeler aşağıdaki sırayı izler;

- Takt zamanına göre çalışan sürekli akışın iyileştirilmesi
- Üretimi geliştirmek için çekme sistemi kurulması
- Seviyelendirme yapılması
- Sürekli olarak israfları ortadan kaldırarak parti boyunu küçültmek ve süpermarketleri küçülterek sürekli akış alanını genişletmek için kaizenler yapmak.

Bu sıra durumdan duruma değişiklik gösterebilir. Yani gelecek durum sürekli yenilenme süreci halindedir. Bu yenilenme hiçbir zaman son bulmayıp devam edecektir. Sonu olmayan bu süreç yalın üretimin en temel felsefesi olan sürekli iyileştirme kavramının tam karşılığıdır. Bu felsefe doğrultusunda hedeflenen duruma ulaşıldığı anda yeni bir hedef nokta belirlenir ve yeni hedef noktasına ulaşmak üzere çalışmalar yapılarak sürekli iyileştirme sağlanır (İnce 2018).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

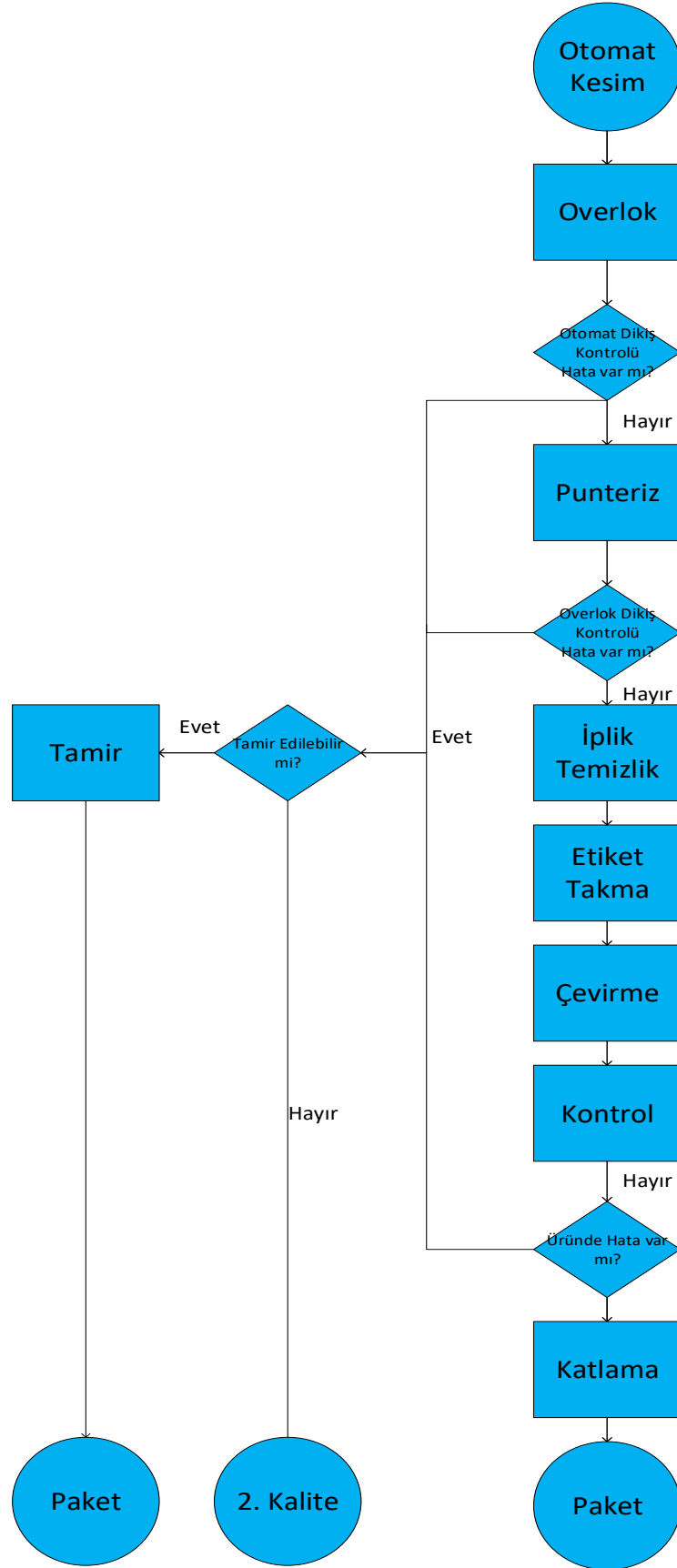
Uygulama, ev tekstili üretimi yapan bir tekstil işletmesinde, yastık hattında gerçekleştirilmiştir. Bu hatta Üretim sezonluk olup yılın yaklaşık altı ayı çalışmaktadır. Üretilen ürün çarşaf-yastık-lastikli çarşaftan oluşan bir setin parçasıdır.

Hatta müşteri desen, varyant değişmesine rağmen çoğunlukla prosesler aynı kalmaktadır. Müşteriler arasında sadece etiketin dikilme şeklinde farklılıklar mevcuttur. Bazı müşteriler rulo etiket talep ederken bazı müşterilerde düz etiket istemektedir. Bu farklılık düz etiketli ürünler için ekstradan bir prosesin daha (etiket dikme işlemi) eklenmesi anlamına gelmektedir.

Tablo 3.1: Ürün ağacı matrisi

Proses	Kesim	Manuel Kesim	Overlok	Punteriz	İplik Temizlik	Etiket Takma	Çevirme	Kontrol	Otomat Katlama	Manuel Katlama
Ürün 1	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Ürün 2	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Ürün 3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ürün 4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ürün 5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ürün 6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ürün 7	x	x	x	x	x		x	x		x
Ürün 8	x	x	x	x	x		x	x		x

Ürün ailesi seçimi için ürünler ve o ürünlere ait prosesler için ürün ağacı matrisi hazırlanmıştır (Tablo 3.1). Yukarıda da bahsedildiği gibi kullanılan etiketten kaynaklı üretim hattına bir proses daha eklenmektedir. Bunun dışına kesim işlemi hem otomat makinesinde hem de manuel olarak gerçekleştirilebilmektedir. Otomat makinelerinde üretimin hızlı olması, hem dikim ve kesim işlemlerini gerçekleştirmesi hatta öncelikli tercih sebebidir. Katlama işleminde ise bazı ürünler ara karton ile katlanmasından dolayı otomasyona uygun değildir. Dolayısıyla manuel olarak katlanması gerekmektedir.



Şekil 3.1: İş akış diyagramı

Şekil 3.1’de uygulama yapılan ürünün iş akış diyagramı verilmiştir. Buna göre ilk olarak otomattan makinesine dok adı verilen kumaşın sarılı olduğu arabadan otomat makinesi beslenmeye başlanır. Bu aşamada bez otomat makinesi içinde hareket ederken istenilen ebat ve ölçülerde kesim bıçakları ile kesilir. Makinenin her iki tarafında bulunan düz dikiş makinası ile yastığın ağız kısmını oluşturacak kenarlar istenilen ölçüde içeri doğru kıvrılıp dikim işlemi gerçekleşir. Makine çıkışında, ebatlara göre değişkenlik göstermekle birlikte, aynı anda ortalama 5 kesilmiş yastık çıkışı gerçekleşir. Kesilen ürünler palete alınmaktadır. Paletten ürünleri alarak operatörler overlok makinesini beslemektedir. Bu proseste ise karşılıklı iki tarafta da bulunan 4 iplik overlok makinesi fazla telefını alarak kenarlarını diker. Ayrıca opeatör makineyi beslerken otomat dikişlerinin de kontrolünü gerçekleştirmektedir. Overloktan çıkan ürünler bir bant üzerinde üst üste yığılmakta, ürün miktarı belli bir âdete ulaşıktan sonra bant öne doğru hareket etmektedir. Bu demet miktarı çalışanlar tarafından ayarlanabilmektedir ve demetteki ürün âdeti 15 ila 20 arasında değişkenlik göstermektedir.

Daha sonra Punteriz operatörü overlok makinesi ile kendi çalışma alanı arasında yol olmasından dolayı yerinden kalkıp overloktan ürün almaya gittiği görülmüştür. Her bir gidiş geliş için kendi çevrimini tamamlayıncaya kadar overlok makinası çıkışındaki bantta 2-ila 3 demet arasında (yaklaşık 45-60 ürün) ürün birikmektedir. Operatör makine çıkışında bu ürünlerin overlok dikişlerini topluca kontrol edip, hatalı ürünleri ayırıp sağlam olan ürünleri alarak yerine dönmektedir. Burada da demet usulü çalışmaya devam ettiği gözlemlenmiştir. 30-45 ürün içerisinden rassal olarak 10-20 ürünü kucağına alarak işlemini gerçekleştirmektedir. Punteriz operatörü demet halinde işlemini tamamladıktan sonra ürünleri masanın üzerine üst üste atmaktadır. Dolayısıyla ilk yaptığı ürün altta kaldığı için ve sonraki proses olan iplik temizlik işleminin operatörü de en üstteki demeti aldığı için FIFO’nun (ilk giren ilk çıkar) olmadığı görülmektedir.

Bundan sonraki süreçte iplik temizlik ve etiket takma operasyonlarında da aynı şekilde demet olarak ürün ilerlemeye devam etmektedir. İplik temizlik işleminde overlok sonrası kalan uzun iplikler köşe uçlarından kesilmektedir. Etiket takma işlemi de iki şekilde gerçekleşmektedir. Rulo şeklinde sarılı halde overlok makinesine takılıp overlok işlemi ile eş zamanlı etiket takılabildiği gibi, manuel olarak düz makinesi ile bu işlem gerçekleştirilmektedir. Uygulama yapılan söz

konusu üründe müşterinin talep ettiği etiket, overlok makinesine uygun olmadığı için manuel olarak düz makinede takılmaktadır.

Çevirme operatörü dikilmiş ürünleri alarak önündeki sıra olarak ifade ettikleri iki ayaklı düzlemsel ince uzun bir sehpanın üzerine ürünleri koymakta ve birer birer ürünleri çevirmektedir. Tamamen operatöre bağlı olarak çevirdiği ürünleri aynı sıra üzerine üst üste yığılmaktadır. Buna ürünler yıkılma derecesine gelinceye kadar devam etmektedir. Daha sonra bu ürünleri alarak kontrol edilmesi için kontrol masalarına koymaktadır.

Yine aynı şekilde masada sürekli ürün olduğu için yeni gelen ürünler önceki ürünlerin üzerine konulmakta ve FİFO uygulanmamaktadır. Kontrol operatörü, dikiş, etiket kontrollerini yapıp ürün üzerinde terbiye (boya, baskı vb.), dokuma kaynaklı hataları incelemekte ve kontrol ettikleri ürünleri üst üste yığılmaktadır. Operatörün, kontrol sonucu uygunsuz veya tamir olarak karar verdiği ürünleri koymak için standart bir yeri olmadığı ve masa üzerinde rastgele noktalara ürünleri koyduğu görülmüştür. Bu da uygunsuz ve tamir ürünlerin karışma riskini artırmaktadır.

Kontrol edilen ürünleri demet halinde katlama operatörü almakta ve operatör çalışılan ebadına göre katlama makinasına ürünü besleyerek katlama işlemi gerçekleştirilmektedir. Ebadına göre katlama işlemi için kullanılan iki tip makine vardır:

İlk makinenin çıkışında herhangi bir otomatik sistem olmadığından dolayı önüne bir masa konmuştur ve katlanmış ürünler bu masa üzerinde peşi peşine yığılmaktadır. Masa üzerinde ürünler dolunca çoğunlukla operatörün kendisi, ürünleri palete koymak için makine başını terk ettiği görülmüştür.

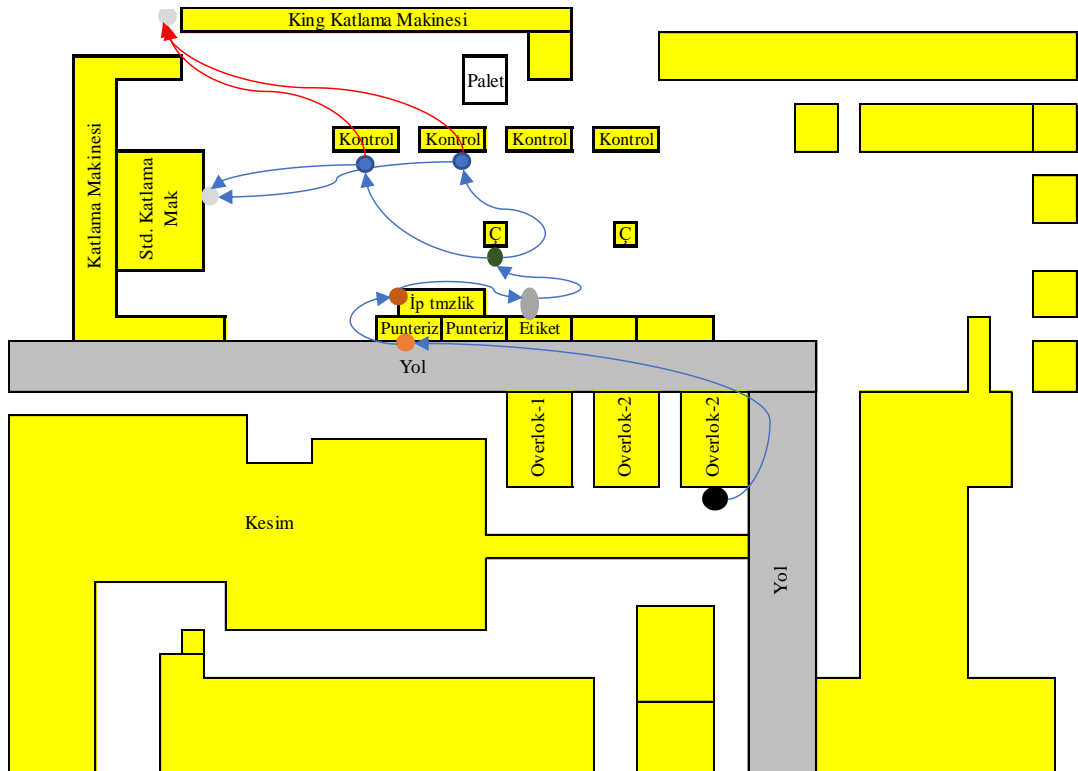
Diğer katlama makinasında ise katlanmış ürünler makine içinde depolanmaktadır. Ürün kapasitesi ortalama 100 ürün olmakla birlikte aynı şekilde operatör makine dolunca ürünleri boşaltmak için yerinden ayrıldığı tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmanın ilk aşaması olan yerleşim planı değişikliği etiket operasyonu olmayan ürün aile analiz edilerek gerçekleştirilmişken, mevcut durum için değer akışının oluşturulması etiket operasyonun olduğu ürün ailesi üzerinden oluşturulmuştur.

3.2 Yöntem

Çalışma üç ana bölümden oluşmaktadır. Öncelikle mevcut durum analiz edilmiş ve zaman etüdü yöntemi ile hattın proses çevrim süreleri kronometre ile ölçülmüş ve veri toplanmıştır. Bunun sonucunda yerleşim planında değişikliğe gidilmiştir. Daha sonra yeni yerleşim planına göre hat tekrar incelenmiş ve Değer Akış Haritalama yöntemi ile Mevcut Durum Değer Akışı çıkarılmıştır. Mevcut durum değer akışı ile hat içindeki problemler tespit edilmiştir. Bu kapsamda çözüm önerileri oluşturulmuş ve bu önerilere göre Gelecek Durum Haritası çizilmiştir. Tek parça akışı sağlamak için FIFO (İlk giren ilk çıkar) kuralı uygulamak amaçlanmış bu kapsamda kanban sistemi ile ara stoklar sabitlenmiştir. Takt zamanına göre heijunka hat dengelemesi yapılmıştır. 5S ilkesi kapsamında çalışma ortamı düzenlenmiş, overlok prosesindeki tip değişimleri incelenmiş ve SMED kapsamında tip değişimi sürelerinin azaltılması amaçlanmıştır.

3.2.1 Birinci Aşama



Şekil 3.2: Spagetti diyagramı - akış diyagramının işletme planı üzerinde gösterimi

Ürün akışı Şekil 3.2’de yerleşim planı üzerinde spagetti diyagramı ile gösterilmiştir. Kontrol işleminden sonra kullanılan ürünün ebadına göre ayrı makinelerde katlandığı için standart ebadın katlaması mavi okla, king ebadın katlaması kırmızı okla gösterilmiştir.

Önceki Bölümde de anlatıldığı gibi hatta Overlok-Punteriz işlemlerinde operatörün mal almak için yerinden ayrılması ve ürün taşınması, çevirme-kontrol, kontrol-katlama proseslerinin konumundan kaynaklı taşımaların olmasının müşteri için hiçbir değeri yoktur ve tamamıyla israftır ve bir an önce elimine edilmelidir.

3.2.1.1 Verilerin Toplanması

Hat gözlemlendikten sonra veri toplama aşamasına geçilmiştir. Bu kapsamda operasyonların çevrim süreleri kronometre ile ölçülmüştür ve standart süreleri Tablo 3.2’de görüldüğü gibi hesaplanmıştır. Kesim makinesinden gelen ürünleri 2 overlok makinesi karşılayabilmektedir. Mevcut hatta her bir overlok makinesinden gelen üründen sorumlu olan bir punteriz, 0,5 ip temizlik, 1 etiket takma, 1 çevirme, 2 kontrol ve 1 katlama operatörü mevcuttur.

Tablo 3.2: Zaman etüdü verileri

Proses Adı	Makine Kesim	Overlok El Besleme	Paletten Mal Alma	Punterez	İplik Temizlik	Etiket Takma	Çevirme	Kontrol-1	Kontrol-2	Makine Katlama
Gözlem	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)
1	12,86	6,21	0,29	8,51	2,97	6,01	3,76	10,11	11,16	7,09
2	12,86	5,75	0,42	9,15	4,01	6,98	5,54	12,82	7,42	7,33
3	12,85	5,3	0,46	7,78	4,57	6,02	5,56	9,22	6,54	7,53
4	12,88	5,64	0,45	7,41	3,01	5,68	4,46	7,79	11,39	6,77
5	12,88	5,76		7,72	3,12	4,09	4,18	7,47	7,92	7,03
6	12,96	6,1		6,77	2,63	5,91	3,81	7,85	6,67	
7	13,02	5,75		6,32	3,43	4,15	4,72	8,7	7,01	
8	12,81	6,12			3,23		2,95	7,92	11,72	
9	12,87	5,31			3,36		5,31	7,53	10,21	
10	13,04	5,94			2,97		3,94	7,87	11,05	
11	12,94	5,16					3,84	7,99	7,47	
12	12,81	5,52					4,2	7,45	7,48	
13	12,9	5,84					3,61	7,48	7,45	
14	12,88	5,95					3,67	6,83	8,75	
15	13,4	6,08					4,07	8,76	9,76	
FİİLİ ZAMAN (Tf)	12,90	5,77	0,40	7,67	3,33	5,55	4,24	8,16	8,75	7,15
TEMPO (H)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	100%
STD. DİŞİ İS(P)	12%	12%	5%	7%	7%	7%	5%	5%	5%	5%
NORMAL ZAMAN (Tn) Tn=TF*H	12,90	5,77	0,40	7,67	3,33	5,55	4,24	8,16	8,31	7,15
STD ZAMAN (TS) Ts=Tn+P* Tn	14,45	6,47	0,42	8,20	3,56	5,94	4,45	8,57	8,73	7,51
TOP STD ZAMAN	2,89	6,89	8,20	3,56	5,94	4,45	8,57	8,73	7,51	

Makine Kesim

Bu operasyonda istenilen ebat ve ölçülerde ürünün kesim, yastık ağızlarını kıvrırma ve dikme işlemleri gerçekleştirilir. Yapılan ölçümlere göre çevrim süresi 14,45 olarak hesaplanmıştır. Fakat her bir çevrimde 5 tane ürünün kesimini gerçekleştirdiği için ürün başına düşen birim süresi 2,89 saniye olmaktadır.

Çıkan ürünlere operatörler tarafından palete konup dikim için hazır edilmektedir.

Overlok El Besleme

Bu proseste, operatör overlok makinesini besleme işlemini gerçekleştirmektedir. Kesim makinesi ile overlok makinesi arasında ki mesafenin dar olmasından dolayı, ortam paleti overlok operatörünün yanına kaoymaya elverişli değildir. Bu nedenle operatör palete konan ürünleri rastgele miktarlarda (genelde taşıyabileceği maksimum adet) alır ve kendi çalışma masasına koyar ve makineyi besleme işlemine başlarmaktadır. Operatörün ürün almak için sürekli paletin olduğu konuma kadar yürümesi ve ürünü alıp tekrar yerine dönmesi yalın üretim felsefesi bakımından israftır ve bu işlemin müşteri için değeri yoktur.

Tablo 3.3: Overlok operatörün ürün taşıma süreleri

Yastık Overlok El Besleme Taşıma	Mal Adeti	Overlok El Besleme Taşıma Birim Süre
22,89	80	0,29
33,85	81	0,42
37,95	83,00	0,46
34,79	77,00	0,45
32,37	80	0,40

Tablo 3.3'te operatörün yaptığı her işlemin süreleri hesaplanmıştır. Bunun yanında operatörün her ürün alıp gelişi gözlemlenmiş Tablo 3.3'te görüldüğü üzere her seferinde getirdiği ürün âdeti 80, ortalama taşıma süresi 32,37, ürün başına düşen taşıma süresi ise 0,40 saniye olarak gerçekleşmiştir.

Punteriz

Tablo 3.4: Punteriz işlem süreleri

Punterez - Overlok Mal almaya gitme	Kontrol-İstifleme	Texpa Overlok-Punterez Malı Getirme	Punterez Tek Köşe	Çevirme	Punterez Diğer Köşe	Masadan Diğer Demeti Mal Alma
7,85	61,52	12,98	47,72	13,77	50,60	10,27
6,77	40,32	15,54	49,34	11,13	42,77	8,58
10,67	24,63	16,34	50,05	13,42	54,16	11,12
9,51	50,33	15,96	73,55	14,31	73,49	15,68
8,82	35,29	18,28	67,19	14,19	63,07	18,93
11,20	29,76	22,58	71,67	14,58	75,25	21,11
8,18	32,93	21,09	73,83	18,25	85,01	21,25

Önceki bölümlerde de anlatıldığı gibi punteriz operatörü overlok makinesi ile kendi çalışma alanı arasında yol olmasından dolayı her bir çevrimde ürün almak için makinenin çıkışını gitmekte, dikilmiş ürünleri üst üste istifleyip overloklarını kontrol etmekte, daha sonra ise ürünleri yerine getirmektedir. Demet usulü çalışmasından dolayı getirdiği tüm ürünlere tek seferde işlem uygulayabilmesi mümkün değildir. Ürünleri masasına koyduktan sonra içlerinden rastgele belli bir miktarda bir demet aldıktan sonra işleme başlayıp, süreci tamamlamaktadır. Tablo 3.4'te alınan gözlem süreleri, Tablo 3.5'de getirdiği ürün adetleri verilmiştir. Tablo 3.6'da ise Operatörün yaptığı her işlem adımı için ürün başına çevrim süreleri hesaplanmıştır.

Tablo 3.5: Operatörün her bir çevrimde getirdiği ürün adetleri

Mal Adeti	Demetten Alınan Mal Adeti
26,00	16+10
20,00	10+10
25,00	14+11
36,00	17+19
31,00	13+18
38,00	13+12+13
43,00	15+14+14

Tablo 3.6: Operatörün yaptığı her işlem adımı için ürün başına çevrim süreleri

Punterez - Overlok Mal almaya gitme Birim Süre	Kontrol-İstifleme Birim Süre	Texpa Overlok-Punterez Malı Getirme Birim Süre	Punterez Tek Köşe Birim Süre	Çevirme Birim Süre	Punterez Diğer Köşe Birim Süre	Masadan Mal Alma Birim Süre
0,30	2,37	0,50	1,84	0,53	1,95	1,03
0,34	2,02	0,78	2,47	0,56	2,14	0,86
0,43	0,99	0,65	2,00	0,54	2,17	1,01
0,26	1,40	0,44	2,04	0,40	2,04	0,83
0,28	1,14	0,59	2,17	0,46	2,03	1,05
0,29	0,78	0,59	1,89	0,38	1,98	0,84
0,19	0,77	0,49	1,72	0,42	1,98	0,76

Bu verilerden yola çıkarak, punteriz operatörünün yaptığı tüm işlerin ürün başına düşen birim süresi 7,67 saniye olarak ölçülmüştür. Bu noktada müşteri için değer katan süre (punteriz işleminin süreleri) ortalama 4,53 saniye iken, bu süre tüm çevrim zamanının %49'unu oluştururken, geri kalan %41'lik kısmının müşteri için bir değeri yoktur (Tablo 3.7).

Tablo 3.7: Punteriz işlemi için birim süre ve değer katan süre

Birim Süre	Toplam	Değer Katan Süre	Taşıma Yüzdesi
1	8,51	4,31	49%
2	9,15	5,16	44%
3	7,78	4,71	40%
4	7,41	4,48	40%
5	7,72	4,66	40%
6	6,77	4,25	37%
7	6,32	4,12	35%
Ortalama	7,67	4,53	41%

İplik Temizlik, Etiket Takma, Çevirme ve Kontrol Prosesleri

Punterize demet halinde ürün geldiği için iplik temizlik, etiket takma işlemlerinde de ürün demet halinde ilerlemektedir. Çevirme ve kontrol işlemlerinde demetten çıkmaktadır ve hatta tekli olarak ilerlemektedir. Fakat bu tek parça akışın olduğu anlamına gelmemelidir. Ürün hatta stoklu (biriktir-beklet) ilerlediği için proseslerin başında ve sonunda ara stoklar bulunmaktadır.

Katlama

Tablo 3.8: Makine katlama operatörünün işlem süreleri

Makine Katlama	Mal Yerleştimeye Gitme	Malı Palete Koyma	Makine Başına Dönme	Mal Adeti
161	9,53	36,62	12,73	31
206,44	12,69	60,2	14,03	40
207,45	10,39	68,06	15,15	40
227,66	12,32	52,65	12,15	45
158,74	8,43	36,95	13,67	31

Hattın son prosesi olan katlama işlemin ise operatör katlama makinesini beslemekten sorumludur. Makine çıkışında herhangi bir otomatik palete yerleştirebilecek bir sistem olmadığı için makine çıkışında bulunan masa üzerine ürünler yığılmaktadır. Masada ürün âdeti dolduğunda iste operatör yaptığı işi bırakıp ürünleri palete koyup tekrar işine geri dönmektedir (Tablo 3.8).

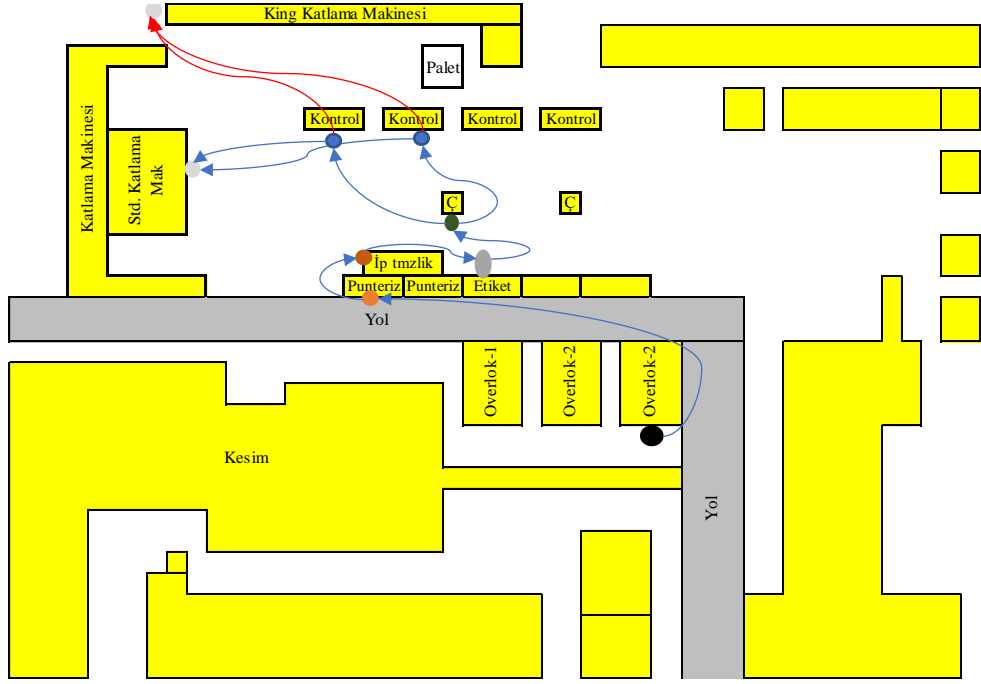
Tablo 3.9: Makine katlama operatörünün birim işlem süreleri

Makine Katlama Birim Süre	Mal Yerleştirmeye Gitme Birim Süre	Malı Palete Koyma Birim Süre	Makine Başına Dönme Birim Süre	Toplam	Taşıma&Yerleştirme Yüzdesi
5,19	0,31	1,18	0,41	7,09	26,78%
5,16	0,32	1,51	0,35	7,33	29,63%
5,19	0,26	1,70	0,38	7,53	31,09%
5,06	0,27	1,17	0,27	6,77	25,30%
5,12	0,27	1,19	0,44	7,03	27,11%
5,14				7,15	28,06%

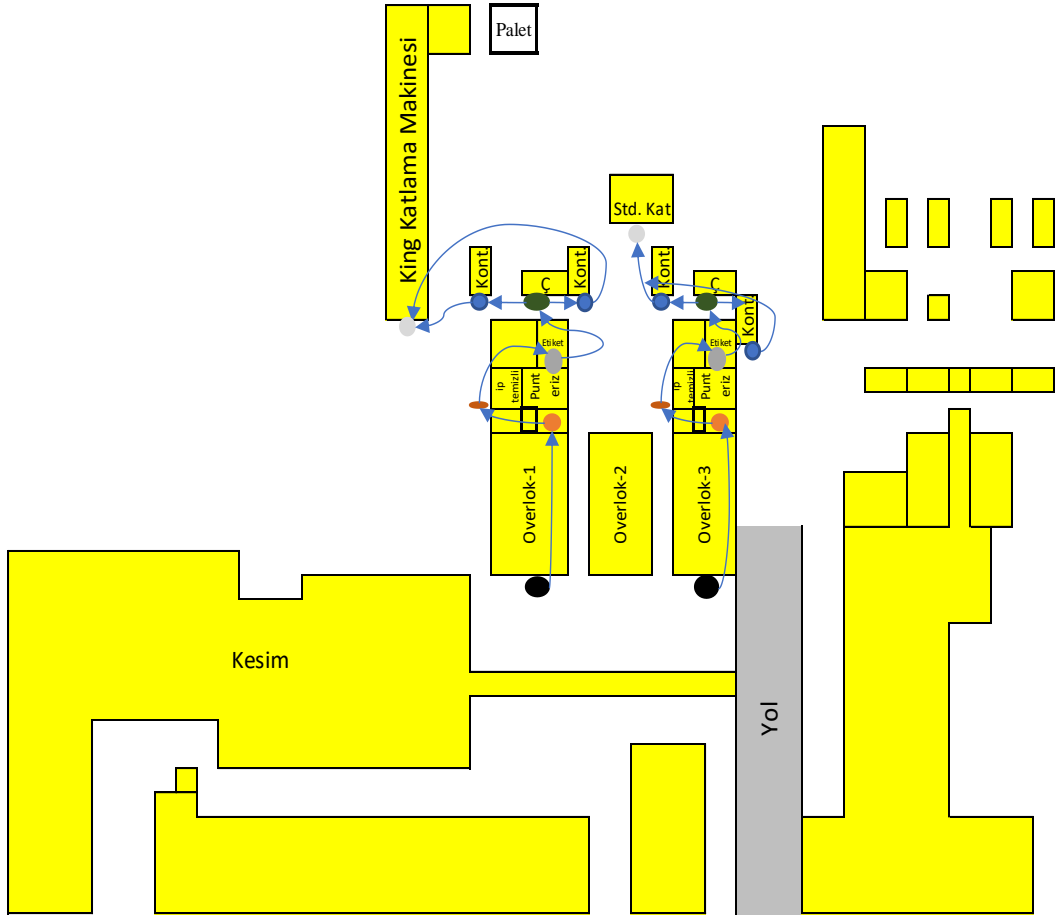
Operatörün yaptığı bu işlemler ölçüldüğünde ortalama ürün başına 7,15 saniye sürdüğü görülmüştür. Bu süresin %28,06'sı katlama dışı yaptığı (palete ürün koymak için gitmesi, ürünleri yerleştirmesi ve geri dönmesi) faaliyetlerin oluşturduğu görülmüştür (Tablo 3.9).

3.2.1.2 Yerleşim Planı Değişikliği

Yapılan gözlemler ve toplanan veriler ışığında neredeyse her bir proste ürün ve yarı mamulün taşınması, gereksiz hareket, gereksiz işlem gibi mudalar olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışanların daha verimli bir şekilde çalışması, israfların elimine edilmesi için yerleşim planında bazı değişikliklerle yapılmasına karar verilmiştir. Şekil 3.4 ve Şekil 3.3'te eski yeni yerleşim planları karşılaştırılmalı olarak verilmiştir.



Şekil 3.4: Eski yerleşim planı



Şekil 3.3: Yeni yerleşim planı

- Overlok makinesi ile kesim makinesi arasına palet girebilecek kadar alan açmak için, overlok makineleri bir metre kadar ileriye ötelenmiştir.
- Yapılan yerleşim planı değişikliği ile overlok makinesi ile hattın diğer kalanı arasına giren yol ortadan kaldırılmıştır.
- Punteriz makinesi overlok makine bandının çıkışına konumlandırılmıştır. Böylece operatörün ürün almak için yerinden ayrılması ve sonrasındaki bir dizi israf elimine edilmiştir.
- İplik temizlik, etiket takma operasyonları doğrusal bir şekilde hatta punteriz işleminin devamına eklenmiştir.
- Çevirme operatörünün önceki durumda çevrilememiş ürünleri almak ve çevirmiş ürünleri sonraki proses vermek için yürümesini minimize etmek için çevirme makinesi hatta olabildiğince yaklaştırılmıştır.
- Kontrol operatörleri ise taşımaları minimize etmek için çevirme makinesinin sağına ve soluna konumlandırılmıştır.
- Standart katlama makinesinin yanında bulunan atıl bir şekilde, işlevsiz olarak duran katlama makinesi üretim hattında uzaklaştırılmış ve yer kazancı elde edilmiştir.
- King katlama makinesi de makinenin ürün giriş yeri kontrolden gelen ürünlere en yakın olacak şekilde hattan uzaklaştırılan makinenin yerine konumlandırılmıştır.
- Standart katlama makinesi de her bir kontrolcüye eşit mesafede olması için ortalanmıştır.
- Katlama makinelerinin yeni konumlarından dolayı overlok-1'de king ebat, overlok-3'te standart ebat çalışılması için karar alınmıştır.

3.2.2 2. Aşama

Yerleşim planı değiştirip tespit edilen israflar minimize edildikten bununla yetinilmemiştir. Kaizen-sürekli iyileştirme ilkesi kapsamında tek parça akışı sağlamak ve hattaki diğer israfları elimine etmek için *Değer Akışı Haritalama* yöntemi ile yeni mevcut durum bir kez daha gözden geçirilmeye karar verilmiş ve müşteri için değer yaratan faaliyetleri ortaya çıkarmak hedeflenmiştir.

İlk aşamada çalışma ve analizler king ebat üzerinden yürütülmüşken bu bölümde standart ebat incelenmiş ve temel alınmıştır.

3.2.2.1 Veri Toplama

Tablo 3.10: Standart ebat çevrim süreleri

Proses Adı	yastık Kesim	overlok El Besleme-1	Punerez-1	İplik Temizlik	Etiket Takma	Çevirme	Kontrol-1	Kontrol-2	Makine Katlama
Gözlem	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)	Süre (sn)
1	12,98	4,11	4,26	4,52	4,23	2,51	7,76	12,78	2,35
2	12,69	4,32	3,96	2,82	4,94	2,57	9,04	15,15	2,35
3	12,87	4,19	4,29	3,19	5,29	2,56	10,71	9,49	2,25
4	12,8	3,82	4,44	2,86	4,48	2,56	11,63	14,63	2,69
5	12,65	4,29	3,60	2,97	5,75	2,9	10,26	9,41	2,16
6	12,72	3,49	3,59	2,91	5,46	2,82	15,94	10,4	2,05
7	12,7	4	4,21	3,51	5,08	2,95	11,58	12,83	2,76
8	12,68	3,74	4,14	3,55	4,70	2,37	10,26	14,81	2,75
9	12,82	3,96	4,18	3,35	4,95	2,56	10,65	14,51	2,06
10	12,67	4,01	4,08	3,29	4,64	2,51	10,12	17,69	2,32
11	12,36	3,98				2,88	11,39	11,36	2,04
12	13,06	4,12				2,68	10,13	15,95	2,3
13	13	4,08				2,18	10,26	10,39	2,5
14	12,8	3,95				2,32	13,05	10,83	1,86
15	12,48	4,01				2,76	9,88	10,13	2,5
FİİLİ ZAMAN (Tf)	2,55	4,02	4,08	3,30	4,95	2,62	10,69	12,56	2,14
TEMPO (H)	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	100%	100%
STD. DIŞI İŞ(P)	6%	6%	6%	5%	6%	5%	5%	5%	6%
NORMAL ZAMAN (Tn) Tn=Tf*H	2,55	4,02	4,08	3,30	4,95	2,62	10,15	12,56	2,14
STD ZAMAN (TS) Ts=Tn+P*Tn	2,70	4,26	4,32	3,46	5,25	2,75	10,66	13,19	2,27
TOP STD ZAMAN	2,70	4,26	4,32	3,46	5,25	2,75	10,66	13,19	2,27

İlk aşamada yapılan çalışma ile aynı mantıkla, değer akışı haritası çıkarılacak ürünün ebadının farklı olmasından ötürü, proseslerin çevrim süreleri tekrar ölçülmüştür (Tablo 3.10).

3.2.2.2 Tespit Edilen Problemler

Yerleşim planı değişikliğinden sonra hat sürekli takip altında tutulmuştur. Bu süre zarfında gözlem yapılmış ve şu sonuçlara ulaşılmıştır;

1. Birinci aşamada bahsedildiği gibi hat demet olarak çalışmaktadır. Bu yalın üretim sistemlerin istemeyeceğimiz bir durumdur. Beklemeleri dolayısıyla akış süresini, ara stokları arttırmaktadır. Yerleşim planı değişikliğinden önce demet adetlerinin yüksek olması, işçinin taşıma yapması, getirdiği demet içinden daha küçük demetler alarak çalışmasından kaynaklı alma-bırakma sürelerinin fazla olması gibi sorunlar yeni durumla birlikte minimize edilmiştir. Fakat yeni durumda da demet sayıları azalsa da aynı sorunlar devam devam etmektedir. Yeni durumda operatörlerin ortalama 16'II ürün grupları ile çalıştığı gözlemlenmiştir.
2. Demet ile çalışmanın bir getirisi olarak hatta ara stokların fazlalığı ve dengesiz olduğu gözlemlenmiştir.
3. FIFO'nun uygulanmadığı tespit edilmiştir. Örneğin demet ile çalışan ilk proses olan punteriz işleminde elindeki üründe yaptığı işlemi tamamladıktan sonra bir önceki demetin üzerine koymaktadır. Sonraki proses olan iplik temizlikte de doğal olarak operatör üstteki ürünü almaktadır. Bu da önceki demetin akış süresini artırmaktadır.
4. Planlamadan gelen sipariş adetleri çok dengesizdir. Siparişlerin sevkiyat tarihlerinin aynı zaman diliminde olmasından kaynaklı planlama departmanı müşteri terminini yetiştirmek için en az birkaç ay öncesinde üretim talimatını vermektedir. Fakat bu miktar sevkiyat tarihine yaklaştıkça 3-4 kat oranında artmaktadır ve işletmede hatta dengesizliklerin oluşmasına sebebiyet vermektedir.
5. Hattın demet olarak çalışması, ara stoklar, planlamadan gelen dengesiz üretim emirleri teorikle gerçekleşenin tutmamasına sebebiyet vermektedir. Bu da standartlaşmanın önündeki en büyük engellerden birisidir.

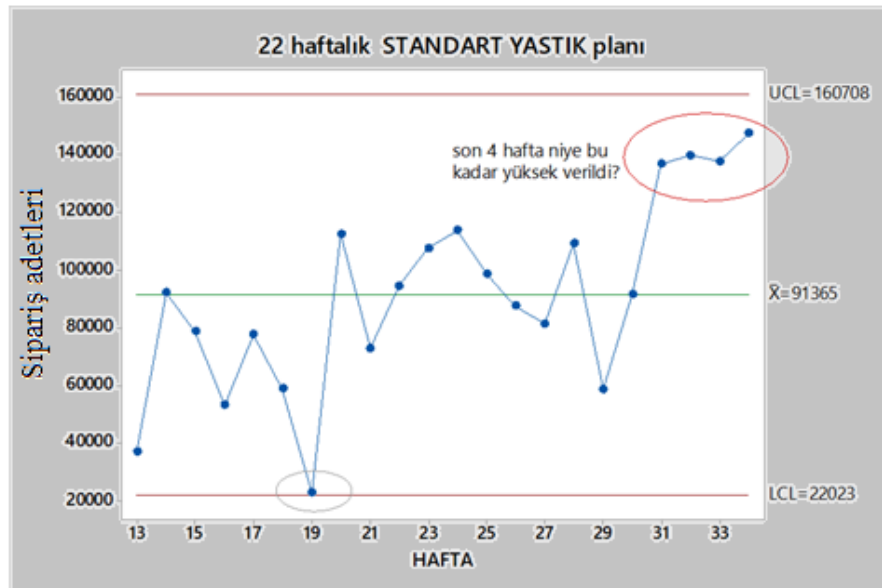
3.2.2.3 Takt Zamanın Hesaplanması

Tablo 3.11: Siparişler ve takt zamanı

Toplam Müşteri Siparişleri	Standart Yastık	King Yastık
Sipariş Adeti (6 ay)	1.906.604	560.418
Aylık Sipariş Miktarı	317767	93403
Günlük Sipariş Miktarı	12222	3592
Vardiyalık Sipariş Miktarı	4074	1197
Takt Zamanı (sn)	6,34	21,56

İşletme 3 vardiya halinde çalışmaktadır. Her bir vardiyada 30 dk yemek 10'ar dakika halinde iki tane mola zamanı vardır. Buna göre bir vardiyadaki net çalışma saati 7,17 saat= 430 dakika=25800 saniyedir.

6 aylık çalışma süresi zarfında 1.906.604 tanesi standart, 560.418 tanesi king yastık olmak üzere 2.467.022 yastık siparişi vardır. Bu durumda standart yastık için bir vardiyadaki sipariş âdeti 4074 iken, king yastık sipariş adeti 1197 olmaktadır. Buna göre Takt zamanı Tablo 3.11'de de görüldüğü gibi standart yastık için 6,34 san king yastık için 21,56 saniye olmaktadır.



Şekil 3.5: Planlamanın verdiği haftalık sipariş adetleri

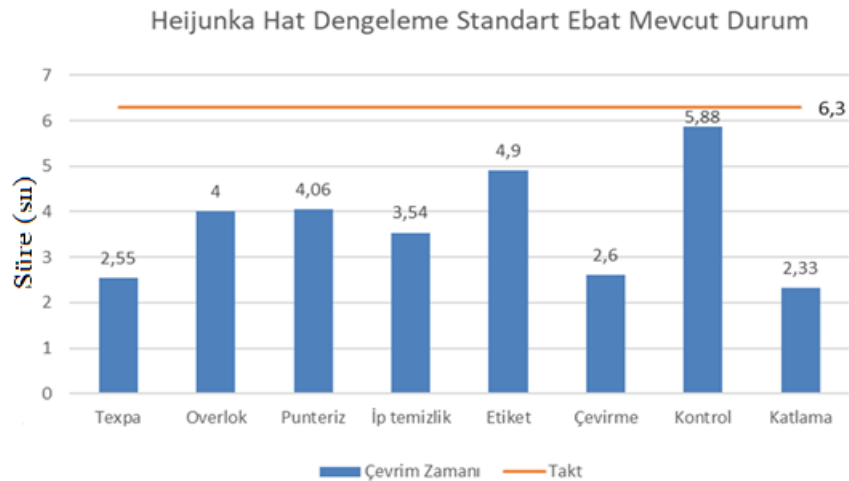
Planlama Departmanı'ndan alınan bilgiler doğrultusunda haftalık olarak müşteri taleplerinde bir dengesizlik olduğu Şekil 3.5'te görülmektedir. Bu verilere

göre takt zamanı minimum 3,15 saniye ortalama olarak da 5,08 saniyedir. Planlama minimum 22023 yastık üretimi için üretim planı oluşturduğu gibi daha sonraki haftalarda yaklaşık 7-8 kat daha büyüklükte üretim planı oluşturduğu görülmektedir. Müşteri taleplerindeki bu durum hat içerisinde dengesizliklere neden olmaktadır.

3.2.2.4 Heijunka Hat Dengeleme

Takt zamanının belirlenmesinden sonraki adım proses sürelerini takt zamanı ile karşılaştırmaktır. Proses süresinin üstünde çevrim süresine sahip olmak müşteri talebinin karşılanmadığı anlamına gelmektedir ve o proseste israflar tespit edilip bir iyileştirme yapılmalıdır ya da değerler çok yüksekse makine/ekipman/operatör takviyesi yapılmalıdır.

Benzer şekilde proses süresinin takt zamanında çok fazla hızlı olması aşırı üretim yapıldığının anlamına gelir ve bu da ara stok miktarının artışı demektir. Bu da israftır.



Şekil 3.6: Takt zamanına göre heijunka hat dengeleme

Şekil 3.6'da görüldüğü üzere tüm çevrim süreleri takt zamanının altındadır ve bu da müşteri talebinin karşılandığı anlamına gelmektedir. Yukarıda bahsedildiği gibi takt zamanından çok daha hızlı çevrim süreleri olduğu görülmektedir. Bu proseslerin hızlı olmasından dolayı ya fazla üretim gerçekleştirecektir ya da hat

dengesinden dolayı boş kalma oranı artacaktır. Buradan, bazı operasyonlarda birleştirilmeye gidilebileceği sonucu ortaya çıkmaktadır. Kontrol prosesinde iki kişi olmasından dolayı çevrim zamanın yarısı alınmıştır.

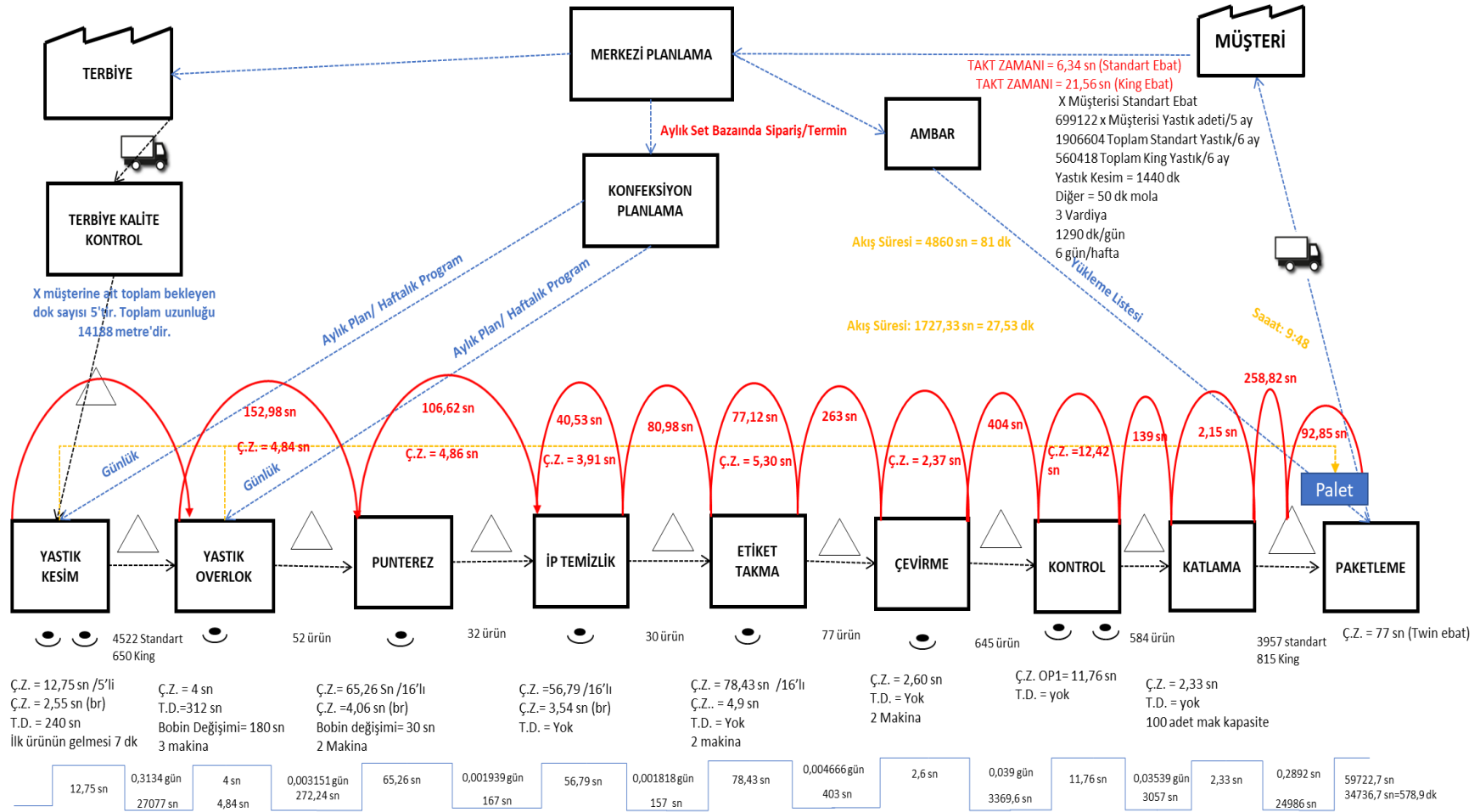
3.2.2.5 Mevcut Durum için Değer Akış Haritalamanın Oluşturulması

Mevcut Durum için Şekil 3.7’de görüldüğü gibi değer akış haritası oluşturulmuş. Uygulama X müşterisi için üretilen standart ebat yastıkta gerçekleştirilmiştir. Ürün demetler halinde hatta ilerliyor olup, bir demetteki ürün sayısı 16’dır. Hatta üretilen ürün, takım olan son ürünün sadece bir bileşenidir. Takımın diğer bileşenleri de çarşaf ve lastikli çarşaftır.

Müşteri ve Fabrika Hakkında Genel Bilgiler

Sağ üst köşede müşteri kutucuğunun altında, şu bilgiler mevcuttur

- 5 aylık süreçte analiz edilen ürünün müşterisinin talep ettiği yastık adeti 699.612 adettir.
- toplam talep edilen 1.906.604 standart ve 560.418 king yastık adeti mevcuttur.
- İşletmede 3 vardiya vardır. Haftada 6 gün çalışmaktadır.
- Yastık kesim makinesi bir vardiyada 8 saat günde 24 saat=1440 dakika çalışmaktadır.
- Bir vardiya takt zamanında hesaplanıldığı gibi 30 dakika yemek, 20’şer dakika dinlenme molası olmak üzere toplamda 50 dakika mola mevcuttur. Günlük ortalama çalışma süresi 21,51 saat=1290 dk’dır.
- Bu verilere göre standart yastık için takt zamanı 6,34 saniye, king yastık için takt zamanı 21,56 saniye olmaktadır.



Şekil 3.7: Mevcut durum için değer akış haritalama

Tedarikçi

İşletmenin entegre tesis olması sebebiyle, iç tedarikçilere sahiptirler. Ana hammadde olan kumaşın tedarikçisi yine kendileridir. İlgili müşteriye ait üründen hali hazırda stokta 5 dok= 14188 metre kumaş mevcuttur. Entegre bir tesis olmasından dolayı ortalama her gün konfeksiyona hammadde akışı gerçekleşmektedir.

Planlama

Siparişler müşteri temsilcileri aracılığı ile set olarak terminleriyle birlikte, e-mail üzerinden merkezi planlamaya gelmektedir. Merkezi planlama da aylık ve haftalık programlar halinde konfeksiyon planlamaya üretim yükünü verir. Konfeksiyon planlama da siparişleri işletmeyle ortaklaşa günlük program haline dönüştürerek üretim iş emirlerini oluşturur. Oluşturulan program günlük olarak kesim işlemleri için yastık kesim bölümüne verilir ve oradan da ilgili makinelere sipariş ataması yapılır.

Yastık dikimi için de aynı şekilde üretim overlok makinesinden alındığı için makine kapasiteleri de dikkate alınarak günlük dikim hedefleri makinelere verilir. Üretimin hattan çıkan ürün âdeti yerine, hattın başlangıç prosesi olan overlok prosesinden alınması dikkat çekicidir. Her ne kadar overloktan ürünler dikilse de müşteriye hazır bir şekilde tamamlanmadan hattan çıkmadığı takdirde, o ürün ara mamül seviyesinde ve ara stoktur. Yalın düşünceye göre israftır. Bunun yanında yapılan kontrol işlemlerinde ortaya uygunsuz ve tamir mallar overloktan alınan üretim adedini azaltıcı bir etkide olacağı için, bu üretim âdeti doğru olmayacaktır. Esas olan hattın sonundan çıkan net üretim adeti dikkate alınmalıdır.

Ayrıca bunun yanında paket bölümüne de tüm işletmenin genel olarak final prosesi olması sebebiyle, planlama tarafından haftalık/günlük program ile birlikte sevkiyat listesi verilir. Bu listeye göre paket bölümü yükleme işlemlerini gerçekleştirir ve siparişleri terminlerine uygun olarak hazır eder.

Prosesler

Hatta yapılan zaman ölçüm çalışmalarına göre proseslerin çevrim zamanları Değer Akış Haritası üzerinde gösterilmiştir. Her bir dikdörtgen bir prosesi ifade etmektedir. Her bir dikdörtgenin altında demetin çevrim zamanları ve bir ürün başına düşen birim süreler (Ç.Z.) mevcuttur.

Ayrıca bunun yanında, farklı ürün ya da ürün gruplarına geçişlerde gerçekleşen tip değişim süreleri (dok değişimi, bobin değişimi, hazırlık süreleri vb.) de ölçülmüş Değer Akışı Haritasına yazılmıştır.

Her bir proses arasında ara stokları ifade eden üçgen şeklinde simgeler bulunmaktadır. Hatta gidilmiş o an içinde proseslerdeki tüm ara stoklar sayılmış ve değer akışına kaydedilmiştir.

Haritanın altında yer alan tümsek ve çukurlar içinde bir takım zamansal ifadeler yer almaktadır. Tümseğin altında olan süreler müşteri için değer katan süreleri ifade eder. Çukur içinde gün ve saniye cinsinden bulunan süreler de ara stokların takt zamanına göre ne kadar prosesin ihtiyacını karşılayacağını gösterir. Bu sürelerin toplamı ise başlangıç procesten final prosese kadar geçen “*kâğıt üzerinde hesaplanan akış süresini*” ifade eder. Yastık kesimden itibaren bu değer 578,9 dakika= 9,64 saat, overloktan itibaren ise 127,66 dakika=2.13 saattir. Bu kesimden giren bir ürünün ortalama bekleme süreleri ile birlikte 9,64 saatte; overloktan giren bir ürünün ise ortalama bekleme süreleri ile birlikte 2,13 saatte hattın çıkacağı anlamına gelmektedir.

Kâğıt üzerinde hesaplanan bu teorik değer, akış süresi hakkında sadece bir fikir sahibi olmamızı sağlar. Bu nedenle gerçek akış süresini hesaplamak için bir uygulamaya ihtiyaç olduğudur.

Proseslerin üzerinde kırmızı yayların üzerinde belirtilen süreler hatta ölçülen gerçek akış sürelerini oluşturmaktadır. Bunun için ilk olarak doktan rastgele bir şekilde kumaş üzerine işaretleme yapılmıştır. Kesimden çıkışından overloğa girmesi ve hattın çıkışına kadar ürün takip edilmiştir. Bunun sonucunda kesim-palet arası akış süresi 81 dk olarak ölçülmüştür.

İkinci olarak, overlaktan işaretleme yapılmıştır. Kırmızı yayların üzerindeki değerler demet tamamlanma süreleri ve buna karşılık gelen üretim sürelerini göstermektedir. Ara stok simgesi olan üçgen üzerinde bulunan süreler ise iki proses arasında bekleme süresini ifade eder. Örneğin iplik temizleme operasyonunda demetin tamamlanma süresi 40,53 saniye, birim süresi 3,91 saniye iken, işaretli ürünün bulunduğu demetin sonraki proses olan etiket takmaya geçmesi için 80,98 saniye beklemiştir.

Akış Süresi

Akış süresi daha önceki bölümlerde açıklandığı gibi başlangıç procesten son procese geçen süredir. Bu sürenin içinde değer katan süreler olduğu gibi müşteri için değeri olmayan ara stoklardan kaynaklı bekleme süreleri de dâhildir.

Mevcut durum için değer akışı haritalamada fiili olarak gerçekleşen akış süresi ölçülmüştür. Bu ölçümler de overlök prosesinden itibaren bir ürün işaretlenmiş ve son proses olan katlamaya kadar ürün takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Tek bir gözlem süresi tek başına bir anlam ifade etmediği için farklı zamanlarda Tablo 3.12’te görüldüğü gibi çeşitli gözlemler alınmıştır. Buna göre ortalama akış süresi 28,11 dakika olup, 17’li dakikalar ile 46’lı dakikalar arasında varyasyon gösterdiği görülmüştür.

Müşteri için değer katan toplam sürenin akış süresine oranı da aynı tabloda görülmektedir. Buna göre mevcut durum için toplam değer katan akış süresinin akış süresine oranı %2,08 olarak gerçekleşmektedir. Bu da akış süresinin %98’lik kısmının bekleme sürelerinden oluştuğu ve israf olduğu anlamına gelmektedir.

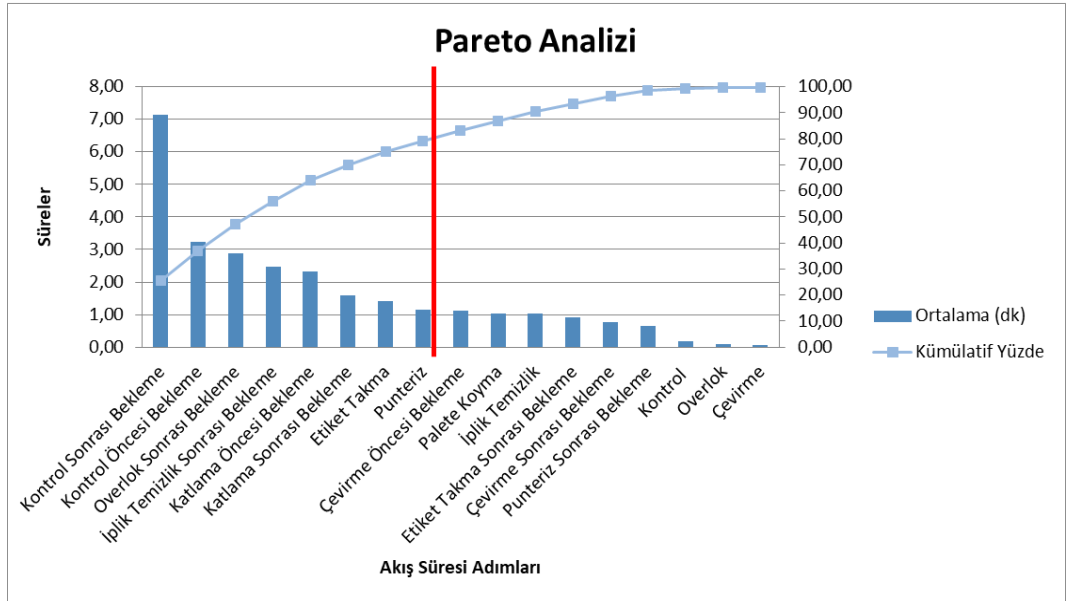
Tablo 3.12: 16'lı demet için akış süresi verileri

İşlem	16'lı Demet											
	Süre-1	Süre-2	Süre-3	Süre-4	Süre-5	Süre-6	Süre-7	Süre-8	Ortalama (sn)	Ortalama (dk)	Yüzde	Kümülatif (dk)
Overlok	4,83	4,77	4,44	4,62	4,41	4,44	5,16	4,93	4,70	0,08	0%	0,08
Overlok Sonrası Bekleme	152,98	102,70	157,35	327,69	234,45	285,21	40,38	79,48	172,53	2,88	10%	2,95
Punteriz	77,68	61,63	53,24	70,45	69,65	80,45	65,92	78,52	69,69	1,16	4%	4,12
Punteriz Sonrası Bekleme	106,62	25,58	76,43	58,64	19,51	27,33	2,82	2,25	39,90	0,66	2%	4,78
İplik Temizlik	62,51	94,57	39,54	38,01	55,87	84,26	52,17	63,80	61,34	1,02	4%	5,80
İplik Temizlik Sonrası Bekleme	121,51	88,66	448,01	72,90	234,74	76,60	22,14	128,01	149,07	2,48	9%	8,29
Etiket Takma	84,80	74,77	71,68	70,11	88,59	101,31	100,11	87,99	84,92	1,42	5%	9,70
Etiket Takma Sonrası Bekleme	77,12	7,99	10,26	137,37	53,91	9,02	97,57	44,37	54,70	0,91	3%	10,61
Çevirme Öncesi Bekleme	263,92	9,44	25,59	137,11	32,10	16,72	23,93	24,03	66,61	1,11	4%	11,72
Çevirme	2,37	2,94	3,42	2,71	2,43	2,83	3,23	3,88	2,98	0,05	0%	11,77
Çevirme Sonrası Bekleme	99,00	48,79	62,73	49,99	14,45	64,91	14,96	18,82	46,71	0,78	3%	12,55
Kontrol Öncesi Bekleme	305,38	104,75	429,09	125,37	216,39	204,42	76,39	96,82	194,83	3,25	12%	15,80
Kontrol	12,42	7,39	14,31	10,33	12,23	9,49	9,54	12,19	10,99	0,18	1%	15,98
Kontrol Sonrası Bekleme	110,32	447,51	300,43	282,40	216,39	1427,07	453,97	185,90	428,00	7,13	25%	23,12
Katlama Öncesi Bekleme	27,68	100,13	212,31	222,65	104,54	220,83	132,52	91,58	139,03	2,32	8%	25,43
Katlama	2,15	2,83	3,66	2,82	3,16	3,21	2,58	2,59	2,88	0,05	0%	25,48
Katlama Sonrası Bekleme	258,82	20,96	45,02	59,58	163,63	115,68	40,82	63,27	95,97	1,60	6%	27,08
Palete Koyma	92,85	46,06	98,59	47,57	69,04	36,86	50,79	50,51	61,53	1,03	4%	28,11
Toplam	1862,97	1251,48	2056,10	1720,32	1595,49	2770,64	1195,00	1038,93	1686,36	28,11	100%	
Toplam (dk)	31,05	20,86	34,27	28,67	26,59	46,18	19,92	17,32	28,11			
Değer Katan Süre (sn)	35,84	32,37	36,11	31,64	35,61	36,60	34,15	37,98	35,04			
Değer Katan Süre Oranı (%)	1,92%	2,59%	1,76%	1,84%	2,23%	1,32%	2,86%	3,66%	2,08%			

3.2.2.6 Pareto Analizi

Tablo 3.12’de sarı ile işaretli çoğunluğu bekleme süresi olan sürelerin yüzdesel olarak ortalama akış süresi içindeki payı dikkat çekicidir. Bu nedenle akış Gelecek Durum haritası çizilebilmek için bir fikir vermek ve yol haritasını çizilebilmek adına Pareto analizi yapılmıştır.

Pareto Analizi, önemli ölçüde genel etki yaratan sınırlı sayıda görevin seçiminde kullanılan karar vermede istatistiksel bir tekniktir. Pareto İlkesi (80/20 kuralı olarak da bilinir), işin%20’sini yaparak tüm işin %80’ini yapabileceğiniz fikrini kullanır. Örneğin kalite iyileştirmesini ele alalım, problemlerin büyük çoğunluğu (%80) birkaç temel nedenden (%20) kaynaklanıyor. Paretonun gözlemine göre, İtalya’nın bütün “gelirinin %80’ine, İtalyan nüfusunun sadece %20’si” sahip bulunmaktadır. Bu prensip, İtalyan ekonomist Vilfredo Pareto’nun adını taşımaktadır. Yönetim bilimci Joseph M. Juran da, yöntem ile anılan bir başka isimdir. (URL1 2020).



Şekil 3.8: Pareto Analizi

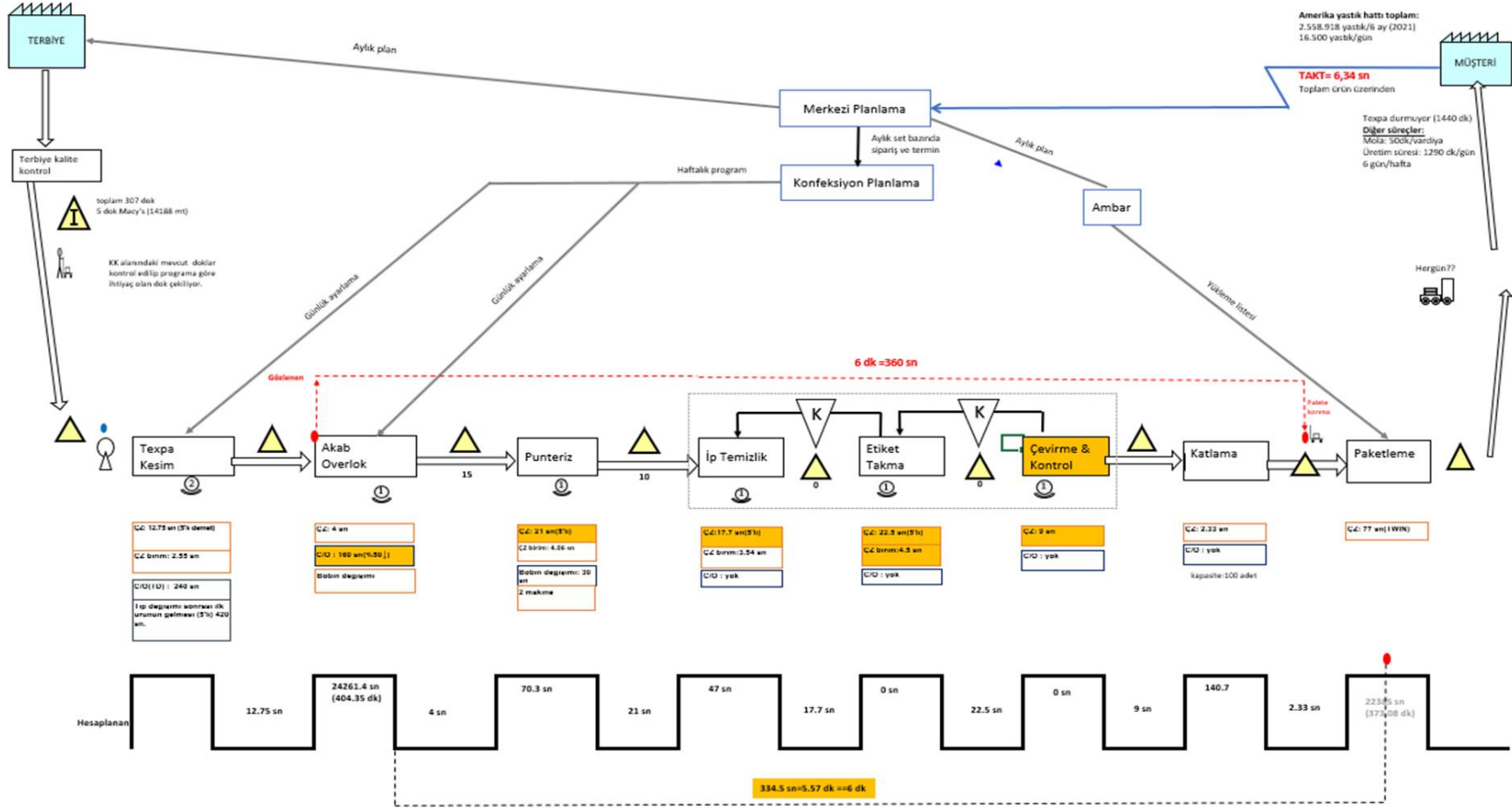
Şekil 3.8'deki pareto analizi sonuçlarına göre toplam akış süresinin %80'ini 8 adım oluşturmaktadır. Bu adımların 6'sınının bekleme süresi olması dikkate değerdir. Buradan, gelecek durum haritası oluşturulurken ve uygulama aşamasında öncelikle bu süreçlere müdahale edilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

3.2.2.7 Gelecek Durum Haritasının Çizilmesi

Uzun analizler ve değerlendirmeler sonucu Şekil 3.9'da Gelecek Durum Haritası çizilmiştir ve şu aksiyonlar alınmıştır;

1. Gelecek durum haritası çizilirken öncelikle tek parça akışın önündeki en büyük engel olan 16'lı demetler halinde gerçekleştirilen çalışma şekline müdahale de bulunarak gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda hattaki demet sayısını 5'e indirilmiştir.
2. Hatta FIFO sisteminin uygulanma karar verilmiştir. İlk giren ürünün hatta daha önce ilerlemesi, ondan sonra gelen ürünün onu geçmemesine dikkat edilecektir.
3. Takt zamanına göre hattı dengelemek için takt zamanından daha hızlı olan proseslere iş yüklemek için bazı prosesleri birleştirmeye karar verilmiştir. Hatta en uygun birleştirilebilecek proseslerin çevirme ve kontrol işlemi olduğuna karar verilmiştir.
4. Teorik olarak çevirme (2,6sn) ve kontrol (11,76 sn) proseslerinin toplamı 14,36 saniyedir. İki oldukları için çevrim zamanı 7,18 saniye olarak gerçekleşmektedir ve takt zamanın üstündedir. Fakat gerek, yapılacak iyileştirme çalışmasıyla, gerek yöntem değişikliği ile bu süre takt zamanının altına çekilmesi hedeflenmiştir.
5. Tek parça akışa geçmenin bir değer adımı da hatta çekme sistemini uygulayarak ara stokları kontrol altında tutmaktır. Bunu uygulamak da kanban sistemi ile gerçekleştirilebilir. Bunun için her bir 5'li demete bir kanban kartı atanmıştır ve iplik temizlik-etiket takma, etiket takma-çevirme-kontrol prosesleri arasına kanban konulmaya karar verilmiştir.

Bu kararı alırken pareto analizindeki bekleme süreleri dikkate alınarak yapılmıştır. Özellikle en çok beklemenin olduğu, kontrol öncesi ve sonrasındaki bekleme sürelerinin oluşmasındaki en büyük etmen çevirme işleminin çok hızlı olması, sıpanın üzerinde yüksek hacimde ürün çevirip yığılması ve daha sonra kontrol operatörlerine dağıtmasından kaynaklanmaktadır. Bunu elimine etmek için iplik temizlik ve etiket arasına 4 kanban kartı (4 tane 5'li demet), etiket ve çevirme prosesleri arasına da 6 kanban kartı (6 tane 5'li demet) konulmasına karar verilmiştir.



Şekil 3.9: Gelecek durum haritası

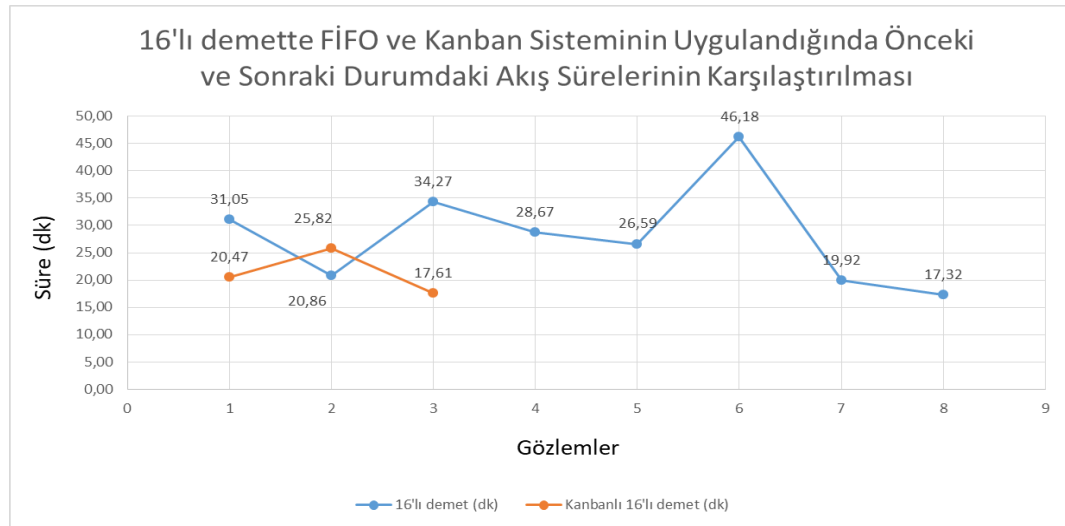
3.2.2.8 16'lı ve 5'li Demetlere FIFO ve Kanban Sisteminin Uygulandığında Akış Sürelerinin Karşılaştırılması

Gelecek Durum haritasından ki adım planlanan değişiklikleri uygulamaya koymaktır. İlk olarak demet sayısı 5'e düşürülmüş, operatörlere FIFO kavramının mantığı açıklanmış ve planlanan kanban kartları ilgili proseslerde uygulanmıştır.

16'lı Demette FIFO ve Kanban Sisteminin Uygulanması

Tablo 3.13: 16'lı Demette FIFO ve kanban sisteminin uygulanmasının karşılaştırılması

Gözlemler	16'lı demet (dk)	Kanbanlı 16'lı demet (dk)
1	31,05	20,47
2	20,86	25,82
3	34,27	17,61
4	28,67	
5	26,59	
6	46,18	
7	19,92	
8	17,32	
Ortalama	28,11	21,30
Fark	24,2%	



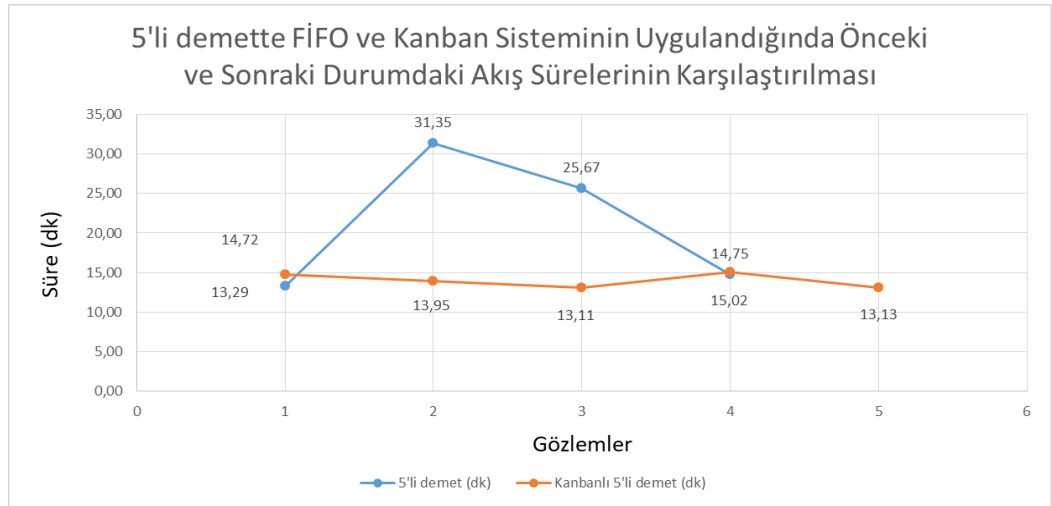
Şekil 3.10: 16'lı Demette FIFO ve kanban sisteminin uygulanmasının karşılaştırılması

16'lı Demette FIFO ve Kanban sistemi denenmiş ve yukarıdaki sonuçlar elde edilmiştir (Tablo 3.13). Bu sonuçlara göre mevcut durumla karşılaştırıldığında daha az varyasyon olduğu görülmüştür ve ortalama akış süresi %24,2 oranında daha düşük olmaktadır (Şekil 3.10).

5'li Demette FIFO ve Kanban Sisteminin Uygulanması

Tablo 3.14: 5'li demette FIFO ve kanban sisteminin uygulanmasının karşılaştırılması

Gözlemler	5'li demet (dk)	Kanbanlı 5'li demet (dk)
1	13,29	14,72
2	31,35	13,95
3	25,67	13,11
4	14,75	15,02
5		13,13
Ortalama	21,26	13,99
Fark	34,2%	



Şekil 3.11: 5'li demette FIFO ve kanban sisteminin uygulanması

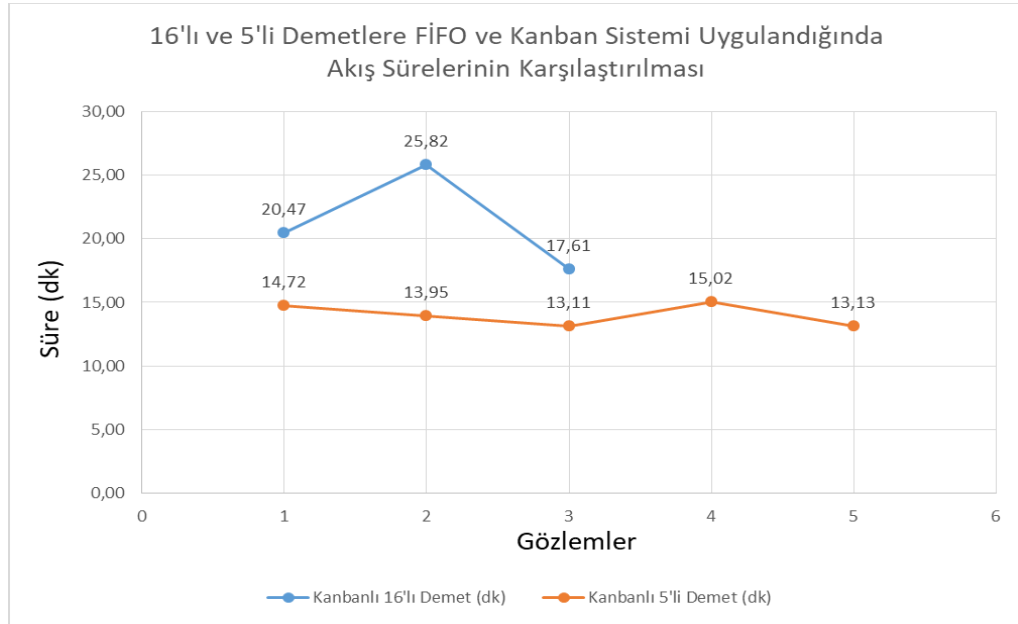
Hiçbir şey yapmadan, sadece 5'li demete düşürüldüğü takdirde bile minimum 13.29 dakika, maksimum 31,35 dakika akış süresi elde edilmiştir (Tablo 3.14) Yine varyasyonun olmasına rağmen 16'lı demete göre ortalama olarak daha avantajlı olduğu görülmektedir.

FIFO ve kanban uygulandığında ise bu değer %34,2 oranında daha da azalmakla birlikte varyasyon da çok daha da azalmaktadır (Şekil 3.11).

16'lı ve 5'li Demetlere FIFO ve Kanban Sistemi Uygulandığında Akış Sürelerinin Karşılaştırılması

Tablo 3.15: 16'lı ve 5'li Demetlere FIFO ve kanban sistemi uygulandığında akış sürelerinin karşılaştırılması.

Gözlemler	Kanbanlı 16'lı Demet (dk)	Kanbanlı 5'li Demet (dk)
1	20,47	14,72
2	25,82	13,95
3	17,61	13,11
4		15,02
5		13,13
Ortalama	21,30	13,99
Fark	34,3%	



Şekil 3.12: 16'lı ve 5'li Demetlere FIFO ve kanban sistemi uygulandığında akış sürelerinin karşılaştırılması

Kendi içlerinde 16'lı ve 5'li demetlere uygulanan FIFO ve kanban sisteminin sonuçları karşılaştırıldığında 5'li demetin daha da avantajlı olduğu görülmektedir (Tablo 3.15). 5'li demetin daha stabil ve ortalama olarak %34,3 daha hızlı olduğu sonucuna varılmaktadır (Şekil 3.12).

3.2.2.9 Çevirme ve Kontrol Proseslerinin Birleştirilmesi



Şekil 3.13: Çevirme ve kontrol İşleminin birleştirilmesi için tasarlanan çevirme aparatı

Mevcut durum için 16'li ve 5'li demetler için Kanban konulduktan sonra Çevirme ve Kontrol operasyonlarının birleştirilmesi hedeflenmiştir ve bu işlem için Şekil 3.13'de görülen aparat tasarlanmıştır. Operatör burada ürünü çevirirken, kontrolünü de gerçekleştirmesi amaçlanmıştır.

Tablo 3.16: Çevirme ve kontrol proseslerinin birleştirilmesinin karşılaştırılması

	Yeni Durum	Yeni Durum
	5'li Demet (dk)(Çevirme + Kontrol)	16'lı Demet (dk) (Çevirme + Kontrol)
Kanbansız	26,55	25,97
	19,91	24,82
Kanbanlı	11,89	13,23
	11,33	11,07

Manuel çevirme aparatı aynı anda çevirme ve kontrol için kullanılması hedeflenmiştir. Fakat bu işlem yapılırken kontrol esnasında operatörlerden ürünün arka yüzüne bakamadıkları geri dönüşleri alınmıştır. Bu nedenle çevirme aparatı 180 derece döner hale getirilerek yeniden tasarlanmıştır.

Ayrıca çevirme ve kontrol edilecek ürünlerin konulduğu yerin alçak olmasından dolayı operatörlerin ürün almak için eğilmekte olduğu görülmüştür. Bu da çalışma ergonomisi açısından uygun değildir. Yeniden tasarımı yapılırken bu durum da dikkate alınarak düzenlenme yapılmıştır.

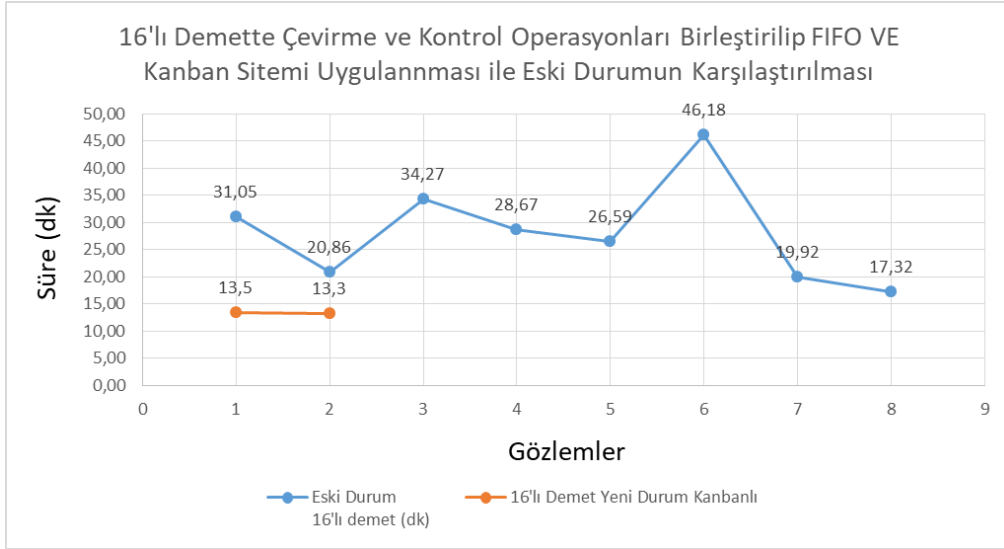
Bunun dışında çevirme ve kontrol operasyonlarını birleştirerek hatta bir operatör kazanımı elde edilmiştir.

Benzer şekilde hatta yeni durumda kanbansız ve kanbanlı olarak 5'li ve 6'lı demetlerde tekrar karşılaştırılma yapılmıştır. Yeni durumda 5'li kanbanlı seçeneğinin daha uygun olduğu görülmektedir (Tablo 3.16).

16'lı Demette Yeni Durum ile Mevcut Durumun Karşılaştırılması

Tablo 3.17: 16'lı Demette yeni durum ile mevcut durumun karşılaştırılması

Gözlemler	Eski Durum 16'lı demet (dk)	16'lı Demet Yeni Durum Kanbanlı
1	31,05	13,5
2	20,86	13,3
3	34,27	
4	28,67	
5	26,59	
6	46,18	
7	19,92	
8	17,32	
Ortalama	28,11	13,38
Fark		52,4%



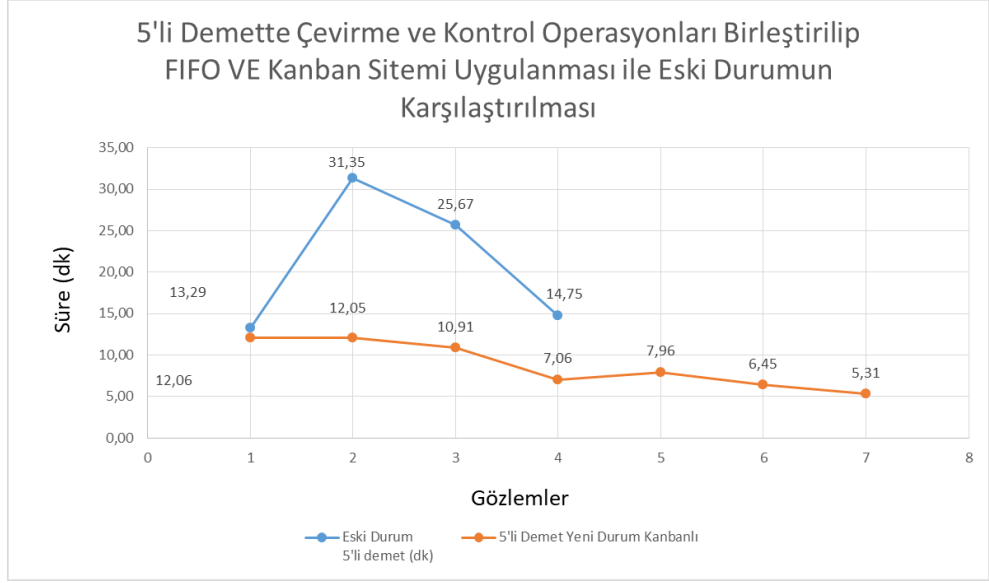
Şekil 3.14: 16'lı Demette yeni durum ile mevcut durumun karşılaştırılması

Bu sefer karşılaştırma mevcut durum ile yeni durum arasında gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.17). Akış süresinde %52,4 oranında azalış görülmüştür (Şekil 3.14).

5'li Demette Yeni Durum ile Mevcut Durumun Karşılaştırılması

Tablo 3.18: 5'li Demette yeni durum ile mevcut durumun karşılaştırılması

Gözlemler	Eski Durum 5'li demet (dk)	5'li Demet Yeni Durum Kanbanlı
1	13,29	12,06
2	31,35	12,05
3	25,67	10,91
4	14,75	7,06
5		7,96
6		6,45
7		5,31
Ortalama	21,26	8,83
Fark		58,5%



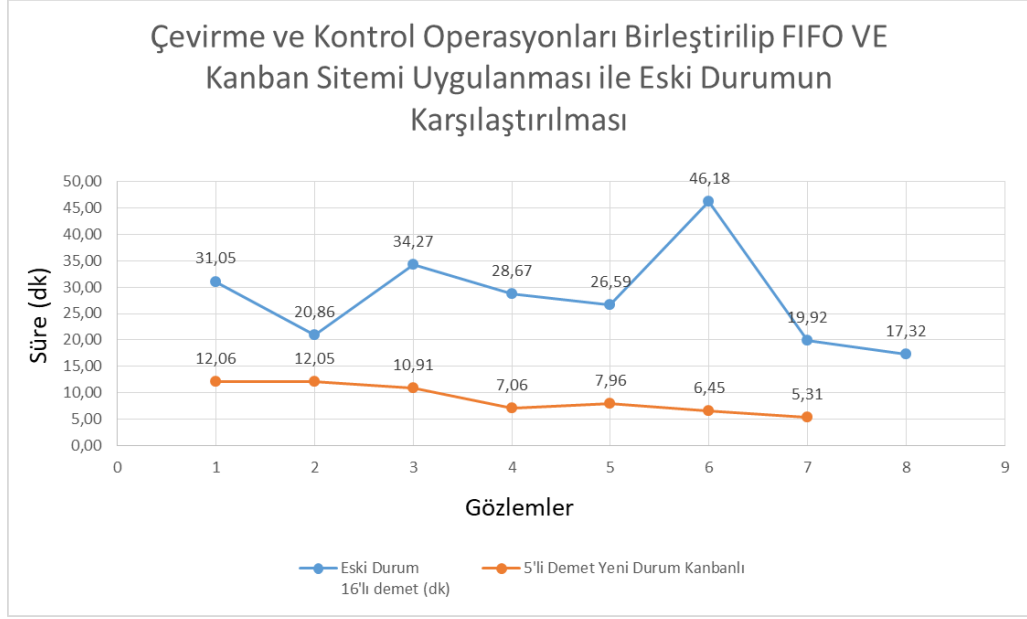
Şekil 3.15: 5'li Demette yeni durum ile mevcut durumun karşılaştırılması

Aynı şekilde karşılaştırılma karşılaştırma 5'li demetlerde mevcut durum ile yeni durum arasında gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.18). Akış süresinde %58,5 oranında azalış görülmüştür (Şekil 3.15).

16'lı Demet İlk Durum 5'li Demet Kanbanlı Yeni Durumun Karşılaştırması

Tablo 3.19: 16'lı demet ilk durum 5'li demet kanbanlı yeni durum karşılaştırılması

Gözlemler	Eski Durum 16'lı demet (dk)	5'li Demet Yeni Durum Kanbanlı
1	31,05	12,06
2	20,86	12,05
3	34,27	10,91
4	28,67	7,06
5	26,59	7,96
6	46,18	6,45
7	19,92	5,31
8	17,32	
Ortalama	28,11	8,83
Fark	68,6%	



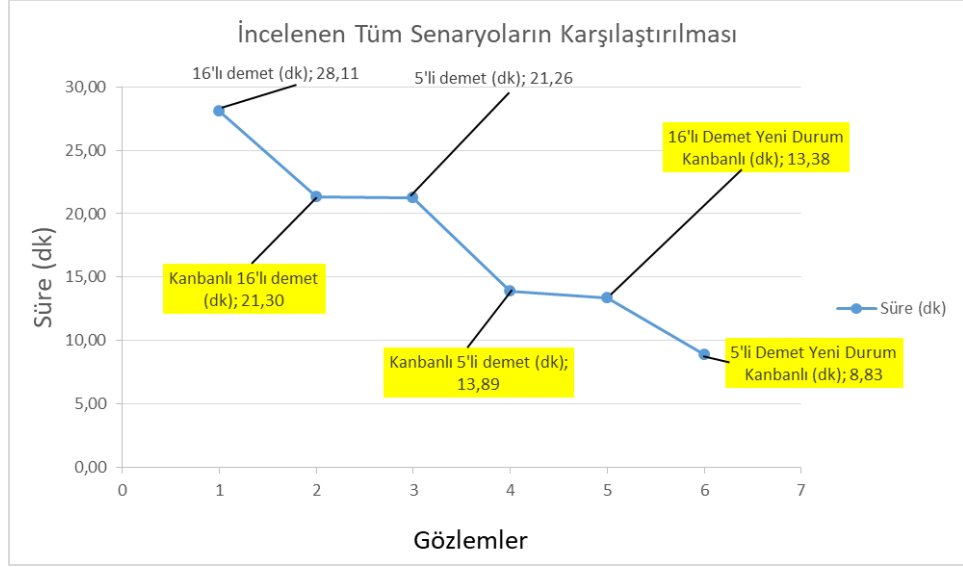
Şekil 3.16: 16'lı Demet ilk durum 5'li demet kanbanlı yeni durumun karşılaştırması

Son olarak, karşılaştırma ilk durum olan 16 demetli ürünlerin akış süreleri ile son durum olan kanbanlı olan yeni durum 5'li demetli ürünler arasında gerçekleştirilmiştir (Tablo 3.19). Çekme sistemi uygulanıp, ara stoklar kanban ile kontrol altında tutuldukça akış süreleri daha sabitleştiği açıkça görülmektedir (Şekil 3.16).

Tüm Senaryoların Karşılaştırılması

Tablo 3.20: Tüm senaryoların karşılaştırılması

Senaryolar	Süre (dk)
16'lı demet (dk)	28,11
Kanbanlı 16'lı demet (dk)	21,30
5'li demet (dk)	21,26
Kanbanlı 5'li demet (dk)	13,89
16'lı Demet Yeni Durum Kanbanlı	13,38
5'li Demet Yeni Durum Kanbanlı	8,83
İlk Durumla Son Durum Arasındaki Fark	68,6%



Şekil 3.17: Tüm senaryoların karşılaştırılması

Şekil 3.17 ve Tablo 3.20’de tüm uygulanan senaryoları karşılaştırılmış bir halde verilmiştir. Görüldüğü gibi akış süresi üzerinde azalan bir trend mevcuttur. Bu da akış süresinde ortalama 68,6’lık bir iyileşme anlamına gelmektedir.

3.2.2.10 Diğer Yapılan Çalışmalar

5S Çalışmaları



Şekil 3.18: 5S Kapsamında yapılan sepetler

Tamir ve 2. kaliteye ayrılan ürünler daha önce kontrol masasının üzerinde standart yeri belli olmamakla birlikte yığın halinde tutulmaktaydı. Ayrılan ürünleri almak için gelen operatör tamir ve 2. kalite ayrımını yapmakta güçlük yaşamakta, bu durum karışıklıklara sebep olmaktadır. Buna ek olarak bu ürünlerin ayrımını yapmak için zaman kaybı da yaşanmaktadır.



Şekil 3.19: 5S Kapsamında yapılan sepetler-2

Duruma çözüm olarak kontrol masasının hemen yanında konumlandırılan iki bölmeye sahip görseldeki sepetler tasarlanmıştır (Şekil 3.18 ve Şekil 3.19.). Kontrol operatörünün, kalite kontrol çalışanının ve tamir ürününü almaktan sorumlu operatörlerin görebileceği şekilde sepet üzerine ve önüne isimlendirmeler yapılmıştır. Böylece daha rahat ve düzenli bir çalışma ortamı elde edilmiştir.



Şekil 3.20: Bobin rafları

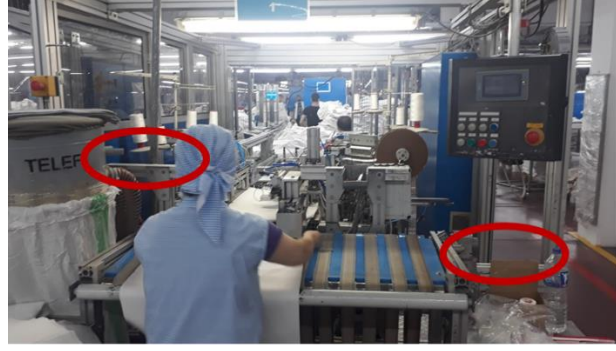
Punteriz ve etiket dikme operatörlerinin ürün geçişlerinde ve tip değişimlerinde bobin, etiket gibi ihtiyacı olduğu malzemeleri yerlerinden kalkarak overlok makinesinin yanında bulunan ihtiyaç dolabından almaktadır. Bunu engellemek için Punteriz ve etiket dikme operatörlerinin kolayca erişebileceği şekilde ortak kullanacakları bobin rafları yapılmıştır (Şekil 3.20).

Overlokta Bobin Değişiminde İyileştirme Çalışması

Tablo 3.21: Bobin değişiminde yapılan iyileştirme sonrası tip değişimi süreleri

Önceki Durum		
Tarih: 11.06.2021		
Proses	Süre (sn)	
Bobinleri açtı sağ tarafa bağladı	116,97	
Overlok Makinesi ayarladı	18,94	
Diğer bobinleri açtı sol tarafa bağladı	99,25	
Overlok Makinesi ayarladı	20,57	
Mal aldı	33,15	
Toplam (dk)	4,81	
Sonraki Durum		
Tarih: 3.08.2021		
Proses	Süre-1 (sn)	Süre-2 (sn)
Bobinleri Çıkardı (sol)	17,1	11,34
Bobinleri bağladı (sağ)	27,89	40,72
Overlok Makinesini ayarladı	25,66	18,72
Makinenin Sol tarafına gitti	10,4	9,93
Bobinleri söktü (sol)	10,26	10,73
Bobinleri bağladı (sağ)	34,25	53,4
Overlok Makinesini ayarladı	21,55	23,02
Eski bobinleri aldı, makineyi açtı mal aldı	26,52	25,33
Toplam (dk)	2,89	3,22
Ortalama	3,057	

Overlok makinesindeki tip değişimleri sırasında yaşanan zaman kayıpları ölçülmüştür (Tablo 3.21). Bu kayıpları azaltmak için operatörün bobinlere kolayca erişebileceği yerler yapılmıştır (Şekil 3.21).



Öncesi



Sonrası

Şekil 3.21: Overlokta bobin değişiminde iyileştirme çalışması

Bu sayede tip değişim süresinde ortalama 1,75 dakika, yüzdesel olarak %36,51'lik bir iyileştirme elde edilmiştir. Vardiyada ortalama 5 kez günde 15 kez tip değişimi olduğu düşünülürse günlük elde edilen kazanç miktarı 26,29 dakikadır. Günlük ortalama 18000 ürün dikme kapasitesi olduğu düşünülürse elde edilen kazanç ortalama 375 ürün/gün'dür. Buna göre yüzdesel olarak overloktaki üretim artışı %2'dir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

Uygulama ev tekstili üretimi yapan bir tekstil firmasında yastık üretim hattına geçekleştirilmiştir. Üretimin sezonluk olması, müşteri, desen varyant gibi değişiklikler dışında hatta proses bazında büyük değişikliklerin olmaması hatta daha iyi gözlem ve inceleme imkanı vermiştir.

Çalışmanın iki aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak hat incelenmiş, ürünün taşınması, operatörün ürünü almak için yerinden ayrılması, paletten ürün taşınması gibi israflar tespit edilmiş ve yerleşim değişikliğine karar verilmiştir. Buna göre;

- ✓ Overlok makinesinin palet girebilecek kadar ileriye ötelenmesi ile çalışanın mal alıp gelme için harcadığı zaman minimize edilmiştir. Palet yanında olduğundan dolayı oradan ürün alıp işlemine devam etmektedir. Bu sayede **%7'lik bir kazanç elde edilmiştir.**
- ✓ Punteriz ile overlok arasında yol olmasından kaynaklı operatörler ürünlerini yetiştirmek için yoğun bir tempo ile çalışmaktaydılar. Yerleşim planı değişikliği ile taşıma ve gereksiz işlemlerin ortadan kalkmasından sonra punteriz çevrim süresi, overlok çevrim süresine göre dengelenmiştir. Punteriz işlem süresinde **%41'lik bir iyileşme sağlanmış olup, işçilere daha rahat bir çalışma ortamı sunulmuştur.**
- ✓ Katlama operatörünün katlanmış ürünleri palete yerleştirmek için yerinden ayrılmamasını sağlamak için, hat içinde malzeme, ürün desteği sunan işletme dilinde meydancı olarak tabir edilen tedarikçi elemanlar görevlendirilmiştir **bu sayede katlama operasyonunda %28,06'lık bir kazanım sağlanmıştır.**

Kaizen - Sürekli iyileştirme felsefesi kapsamında yerleşim değişikliği ile yetinilmemiş, daha iyisi hedeflendiği için mevcut durum için değer akışı haritası oluşturulmuştur. takt zamanına göre hat dengelenmiş çevirme ve kontrol prosesleri birleştirilmiş ve gelecek durum haritası oluşturulmuştur. Overloktan ve kesimden

itibaren ürünler işaretlenerek akış süreleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre aksiyon planları alınmış ve Tablo 3.22'deki sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 3.22: Değer akış haritalama yöntemi ile elde edilen sonuçlar

Parametre	Önce	Sonra	İyileşme
Operatör sayısı	8 adet	7 adet	% 12,5
Elektrik tasarrufu (1 çevirme makinesi)	2,7 kWh	0	2,7 kWh
Demet (parti) sayısı	16 adet	5 adet	% 68,75
Değer katan zaman	% 1,615	% 5,756	% 356,4
Hat içi proses sayısı	7 adet	6 adet	% 14,28
Ortalama alan	84,87 m ²	59,62 m ²	% 29,75
Akab overlok bobin değişimi	4,81 dk	3,06 dk	% 36,38
Kanban sayısı	0 adet	10 adet	-
Hat içi ara stok	1420 adet	76 adet	% 94,65
Standart sapma	9,35 dk	2,76 dk	% 70,48
Akış performansı değerlendirmesi			
Ortalama akış zamanı	28,11 dk	8,49 dk	% 69,8
Minimum akış zamanı	17,32 dk	5,31 dk	% 69,34
Maksimum akış zamanı	46,18 dk	12,06 dk	% 73,88

- Elektrik tasarrufu kapsamında 2 çevirme makinesinden 2355,81 \$/yıl tasarruf sağlanmıştır.
- 1 hat için 1 operatör kazancı sağlanmıştır. Bununla birlikte yıllık 19193,8 \$'lık kazanç elde edilmiştir.
- Totalde 21549,6 \$/yıl kazanç sağlanmıştır.

5. TARTIŞMA SONUÇLARI

Müşteri memnuniyeti tüm organizasyonların ana odak noktasıdır. Artan farkındalıkla birlikte müşteriler, daha çok çeşidi daha az maliyetle, yüksek kalitede ve hızlı teslimatla talep etmektedirler. Bu zorluğa ek olarak, küreselleşme nedeniyle sürekli artan rekabet mevcuttur. Sonuç olarak, kuruluşlar daha az harcama ve daha fazla üretmenin yollarını aramaktadır. Yalın üretim kullanımı, bu zorlukla başa çıkmanın kanıtlanmış bir yoludur. (Shah & Hussain, September 23-25 2016). Aynı durum insan faktörünün yüksek olduğu tekstil sektöründe de geçerlidir. Bu nedenle üretim hatlarındaki israfların tespit edilmesi ve elimine edilmesi elzemdir.

Bu çalışma, Değer Akış Haritalama yönteminin tekstil endüstrisinde yalın üretim yöntemler ile iyileştirme aracı olarak kullanımını göstermektedir. Şirketlerdeki israfları belirlemek ve ortadan kaldırmak için değer akış haritalama yaklaşımı önerilmektedir. Amaç, genel verimliliği artırmak, teslim süresini ve çevrim süresini azaltmak, hemen dikkat edilmesi gereken alanları belirlemek ve tekstil endüstrisinde, özellikle insan faktörünün önemli bir etmen olduğunu konfeksiyon işletmelerinde birçok yalın üretim tekniğinin uygulanabileceğini göstermektir.

6. KAYNAKÇA

Abdulmalek, F. and Rajgopal, J., "Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping via Simulation: A Process Sector Case Study". *Science Direct*, 223-236, (2007).

Akçagün, E., "Hazır Giyim İşletmelerinde Yalın Üretim Tekniklerinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2006).

Akın, N. G., "Değer Akış Haritalama Yöntemi İle Yalın Uygulamalar: Tekstil Sektörü Örneği", *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 477-492, (2020).

Arslan, S., "Yalın Üretim ve Man Türkiye A.Ş.'de Örnek Bir Yalın Üretim Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2008).

Aydın, H., "Yalın Üretim Sistemi, Değer Akış Haritalama Yöntemi ve Yalın Üretim Sistemin Çalışanlara Etkileri", Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, (2009).

Ayna, H., "Yalın Üretim Sisteminin Süreç İyileştirmesine Etkisi: Bir Tekstil Firmasında Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kahramanmaraş, (2021).

Bilget, S., "Konfeksiyonda Simülasyon Tekniğiyle Yalın Üretim Sistemlerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ, (2015).

Bilici, S., "Değer Akış Haritalama Yöntemi Kullanılarak Tekstil Sektöründe Yalın Üretim Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, *Yalova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yalova, (2019).

Byrne, A., "*Yalın Dönüşüm Mal Sahibinin El Kitabı*," İstanbul: Optimist Yayım Dağıtım, (2015).

Çelik, H., Yalın Düşünce Uygulamalarında 3M (Muri, Mura, Muda) Sıralaması Nasıl Olmalıdır?[online], (03.01.2022), <https://lean.org.tr/>: <https://lean.org.tr/yalin-dusunce-uygulamalarinda-3m-muri-mura-muda-siralaması-nasil-olmalıdır/>, (2020).

Eser, S., "Denim Pantolon Üretiminde Yalın Üretim Uygulamalar ve Bir Örnek Olay İncelemesi", Yüksek Lisans Tezi, *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Düzce, (2018)

Fırat, İ., "Yalın Üretim Sistemini Uygulayan İşletmelerin Performansının Ölçülmesi ve Kahramanmaraş İlinde Bir Uygulama", Yüksek Lisans Tezi, *Karamanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Kahramanmaraş, (2014).

Güzel, S., "Hazır Giyim İşletmesinde Yalın Üretime Geçiş: Değer Akışı Haritalandırma, Hat Tasarımı ve Dengeleme", Doktora Tezi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2011).

İnce, U., "Tekstil Sektöründe Değer Akışı Haritalama Uygulaması ve Yalın Üretim Anlayışı", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2018).

İpek, F., "Siparişe Göre Üretimde Malzeme Hazırlama ve Üretim Hattının Beslenmesinin İyileştirilmesi: Yalın Üretim Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2015).

Keyte, B. and Locher, D., "The Complete Lean Enterprise : Value Stream Mapping for Administrative and Office Processes", *Productivity Press*, New York, (2004).

Maskell, B. and Baggaley, B., "Value Stream Management For Lean Companies". *Part I. Journal of Cost Management*, 23-27, (2003).

Rother, M. and Harris, R., "*Sürekli Akış Yaratmak*" Brookline, Massachusetts, USA: The Lean Enterprise Institute, (2001).

Seth, D. and Gupta, V., "Application of Value Stream Mapping for Lean Operations and Cycle Time Reduction: An Indian Case Study." *An Indian Case Study. Production Planning & Control*, 44-55, (2007).

Sevimli, Z., "Yalın Üretim Tekniklerinin Bir Tekstil Dokuma İşletmesinde Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, (2019).

Shah , R. and T. Ward, P., "Lean Manufacturing: Context, Practice Bundles, and Performance", *Journal of Operations Management*, 129-149, (2003).

Shah, Z. and Hussain, H., "An Investigation of Lean Manufacturing Implementation in Textile Industries of Pakistan", *Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Detroit, Michigan, USA, 668-677, (2016).

Shook, J. and Rother, M., "*Görmeyi Öğrenmek*", İstanbul: Optimist Yayınları, Yalın Enstitü, (2010).

Shook, J., Marchwinski, C., and Schroeder, A., "*Yalın Kavramlar Sözlüğü*", İstanbul: Optimist Yayınları, (2015).

URL1, Pareto Analizi Nedir?[online], (10.01.2022), <https://www.donusumdanismanlik.com/pareto-analizi-nedir/>, (2020).

URL2, (12.11.2021), Türk Dil Kurumu[online], <https://sozluk.gov.tr/>.

Womack, J. and Jones, D., "*Yalın Düşünce*", İstanbul: Optimist Yayım, (2010).

Womack, J., Jones, D. and Roos, D., "*The Machine That Changed The World*", Massachusetts: International Motor Vehicle Program, (1990).

Yalçintekin, T., "Yalın Üretim Felsefesinin ve Tekniklerinin Bir Tekstil İşletmesinde Uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Konya, (2015).

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

Yüksel, B., "Bir Tekstil İşletmesinde Ön İşlem Terbiye Fabrikasında Haşıl Sökme Biriminde Yalın Üretim Vaka İncelemesi", *Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, (2020).

Zeybek, F., "Konfeksiyonda Yalın Üretim Sisteminin Etkinliği Üzerine Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, (2013).