

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİMÜLASYON DESTEKLİ YALIN ÜRETİM
SİSTEMİNİN MOBİLYA SEKTÖRÜNDE UYGULAMASI

Hazırlayan
Akın DAŞCI

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Dr. Adem GÖLEÇ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Haziran 2010
KAYSERİ

Yard.Doç.Dr. Adem GÖLEÇ danışmanlığında Akın DAŞÇI tarafından hazırlanan “Simülasyon Destekli Yalın Üretim Sisteminin Mobilya Sektöründe Uygulaması” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

28.06.2010

JÜRİ:

Başkan : Yard.Doç.Dr. Ercan ŞENYİĞİT

Üye : Yard.Doç.Dr. Adem GÖLEÇ

Üye : Yard.Doç.Dr. Emel Kızılkaya AYDOĞAN

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 29/06/2010 tarih ve 2010/21-04 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

29/06/2010



N. Aygildiz
Prof. Dr. Nusret AYILDIZ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Son yıllarda tüm dünyada ve özellikle küresel arenada daha rekabetçi olma adına insan, makine ve hammadde kaynaklarını daha verimli kullanması gereken ülkemiz firmalarınca önemini daha fazla hissettiren Yalın Üretim Sistemlerin’de çalışma yapmamı şiddetle tavsiye eden tez danışmanım Yard. Doç. Dr. Adem GÖLEÇ’e ve bu imkanı bana sağlayan ülkemizin mobilya devi Merkez Çelik A.Ş. yöneticilerine teşekkürlerimi bildirir, saygılarımı arz ederim.

Akın DAŞCI

ÖZET

Yalın sistemlerin farklı sektörler ve farklı iş alanlarında kullanımı hakkında yapılan çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Bunun nedenini tahmin etmek çok zor değildir. Günümüzde tüm şirketlerin, özellikle ulusal şirketlerin sıkıntı çektiği konuların en başında rekabet gelmektedir. Dünya küreselleştikçe rekabet şartları daha da zorlaşmakta; firmaların ürünlerini gerek ulusal pazarlarda gerekse uluslararası pazarlarda pazarlamaları zorlaşmakta, bazan imkansız hale gelmektedir. Bundan dolayı şirketler artık değişen pazar koşullarına uyum sağlamalı; pazarın gerektirdiklerini yerine getirmelidir. Bu değişen şartlara uyum sağlayamayan şirketler, ne yazık ki pazardan kopmaktadır.

Pazarın gerektirdiklerinin en başında hepimizin bildiği gibi en kaliteli ürünü en ucuza üretmek gelmektedir. Nedeni ise artık üretmek kolay, pazarlamak zordur. Ürününüzün pazarda tutulabilmesi için rakip firma ürünlerine göre daha uygun fiyata sahip olmalıdır. Bu noktada kaynaklarınızı en verimli bir şekilde kullanarak en az maliyetli üretim sistemlerini şirketlerde uygulamak söz konusudur. Yalın Üretim Sistemleri'nin önemi bu aşamada ortaya çıkmaktadır. Yalın Üretim Sistemleri firma süreçlerinde tekrardan değer kavramını tanımlayarak, ürüne ve dolaylı olarak müşteriye değer katmayan süreçlerin ortadan kaldırarak; bu süreçlerde kullanılan kaynaklardan tasarruf sağlamakta, sistem verimliliklerinde büyük artışlar sağlamıştır.

Bu çalışmada, Türkiye mobilya sektöründe pazar lideri olan Merkez Çelik A.Ş. süreçleri ele alınmış, bu süreçlerde yalın üretim sistemi araçları kullanılmıştır. Ayrıca simülasyon programı ile de elde edilen kazançların gerçerliliği yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yalın imalat, simülasyon, tek parça akışı, değer akışı

ABSTRACT

The studies about use of lean systems in different sectors and different business areas has accelerated in recent years. The reason for this is not very difficult to predict. Today, the topic which all companies, especially national companies suffered from is competition. The more the world is global, the more difficult competition is; that companies market their products in international markets as well as national markets is being more difficult, sometimes impossible is becoming. So companies must adapt to changing market conditions now, they must fulfill need of the market. The companies which not adapting the changing conditions, unfortunately, are lost from the market.

As it know, the first need for the market is the best quality product which has the cheapest price to produce. Why is that for now, production is easy, but marketing is difficult. To keep your product in the market than competitors products, your product must have a reasonable price. At this point, using your resources most effectively to apply the least-cost production system in the company is very important. The importance of Lean Production Systems is emerging at this stage. Lean Manufacturing Systems saves used resources by re-defining the concept of value in company processes and by eliminating the processes which do not add value products, and indirectly to the client; and as a result, it provides large increases in system productivity.

In this study, the processes of Merkez Çelik Inc. which is the market leader in the furniture sector in Turkey has been evaluated, In these processes, it has been benefited from the lean production system tools. In this study, by using the simulation program, gains are validated.

Key words: Lean manufacturing, simulation, single piece flow, value stream

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	ii
ÖZET.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Yalın üretim.....	1
1.2 Yalın üretim için gereksinimler.....	2
1.3 Amaç, problem tanımı ve kapsam.....	3
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	5
2.1 Yalın üretim.....	5
2.2 Değer akış haritalandırma.....	10
2.3 Simülasyon ve değer akış haritalandırma.....	13
3. YALIN KAVRAMI.....	17
3.1 Yalın düşünce ve yalın üretim.....	17
3.1.1 Yalın düşünce öğeleri.....	18
3.1.1.1 Değer.....	18
3.1.1.2 Değer akış haritalandırma.....	19
3.1.1.3 Sürekli akış.....	22
3.1.1.4 Çekme.....	23
3.1.1.5 Mükemmellik.....	24
3.2 Yalın üretimin araçları.....	25
3.2.1 U hatları, iş rotasyonu.....	25
3.2.2 Tek parça akışı.....	26
3.2.3 SMED.....	26
3.2.4 Kanban sistemi.....	28
3.2.5 Heijunka.....	30
3.2.6 İş standardizasyonu.....	30

3.2.7	Sıfır hata.....	31
3.2.8	Toplam üretken bakım.....	32
3.2.9	Hücresel imalat.....	33
3.2.10	Sürekli iyileştirme.....	34
3.2.11	Problem çözme teknikleri.....	35
3.2.12	Tam zamanında üretim sistemi	36
3.2.13	Jidoka.....	38
3.2.14	Poka-yoke.....	38
3.2.15	5S.....	40
3.3	Üretim sistemleri ve yalın uygulamaları.....	41
3.3.1	Kesikli üretim ve sürekli üretim.....	41
3.3.2	Yalın'ın kesikli süreç endüstrisinde uygulanması.....	44
3.3.3	Yalın'ın sürekli süreç endüstrisinde uygulanması.....	45
4.	KOLTUK TAKIMLARI ÜRETİM SÜREÇLERİNDE YALIN ÜRETİM	48
	UYGULAMASI.....	
4.1	Temel süreç bilgileri.....	48
4.2	Metot seçimi.....	49
4.3	Değer kavramının tanımlanması ve katma değer analizleri.....	50
4.4	Değer akışı.....	53
4.4.1	Tempo süresi hesaplama ve mevcut durum değer akış haritası.....	53
4.4.2	Gelecek durum değer akış haritası.....	57
4.4.3	Hat dengeleme.....	59
4.5	Simülasyon modeli.....	60
4.5.1	Mevcut durum değer akışının simülasyonu.....	61
4.5.2	Gelecek durum değer akışının simülasyonu.....	65
4.5.3	Poka-yoke ve sıfır hata.....	69
4.5.3.1	Mevcut kalite sistemi.....	69
4.5.3.2	Yeni kalite sistemi.....	72
4.6	Tam zamanında üretim.....	76
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	84
	KAYNAKÇA.....	87

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1 Atölye tipi ve kitle üretim kıyaslaması.....	43
Tablo 4.1 Katma değer analizi sonuç tablosu.....	53
Tablo 4.2 İyileştirme tablosu.....	59
Tablo 4.3 Simülasyon modeli parametreleri.....	62
Tablo 4.4 Mevcut durum simülasyon senaryo sonuçları.....	63
Tablo 4.5 Gelecek durum simülasyon senaryo sonuçları.....	66
Tablo 4.6 Mevcut kalite sistemi verileri.....	71
Tablo 4.7 Mevcut kalite sistemi analiz sonuçları.....	71
Tablo 4.8 Yeni kalite sistemi verileri.....	74
Tablo 4.9 Yeni kalite sistemi analiz sonuçları.....	74
Tablo 4.10 Teslimat oranları.....	78
Tablo 4.11 Sevkıyat oranlarına göre eleman verimlilik tablosu.....	79

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Yalın üretim gereksinimleri.....	3
Şekil 2.1 Çekme sistemi.....	8
Şekil 2.2 Çekme üretim ve itme üretim sistemi arasındaki kıyaslama.....	9
Şekil 2.3 Örnek bir değer akış haritası.....	11
Şekil 2.4 Örnek Simul8 çalışma ekranı.....	15
Şekil 3.1 Yalın üretim simgeleri.....	20
Şekil 3.2 Çekme kanbanı.....	28
Şekil 3.3 Üretim kanbanı.....	29
Şekil 3.4 Kalitesizlik maliyeti grafiği.....	31
Şekil 3.5 Problem çözme döngüsü.....	34
Şekil 3.6 Üretim tesislerinin sınıflandırılması.....	42
Şekil 3.7 Üretim sistemlerinin sınıflandırılması.....	42
Şekil 4.1 Mobilya üretim genel süreç şeması.....	47
Şekil 4.2 Detaylı döşeme süreç şeması.....	48
Şekil 4.3 Spagetti diagramı.....	49
Şekil 4.4 Katma değer analiz formu.....	51
Şekil 4.5 Katma değer analiz sonuçları.....	52
Şekil 4.6 Mevcut durum değer akış haritası.....	55
Şekil 4.7 Gelecek durum değer akış haritası.....	58
Şekil 4.8 Hat dengeleme grafiği.....	60
Şekil 4.9 Mevcut durum simülasyon modeli.....	61
Şekil 4.10 Çalışma sonrası mevcut durum simülasyon modeli.....	62
Şekil 4.11 Stok seviyelerinin sistem içerisinde geçen süre ve çıktı sayısı üzerindeki etkisi.	64
Şekil 4.12 Gelecek durum simülasyon modeli.....	65
Şekil 4.13 Çalışma sonrası gelecek durum simülasyon modeli.....	66
Şekil 4.14 Stok seviyelerinin sistem içerisinde geçen süre ve çıktı sayısı üzerindeki etkisi	67
Şekil 4.15 Bir ürünün sistem içerisinde geçen süresinin iki sistem arasındaki farkı.....	68
Şekil 4.16 Mevcut kalite sistemi süreci.....	70
Şekil 4.17 Yeni kalite sistemi süreci.....	73
Şekil 4.18 Hata oranları kontrol grafiği.....	75
Şekil 4.19 Teslimat saatleri arasındaki iyileşme grafiği.....	76
Şekil 4.20 Teslimat oranları arasındaki iyileşme grafiği.....	77

KISALTMALAR

TPS	Toyota Üretim Sistemi
VSM	Değer Akış Haritası
WIP	Süreçler Arası Stok
TÜS	Tam Zamanında Üretim Sistemi
PUKÖ	Planla-Uygula-Kontrol et-Önlem al
SMED	Bir Dakikada Kalıp Değiştirme
TPM	Toplam Üretken Bakım
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
A.Ş.	Anonim Şirketi
KD'li	Katma Değerli
KD'siz	Katma Değersiz
TL.	Türk Lirası

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Eski pazar koşullarına göre son zamanlarda rekabet daha da sertleşmekte, firmaların uzun süreli hayatta kalmaları giderek zorlaşmaktadır. Bu nedenle, firmaların önünde önemli iki seçenek vardır. Birincisi, pazar payını sürekli artırmak, ikincisi ise üretim, lojistik ve benzeri maliyetleri sürekli aşağılara çekmektir. Pazar payını sürekli artırmak firmaları kolayca yapabildiği bir konu değildir. Çünkü, bu konunun arkasında çalışması gereken yüksek maliyetli reklam ve pazarlama çalışmaları vardır. Ayrıca, bu çalışmaların tamamının yapılması sonucunda ortaya çıkacak fayda / maliyet analizi de yaptığınız çalışmaların ne kadar yerinde olduğunu sorgulamak adına düşündürücüdür. Ek olarak, değişen müşteri taleplerini sürekli takip etmek ve karşılamak, günümüz iş dünyasında zorunludur fakat yüksek maliyetleri beraberinde getirmektedir. Farklı olarak firmanın kendi maliyetlerini düşürüp, daha uygun fiyatlara ürün üretilip, pazarlamak birinci seçeneğe göre daha kolay, ayrıca pazara daha ucuz ürünler vererek pazar payınızı artırmak daha mümkündür. Bu durum, firmaların tüm süreçlerini yeniden gözden geçirerek, ürüne değer katmayan faaliyetleri ve bu faaliyetlerin ürüne yansıyan maliyetlerini ortadan kaldırma yolu ile gerçekleşir.

Yalın düşünce tüm bu anlatılanların ışığı altında ortaya çıkan, sistemleri yalınlaştırma yolu ile maliyetleri düşüren ve verimlilik artışları sağlayan bir sistem olarak kabul görmüştür. Sistem tanımlamasından sonra tam zamanında üretim, 5S, iş standardizasyonu, tek parça akışı, sürekli iyileştirme gibi araçlarla desteklenmiş; günümüz iş dünyasında büyük bir kullanım alanı yakalamıştır. Bu araçları kullanan firmaların rekabet ortamında daha öne geçtiği görülünce, tüm dünyada, özellikle ülkemizde bu konulara verilen önem öncekine göre daha da artmıştır.

1.1 Yalın üretim

Öncelerde “Japon Yapımı” etiketi, ucuz fiyat ve düşük kalite anlamına gelmekteydi. Fakat, daha sonraları bu etiket uygun fiyat, yüksek kalite ve yıllar boyunca sağlanan yüksek güvenilirlik anlamına gelmiştir. Çünkü Japonlar yalın üretim sistemleri ile çalışma ortamlarındaki gereksiz faaliyetleri ortadan kaldırarak yüksek kaliteli ürünleri

uygun maliyetlerle üretmeyi başarmışlardır. Yalın Üretim terimi birçok literatür çalışmasında sıkça incelenmiştir. Yalın temel anlamıyla organizasyondaki katma değersiz işlem ve faaliyetleri belirlemek ve ortadan kaldırmaktır. Yalın sistemler tek bir fabrika ortamında tesis edilebileceği gibi gerçek avantajı elde edebilmek için tüm tedarik zinciri yönetiminde tesis edilmesi gerekir.

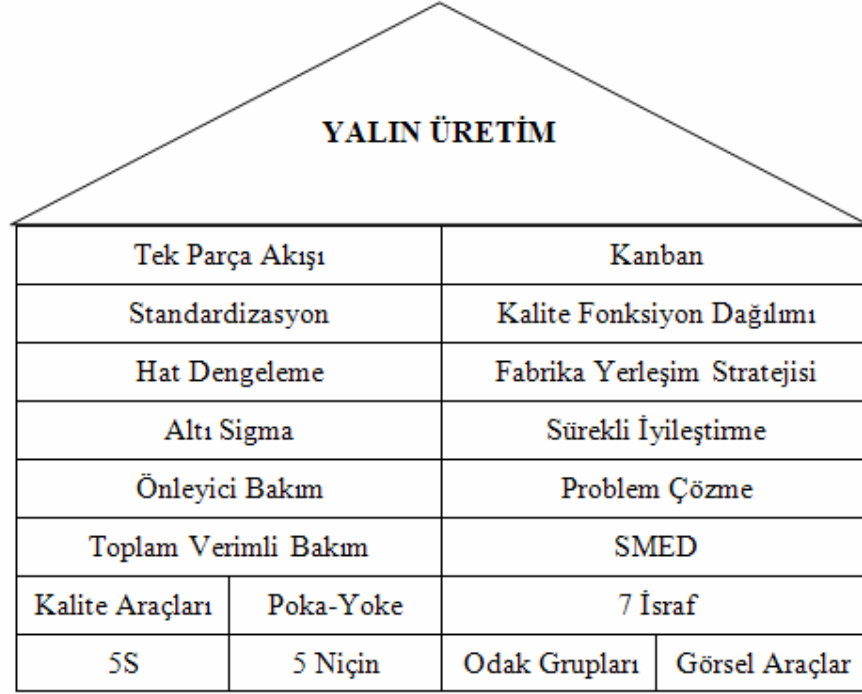
Yalın üretim ve Toyota üretim sistemi benzer önemli prensibi vurgulamaktadır. Bunlar israfları ve katma değersiz faaliyetleri azaltmak veya ortadan kaldırmaktır. Bu prensip, yukarıda da bahsedildiği gibi sadece üretimde geçerli olmayıp; aynı zamanda tüm değer akışında ve tedarik zincirinde de geçerliliğini korumaktadır. Bu çalışmada, ağırlıklı olarak üretim süreçleri değerlendirilmiş, yalın araçları üretim süreçlerinde kullanılmıştır.

Womack 1991 yılında yalın üretimi kitle üretimine göre her şeyin en az yarısını tüketen bir sistem olarak tanımlamıştır. Yani, kitle üretimle kıyaslandığında yalın fabrikada yarım insan gücü, yarım üretim alanı, yarım ekipman yatırımı ve yeni ürün geliştirmede yarım mühendislik süresi gerekmektedir. Aynı zamanda ihtiyaç duyulan stoğun yarısı, daha az hatalı üretim ve daha fazla çeşitlilikte üretim de yalın üretim sisteminin sağladığı faydalardandır. Bu tanım genel olarak 1990 yıllarında yapılmasına karşın, günümüzde de geçerliliğini hala korumaktadır[31].

1.2 Yalın üretim sistemi için gereksinimler

Yalın sadece birbirini karşılıklı destekleyen bir teknikler kümesi olmayıp; aynı zamanda tüm organizasyon kültüründe ve tüm süreçlerindeki değişimin adıdır. Özellikle yalın iyileştirmelerinde olmazsa olmaz şart üst yönetimin desteğidir. Diğer süreç iyileştirme sistemlerinde olduğu gibi yalın üretim çalışmalarında da ilk şart üst yönetimin desteğidir. Çünkü, üst yönetimin desteği olmadan yapılan projeler ya gerçekleşmemekte ya da tam olarak plandığı gibi istenilen fayda sağlanamamaktadır. Kısacası, bu destek olmadan, herhangi bir organizasyonda değişim imkansız hale gelmektedir. Yalın üretim birçok yönüyle ev yapmaya benzemektedir. Çünkü, ev

kurmayı bir sistem olarak düşünürsek, birçok malzeme ve bileşen istemektedir. İstenilen bu metaryeller Şekil 1.1’de gösterilmektedir.



Şekil 1.1 Yalın üretim gereksinimleri [47]

1.3 Amaç, problem tanımı ve kapsam

Yapılan çalışmanın amacı, yalın üretim araçları hakkında genel olarak temel bilgiler vermek ve bu bilgiler ışığında mobilya üretim sistemine nasıl uygulandığını göstermektir. Uygulama yapılan Merkez Çelik A.Ş., yüksek satışları olan ve çok farklı bölgelerde yerleşim bulan çok sayıda tedarikçiye sahiptir. Bu özellikler, genel olarak yeni küresel eğilimleri yansıtmaktadır. Firmanın karşılaştığı problemler diğer geleneksel şirketlerin de karşılaştığı problemlerdir. Bunlar, pazara giren yeni firmalar, her geçen gün azalan kâr marjı, üretimde gerçekleşen verimsizlikler, üretim ve ürün hataları, yüksek üretim süreleri ve sürekli değişen müşteri talepleridir. Bu problemlerin çözümü üretim sisteminde bazı değişimlerin gerçekleşmesi ile mümkündür. Bundan dolayı, yalın

Üretim teknik ve araçlarının uygulanması bizim için temel bir amaç olmuştur. Bu çalışmada, temel amacımız parti tipi kesikli akışa sahip ve geleneksel döşeme tezgâhlarında üretim yapılan koltuk takımlarının üretimini yalın üretim araçlarından olan tek parça akışı veya kesikli tekrarlı akışa dönüştürmektir. Bu şekilde, taşıma gibi yalın üretim israf olarak kabul ettiği faaliyetlerini azaltarak üretim verimliliğini artırmak, aynı zamanda kesikli tekrarlı akışla süreç içi envanterleri en aza indirerek stok maliyetleri düşürmek çalışmada hedeflediğimiz amalarımızdır. Bu çalışmada diğer bir amacımız simülasyon programını kullanarak hedeflediğimiz sonuçları bilgisayar ortamında da gerçekleştirmektedir. İkincil amaçlarımızı sıralamak gerekirse;

- şirketin mevcut üretim sistemini (parti tipi akış) incelemek,
- şirketin üretim sistemlerinde tek parça akışını gerçekleştirmek,
- şirketin mevcut kalite kontrol sistemine alternatif bir kalite kontrol sistemi geliştirmek,
- Yeni retim sistemi ile gerçekleşen kazançları değerlendirmek,
- Yapılan alışmaları Simul8 simülasyon programı ile geçerli kılmak.
- Sonuçları simülasyon programı sonuçlarına ve fiili sonuçlara göre analizini yapmak.

Bu amaçlar doğrultusunda, koltuk takım üretim süreci kapsam olarak belirlenmiştir. Süreçler için en uygun ve sonucunu daha etkin görebileceğimiz teknik, araç ve prensiplerden faydalanıldı. Bunlar genel olarak tek parça akışı, tam zamanında üretim, poka-yoke, iş standardizasyon ve hat dengelemedir.

Bu çalışmada, genel olarak yalın üretim araçları ve prensipleri hakkında temel bilgiler verilerek, bir yalın imalat uygulaması yapılmıştır. Bölüm 2’de genel olarak çalışmayı destekleyen ve daha önce yapılmış olan çalışmaların yer aldığı literatür araştırmalarına yer verilmiştir. Bölüm 3’te ağırlıklı olarak yalın üretim sisteminin ilkeleri ve araçlarından temel olarak bahsedilmiştir. Bölüm 4’te yapılan uygulama çalışmalarına yer verilmiş ve sonuçları değerlendirilmiştir. Bölüm 5’de ise genel olarak bu çalışmanın sonuçlarından ve bundan sonra yapılabilcek çalışmalardan bahsedilmiştir.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bugünlerde, birçok şirket yalın üretim sistemini uygulamaya çalışmaktadır. Bunun başlıca nedeni, Toyota Üretim Sistem, (TPS) tarafından geliştirilen yalın üretim sisteminin prensiplerini kullanmak, üretim yapılan birçok alanda büyük gelişmeler sağlamaktadır. Yalın üretim sistemini gerçekleştirmek için araçlar genel olarak değer akış haritalandırma (VSM), hat tasarımı, tek parça akışı, tam zamanında üretim, Poka-Yoke'dir. Birçok şirket kendi süreçlerini yalınlaştırmak için değer akış analizlerini kullanır. VSM katmadeğerli faaliyetleri katmadeğersiz faaliyetlerden ayıran iki boyutlu basit bir gösterim aracıdır. VSM imalat süreçlerindeki israfı görmeyi sağlayan bir araçtır. Mevcut çalışmalar yalın üretimin 5 temel aracı ele alınarak yapılmıştır.

2.1 Yalın üretim

Yalın üretim sistemi Toyota Üretim Sistemine dayanmakta olup ve 1950'lerden bu yana Toyota'nın bütün süreçlerinde uygulanarak geliştirilmiştir. Toyota, 1980'lerde tam zamanında üretim sistemlerini yüksek oran ve verimlilikle kullanması ile bilinir. Bugün, Toyota dünyanın en verimli üretim firmalarından biri ve yalın üretimde en iyi uygulamalar için standartlar oluşturan firma olarak görülür. Yalın Üretim teriminden ilk defa 1990'larda yayınlanan "Dünyayı Değiştiren Makine" adlı kitapta bahsedilmiştir.. Daha sonra, özellikle otomotiv firmaları ve bunlara parça üreten tedarikçileri başta olmak üzere dünyanın önde gelen üretim firmaları tarafından artan bir ivme ile uygulanmaya başlanmıştır. Bu sayede, yalın üretim gelişmiş ülkelerdeki üretim firmaları için Asya'daki rakiplerine karşı daha etkili rekabet yolları bulmada çok önemli bir yönetim aracı olmuştur.

Kitlesel üretim içerisinde gizlemiş birçok israfa neden olur. Stewart'a göre kitlesel üretim sonucunda oluşan israflardan biri aşırı stok olup; diğerleri ise büyük malzeme partilerinin taşınması sırasında ortaya çıkan zaman ve para israfları, işgücü ve ekipman kapasite israfları, büyük partilerdeki hataları tespit etmek ve düzeltmek için kullanılan zaman ve işgücü de ayrıca birer israftır. Kitle üretimini yalın üretime dönüştürmek

sistem içerisindeki işgücü verimliliğini iki katına çıkarırken, üretim zamanlarını ve stokları aynı oranda düşürecektir[32].

Yalın üretim Toyota üretim sisteminden ortaya çıkmıştır. Yalın üretim bir düşünce sistemi ve bütün çalışanların katmadeğersiz faaliyetleri tespit edip, ortadan kaldırmaları yolu ile sürekli kendi süreçlerini geliştirme yaklaşımı sağlayan bir kültürdür. Yalın üretim, katmadeğersiz faaliyetleri sürekli iyileştirme yolu ile belirleyip ortadan kaldıran ve ürünün müşterinin istediği hızda, mükemmel bir akışla hareketini sağlayan sistematik bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Siparişi alma ile ödemeyi alma arasındaki zamanı kısaltmak daha fazla verimlilik, daha kısa teslimat süreleri, daha az maliyetler, daha geliştirilmiş ürün kalitesi ve bunların tamamının sonucunda daha yüksek müşteri tatmini doğurmaktadır. İsrafları ortadan kaldırmadan önce, onları görebilmemiz gerekmektedir. Eğer onları belirleyebilirsek, onları ortadan kaldırma gibi bir hedef ortaya koyabiliriz.

TPS'e bağlı olarak bir kavram olan yalın düşünce Pascal Dennis tarafından şu şekilde tanımlanmıştır: "bir üretim tesisinin fiziksel sınırının ötesinde tedarikçileri, dağıtıcıları ve üretim fonksiyonlarını destekleyen üretim sistemini de içererek, müşteriye hizmet verme maliyetlerini düşürmek için yapılan sürekli iyileştirme çalışmalarının bütünüdür." Bu geliştirmeler ve maliyet azaltmaları müşteriye siparişini teslim etmede gerçekleşen tüm faaliyetlerle ilgili olan israfları ortadan kaldırma yolu ile gerçekleşir. İsraflar kaynak tüketen fakat müşteriye hiçbir değer katmayan faaliyetler olarak tanımlanır[23].

James Womack'a göre yalın düşünceyi bir kuruluştaki gerçekleştirmenin beş temel adımı:

- Değeri tanımlamak,
- Değer akışını belirlemek,
- Akışı oluşturan değeri gerçekleştirmek,
- Müşterinin değeri çekmesine izin vermek,
- Mükemmelliği takip etmektir [31].

Bu adımlar bize israfı belirlemede yardımcı olacak ve israfları azaltmak için farklı yollar sağlayacaktır. İlk olarak müşteri gözüyle değeri belirlememiz gereklidir. Daha sonra değerin akışını haritalandırmamız gereklidir. Değer akışını haritalandırdıktan sonra, değerin durmadan, kesiksiz akacağı gelecek durumu geliştirmemiz ve gerçekleştirmemiz gereklidir. Sonra müşteriler sadece değeri çekmek istedikleri zaman aralıklarında değerin akışını sağlamamız gerekmektedir. Bu döngüyü tamamlamak için, gelecek durum haritalarını oluşturmaları ve mükemmelliği sürekli takip noktasında bunu sürekli geliştirmeliyiz.

Yine James Womack'a göre TPS yedi çeşit israf tanımlamaktadır:

- Aşırı Üretim: İstenilenden daha fazla veya istenilenden daha önce üretim yapmak,
- Stok: Yüksek çevrim süreli büyük üretim partilerinin sonucunda süreçler arasındaki gereksiz fazla yarımamul veya hammadde,
- Taşıma: Ürüne değer katmayan taşıma faaliyetleridir. Taşıma şekillerini geliştirmektense, en aza indirilmeli veya tamamen ortadan kaldırılmalıdır,
- Aşırı İşleme: Gereksiz tüm süreç adımları ortadan kaldırılmalıdır. Bunları belirlemek için neden belirli süreçlere veya ürün özelliklerine ihtiyaç duyulduğu soruları sorulmalıdır,
- Hareket: Çalışanların ve makinelerin uygunsuz yerleşimlerden dolayı gerçekleşen hareket israftır. İsfraf edilen hareketin otomasyonunun yerine, direk operatör geliştirilmelidir,
- Bekleme: Bir makinenin kendi sürecini bitirmesini beklemek veya bir operatörün herhangi bir parçayı veya hammaddeyi beklemesi israftır ve ortadan kaldırılmalıdır. Bu prensip makinenin kullanım oranının artmasındansa, operatörün verimliliğini artırmayı hedeflemektedir,
- Hatalı Ürünler: Hatalı parça veya ürünler yapmak başlı başına bir israftır. Bunları bulma veya tamir etme yoluna gitmektense direk olarak ortadan kaldırma yoluna gidilmelidir[31].

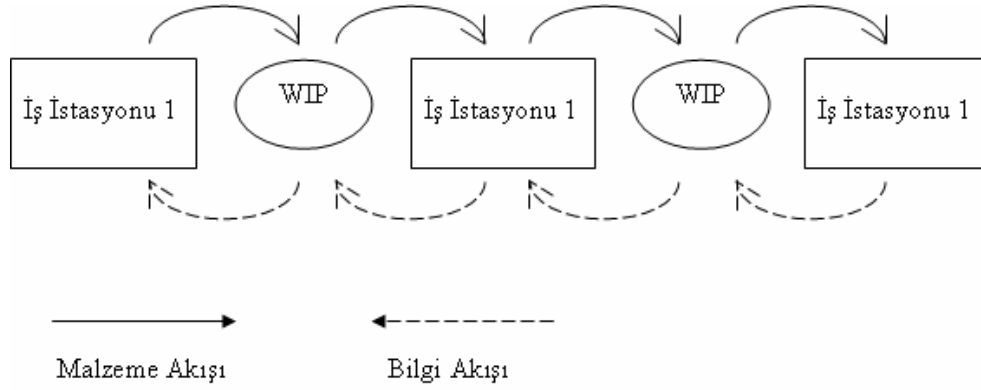
Bu israflar çoğu şirket için büyük parti üretimleri ve operasyonların kuyruklar yolu ile gerçekleşmesinden kaynaklanmaktadır. Büyük partilerle üretim zamanı geçmiş bir üretim modelidir. Büyük parti üretimleri ile ilgili diğer bir problem üretim hızı ile talep hızının arasında bir bağlantının olmayışıdır. 21. yy.'da hızlı hazırlık yeteneği ile küçük parti üretimleri konusu önem kazanmıştır. Çok çeşitte modeli küçük partiler yolu ile üretmek hem müşteriye cevap verme süresini iyileştirmekte hem de talep dalgalanmalarına karşı esneklik sağlamaktadır. Daha küçük parti üretimi aynı zamanda daha düzgün üretim akışı anlamına gelmektedir. Yalın üretim ideal olarak sürekli tek parça akışını dikkate almakta ve makine, malzeme, insan ve tesis sistemlerinin bütünleşmesi ve optimizasyonunu vurgulamaktadır.

Üretim çevrim zamanlarını azaltmak için stokları en aza düşürerek daha düşük üretim maliyetleri ve daha yüksek ürün kalitesi gerçekleştirmelidir. Akış tipi üretim sistemi yalın üretimin kavramlarını uygulayan birçok güvenilir metodun bir karışımıdır. Akış üretimi malzemeyi herhangi bir kesinti olmadan bir üretim sistemi arasından çeken zaman tabanlı bir süreç olup, yalın üretimin temel bir prensibidir. Bu süreç kavramı malzemenin hammaddeden bitmiş ürüne herhangi bir kesinti olmadan hızlı bir şekilde akışını sağlanması ile başarılabılır.

Michael R. Donovan'a göre akış üretimin amacı müşterinin istediğini üretmektir. Bu amacın yararları:

- Düşük ürün çevrim süresi,
- Daha az stok,
- Yüksek verimlilik,
- Yüksek kaynak kullanım oranlarıdır[33].

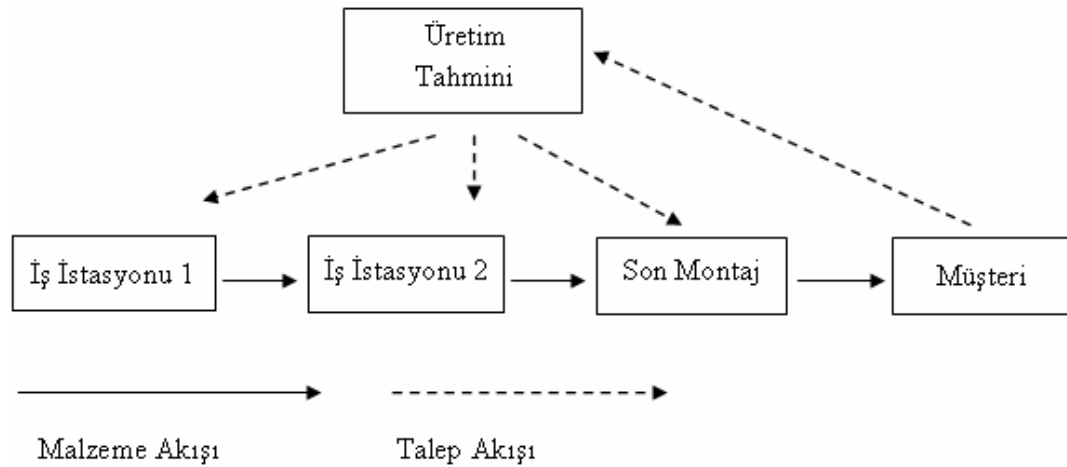
Şekil 2.1 akış üretim süreçlerindeki çekme felsefesini göstermektedir. Bu şekilde, herhangi bir iş istasyonunun yakınındaki stok bölgesinde stok seviyesi belirli bir düzeyin altına düştüğü zaman, önceki iş istasyonundan bu stok seviyesini doldurabilmek için parça çektiği kolayca görülebilmektedir.

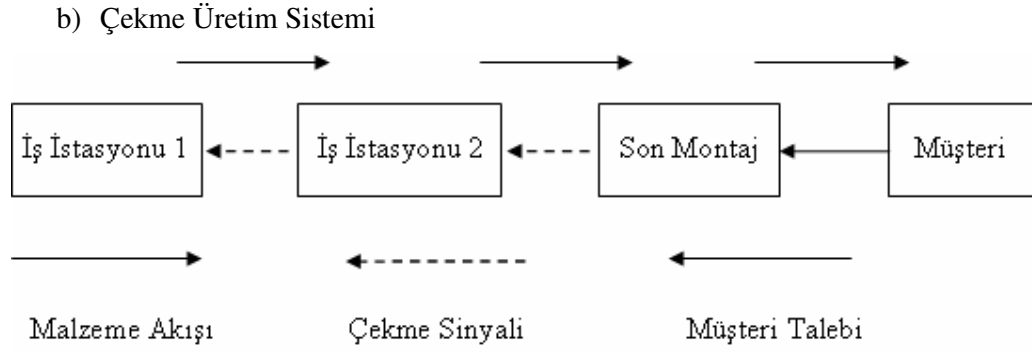


Şekil 2.1 Çekme sistemi

Akış üretimi en az israfla üretim gerçekleştirmenin en iyi yoludur. Akış üretiminde, stoklar sadece müşteri talebini karşılamak için, her bir iş istasyonu tarafından ihtiyaç duyulduğunda ilgili iş istasyonuna çekilmektedir. Çekme yaklaşımı geleneksel itme yaklaşımından birçok açıdan farklılık göstermektedir. İtme sistemlerinde, üretim sıklıkla gereğinden fazla çevrim zamanı ve stokla sonuçlanan kesin olmayan satış tahminleri ile gerçekleştirilir. Bununla beraber müşteri taleplerinde gerçekleşen ani değişimlerle sonuçta çokta verimli olmayan ve israfı fazla olan bir üretim gerçekleşmektedir. Şekil 2.2 çekme ve itme sistemleri arasındaki farkı göstermektedir.

a) İtme Üretim Sistemi





Şekil 2.2 Çekme üretim ve itme üretim sistemi arasındaki kıyaslama

Şekil 2.2’den de görüleceği gibi, itme üretim sisteminde iş istasyonlarında kaynağa ihtiyacın olup olmadığını dikkate almadan malzemeyi itmektedir. İtme üretim sistemlerinde üretim birimi öncelikle stok yapmakta, daha sonra tüm üretimi ve dağıtım kanallarını satış tahminlerine bağlı kalarak gerçekleştirmektedir.

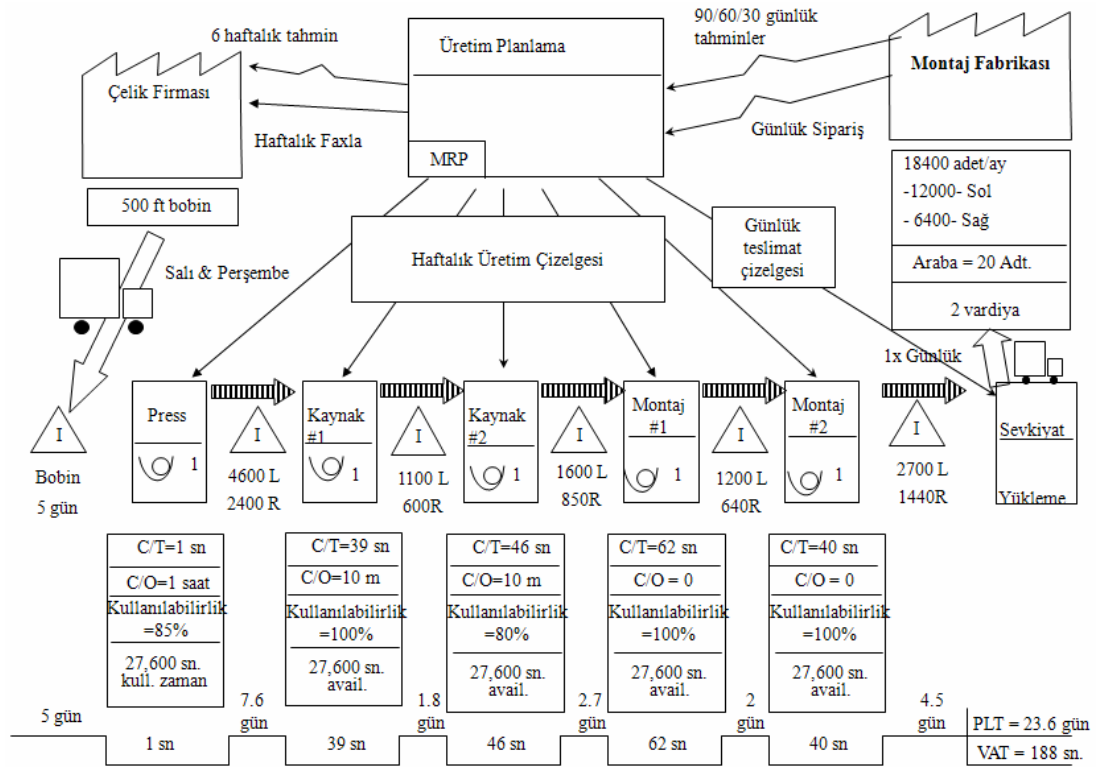
Çekme üretim sistemlerinde ise malzeme sadece ihtiyaç olduğunda iş istasyonlarına gönderilmektedir. Hammadde’den oluşan ürünü müşteriye itmektense, müşteri tarafından gerçekleşen ihtiyaç doğrultusunda ürün müşteriye iletilmektedir. Bu da müşteriden üreticiye gelen bilgi akışları ile sağlanmaktadır. Ne zamanki bitmiş ürün stoğunda bir eksiklik oluşursa, üretim birimi daha önceki iş istasyonlarına bu eksik stoğu tamamlamak için bir kanban sinyali göndermektedir.

Bundan dolayı yalının özellikli bir kontrol aracı, iyileştirme aracı, fabrika yerleşim aracı veya bir prensip olmadığı anlamak gereklidir. Yalının çerçevesini değer, israf ve müşterinin talebini karşılama gibi fikir ve kavramlar oluşturmaktadır. Bu yüzden değer akış haritalandırma, değer ve israfın nerede olduklarını belirlemede ve doğru ürünün doğru zamanda doğru yerde olmasını sağlayacak çekme üretim sistemlerini kullanarak tedarik süresinde azaltmaları hedeflemede en iyi yol olarak ön plana çıkmaktadır.

2.2 Değer akış haritalandırma

Yalın üretimi gerçekleştirmenin en önemli adımı James Womack'ın da “Her üretim hattı için değer akışını belirlemek yalın düşüncede gelecek adımdır.” dediği gibi değer akış haritalandırmadır. “Görmeyi Öğrenmek” kitabında Mike Rother ve John Shook değer akış haritalandırma ile ilgili “Malzeme ve bilgi akış haritalandırması” olarak açık bir tanımlama vermektedir[29]. Değer akış şeması temel olarak bütün tedarik zincirini temsil eden bir çizimdir. Bir tedarik zinciri ürün ve hizmetleri hammadde aşamasından son müşteriye kadar teslimatını yapmada kullanılan fiziksel dağıtım kanalları ve bilgi ağıdır. Daha belirgin olarak, değer akış haritalandırma mevcut olarak istenilen bir ürünü hammadde'den getirip, ürün hatlarındaki üretim akışı yolu ile müşteriye teslimattaki gerçekleştirilen faaliyetlerin bütünüdür. Değer akış şeması bir eğitim metodu veya görmeyi öğrenmenin bir yolu kullanılmamalıdır. Toyota üretim sistemindeki gibi, yalın sistemleri uygulamada gelişim planlarını yansıtan, mevcut ve gelecek durumları ortaya koyan bir sistem olarak kullanılmalıdır.

Rother'a göre bir değer akış haritası faaliyetleri 3 kategoriye ayırır: (1) katma değerli, (2) katma değersiz ve gerekli, (3) katma değersiz. Katma değersiz faaliyetler öncelikle belirlenmeli ve ortadan kaldırılmalıdır. Bu, mevcut operasyon prosedürleri altında kısa zaman içerisinde bu adımın tamamlanması ile gerçekleşebilir. Bundan sonraki adım ise katma değersiz ve gerekli olan adımları sistemi tekrardan yapılandırarak ortadan kaldırmaktır. Değer akış haritalandırma 3 aşamada yapılmaktadır: mevcut değer akışı, gelecek değer akışı ve uygulama planlarının belirlenmesidir. Çoğu uygulamada, değer akış haritalandırma mühendisler, üretim kontrolcüler, makinistler ve bakım personellerinin de bir arada olduğu bir çalıştay düzeninde mevcut değer akış, gelecek değer akış ve uygulama planlarında oluşturulduğu 3-5 aylık bir süreç içerisinde gerçekleştirilmektedir[29].



Şekil 2.3 Örnek bir değer akış haritası [34]

Mevcut durum haritasına, normal olarak büyük miktarlarda üretilen ve yüksek getiri sağlayan bir ürün ailesi seçilerek başlanır. Daha sonra malzeme akışı uygun VSM şablonları kullanılarak gösterilir. Ürünün malzeme akışı hammadde stok bölgesinden son sürece kadar izlenebilmelidir. Her operasyon için stok seviyeleri, süreç özellikleri gibi ilgili veriler kayıt altına alınmalıdır. Bilgi akışı da, üretim sistemi içerisinde hız ayarlayıcı süreci belirlemek için temel parametre olan talep bilgisini sağlaması için haritaya dâhil edilmelidir.

Aynı zamanda her süreç adımında herhangi bir stoğu kaydetmeli ve bunu stok uyarıcı üçgenini kullanarak tanımlamalıyız. Yine malzeme akışının bir süreçten diğer sürece nasıl gerçekleştiğini de kayıt altına almalıyız. Malzeme akışını tanımladıktan sonra, bilgi akışını kayıt altına almalıyız. Malzeme akışı ve bilgi akışı kayıt edildikten sonra, değer akış üzerinde tedarik süresinin yapısını oluşturarak akışı ölçmeliyiz.

İyi bir mevcut durum haritası oluşturulduktan sonra, gelecek adım daha az israfın olduğu gelecek durum haritasını oluşturmaktır. Bu, tempo süresi, sürekli akış, çekme ve hat dengeleme gibi yalın öğeleri takip edilerek ve proje yönetim planı sağlayarak gerçekleştirilmelidir. Mevcut durum harita analizine bağlı kalarak, katma değerli adımları iyileştirerek ve katma değersiz adımları ortadan kaldırarak gelecek durum haritası geliştirilmelidir. İsraf kaynaklarının tamamı birbiri ile bağlantılı olduğu için bir israf kaynağının ortadan kaldırılması diğer israfların da ortadan kalkmasına veya azalmasına sebep olabilir. Örneğin, süreç içi stoklar (WIP) ve bitmiş ürün stokları ürüne herhangi bir değer katmamaktadır; bundan dolayı ortadan kaldırılmalıdır.

Rother'a göre gelecek değer akışını oluşturmada takip edilebilecek 7 ana prensip:

- Tempo süresini oluşturmak,
- Sürekli akışı geliştirmek,
- Üretimi kontrol etmek için süpermarketler kullanmak,
- Hız ayarlayıcı operasyona (pacemaker) göre çizelgeleme yapmak,
- Farklı ürünleri belirli oranda üretmek,
- Üretim yüklemelerini hız ayarlayıcı operasyona göre dengelemek,
- Her parça her zaman aralığında (every part every time period) yeteneğini geliştirmek[29].

Gelecek değer akışı, daha önceki bölümlerde belirtilen yalın üretim tekniklerini kullanarak öncelikle malzeme akışının tasarımını gerçekleştirerek oluşturulmalıdır. Malzeme akışı tamamlandıktan sonra, yalın operasyonları desteklemek için istenilen bilgi akışı tasarlanmalıdır. Sürekli akışın sağlandığı ve çekme sistemine ihtiyaç duyulan bir gelecek değer haritası oluşturulmalıdır. Gelecek değer akışını oluştururken, yalın kavramlarını uygulamak için belirli alanlarda hedeflenen iyileştirmeler bulunmalıdır. Gelecek değer akışı tamamlandıktan sonra, bir uygulama planı geliştirilmelidir. Bu, gelecek değer haritasını ele alıp, onu küçük uygulama planlarına bölerek gerçekleştirilir. Her uygulama parçasında sürekli iyileştirme olaylarının listelenmesi gerekir. Değer akış haritalandırma sürecini takip ederek, herhangi bir sonuç getirmeyen sürekli iyileştirme

olaylarından kaçınılır. Değer akış haritası bize yalın değer akışına ve sürekli iyileştirmeye götüren yapılandırılmış bir sistematik yaklaşım sunmaktadır.

2.3 Simülasyon ve değer akış haritalandırma

Hendrik Van Landeghem'a göre yalın üretim uygulama kararı özellikle geleneksel üretim sistemlerine güvenen şirketler için zor bir karardır. Bu zorluk, hammadde tedarigi, stok yönetimi, personel yönetimi ve üretim kontrolü gibi birçok kriterde geleneksel üretim ile yalın üretim sistemleri arasında farklılık olduğundan kaynaklanmaktadır. Geleneksel üreticiler için, yalın üretim uygulamalarının zorluğu yalın üretimin belirgin istekleri uygulama esnasında elde edilecek kazançları tahmin edebilmek zor olduğu zaman ortaya çıkmaktadır. Sonuç olarak, yalın üretimi uygulayıp, uygulamamak kişinin yalın üretime olan inancına, yalın üretimi uygulayan diğer şirketlerin raporlarına ve beklenen geri kazanımların miktarlarına bağlıdır[35].

Gupta'ya göre birçok durumda, gelecek durum haritası herhangi bir zorluk olmadan kolaylıkla değerlendirilebilir. Fakat üretim süreçlerindeki stok seviyelerini tahmin etmek sadece gelecek değer haritası ile mümkün değildir. Çünkü statik bir modelle stok seviyelerinin farklı senaryolar için nasıl etkileneceğini gözlemlemek imkânsızdır. Bu yüzden bir şirkete hem yalın üretim tekniklerini uygulamada yardımcı olabilecek hem de elde edilecek kazançları projenin planlama safhalarında ortaya çıkarabilecek bir tamamlayıcı araca ihtiyaç vardır. Bu araç, şirketin detay bilgilerini yansıtabilecek, kaynak ihtiyaçlarını ve performans göstergelerini üretebilecek simülasyon aracıdır[36].

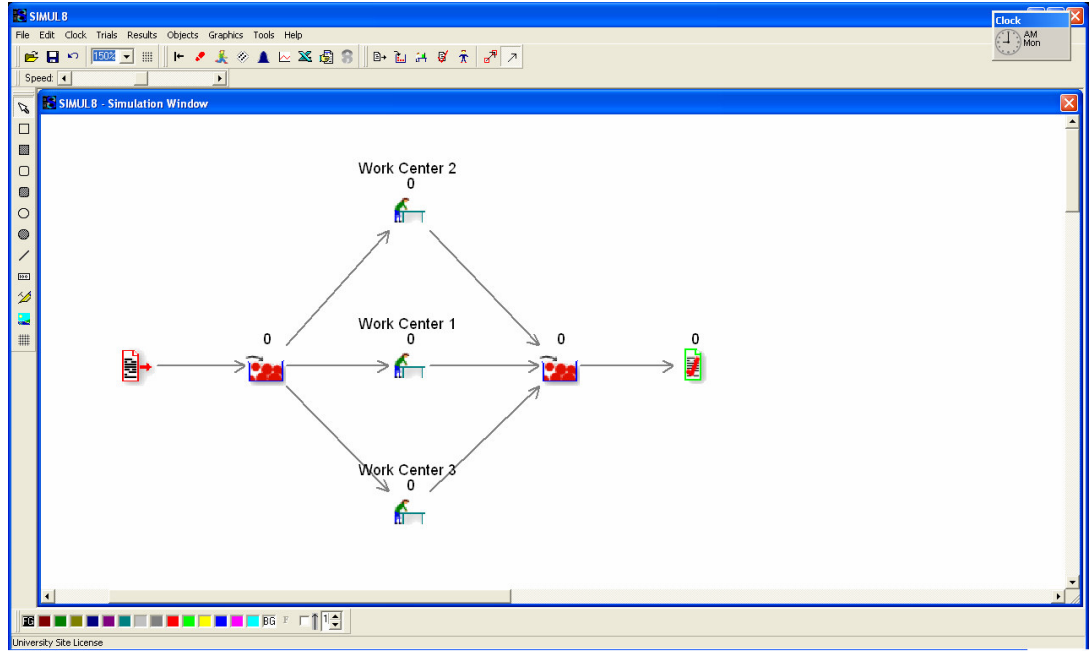
Sadowski'ye göre simülasyon, gerçek dünya sistemleri değişkenliklerini yakalayabilen istatistik deney ve bir planlama aracıdır. Bir simülasyon, belirsizlikleri azaltmak, stok seviyeleri, tedarik süreleri ve kaynak kullanım oranlarının ölçmede dinamik bir hesaplama sistemi oluşturması için kullanılabilir. Bu, yalın üretim prensipleri kullanımından ve onun tüm sistem üzerindeki etkilerinden çıkarılan geri ödemenin miktarını da ortaya çıkarır. Ayrıca simülasyon farklı sorulara farklı cevaplar sunan alternatif gelecek durum senaryoları üretmede de kullanılır. Bu durum aynı zamanda, planlama ve değerlendirme safhalarında yalın üretim uygulama parametrelerini belirlemede ve uygulama sonucunda beklenen yararları tahmin etmede organizasyonlara yardımcı olabilmektedir[26].

Nicol'un bahsettiği gibi simülasyon şirketin özellikli durumlarına uyum sağlayabilir ve hem hedeflenen gelecek durum için hem de mevcut durumda kaynak ihtiyaçlarını ve performans istatistiklerini belirleyebilir. Simülasyon tarafından sağlanan bilgi, üst yönetime mevcut sisteme kıyasla yalın sistemin performansını değerlendirme imkânı sağlar. Simülasyon aynı zamanda, sürekli akış, tam zamanında üretim, stok yönetimi, toplam önleyici bakım, hazırlık süreleri düşüşü ve hat dengeleme gibi yalın üretim prensiplerini uygulamada elde edilen performans iyileştirmelerini sayısal ifadelere dönüştürerek nicel bir değerlendirme yapma imkânı verir. Aynı şekilde tüm WIP seviyelerini ve depoları, taşıma ve taşıyıcı ihtiyaçlarını, üretim kontrolünün etkinliğini ve pazara sistemin cevap verme hızını içeren üretim sisteminin yalın sisteme geçişinde elde edilen kazançları gösterebilmektedir[37]. Diğer taraftan, yalın üretim prensiplerini uygulama sonucunda elde edilen yararlardan en önemlilerinden bazıları simülasyon ile kolayca sayısal ifade dönüştürülemez. Bunlardan bazıları çalışanın yetkilendirilmesi, sürekli iyileştirme ve 5S sistemidir. Bu gibi kazançlar daha çok fiili üretim sisteminde kolayca görülebilmektedir.

Bu çalışmada simülasyonun yalın üretim sistemlerine olan faydalarından yararlanmak için Simul8 paket programı kullanılmıştır. Simul8 simülasyon programı herhangi bir endüstri sektörüne uygulanabilen genel amaçlı bir simülasyon programıdır. Simul8 şirketlerde farklı sistemler deneyerek sonuçlarını kolayca görebilme imkânı sağlar. Simülasyon içerisinde farklı fikirler ve operasyon stratejileri uygulayarak gerçek süreçlerde nerelerde maliyet kazançları elde edilebileceğini gösterir. Aynı zamanda, çalışma şekillerini ve süreç özelliklerini de oluşturulacak simülasyona aktararak ve istenilen dönem uzunluklarında programı çalıştırarak çıkan sonuçlara göre karar verme süreçlerinde yardımcı olur. Bu çalışmada Simul8 simülasyon programını ağırlıklı olarak farklı senaryolara göre stok seviyelerini, süreç tedarik sürelerini ve genel sistem verimliliğini ölçmek ve hedeflediğimiz değerleri geçerli kılmak için kullanıldı. Şekil 2.4'te örnek bir Simul8 çalışma ekranı verilmiştir.

Şekil 2.4'de görüldüğü gibi program içerisinde iş istasyonları, stok bölgeleri, giriş ve çıkış bölgeleri vardır. İlgili program nesnesinin detayına girerek nesne ile ilgili üzerinde

Çalışılan süreçlerin tüm karakteristikleri tanımlanabilmektedir. Örneğin bir sürecin tamamlanma süresi, ne kadar kaynak kullandığı, hangi zaman aralıklarında çalıştığı, etkinliği ve çalışma prensipleri gibi parametreler tanımlanarak gerçeğe en uygun simülasyon programı hazırlama fırsatı tüm kullanıcılara verilmiştir[38].



şekil 2.4 rnek Simul8 alışma ekranı

BÖLÜM 3. YALIN KAVRAMI

3.1 Yalın düşünce ve yalın üretim

Womack'a göre yalın düşünce; amacı net bir şekilde belirlemek, bu amaca ulaşmada faaliyetlerin ayrımını yapmak ve gereksiz faaliyetleri ortadan kaldırarak amaca ulaşmaktır. Yalın üretim ise, yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan (gereksiz hatalar, stoklar, taşımalar, işçilikler, üretim alanları, fireler, beklemler gibi) yani israfların en aza indirildiği üretim sistemidir. İsraf, ürüne direk değer katacak olan minimum miktarda malzeme, parça, alan ve işçilik zamanı dışında kalan her şeydir. Yine Womack'a göre genel olarak bir işletme için israflar aşağıdaki gibi tanımlanabilir;

- Taşıma,
- Stok,
- Hareket,
- Bekleme,
- Aşırı işleme,
- Aşırı üretim,
- Hatalı ürünlerdir[31].

Bir işletmede bu kapsama giren tüm faaliyetler israf olarak değerlendirilmeli ve bu gereksiz maliyet oluşturan faaliyetleri ortadan kaldırmanın en uygun yolları bulunmalıdır. Yalın üretim uygulamaları ilk olarak Japon otomotiv firmaları arasında kullanım görmüş; şu an için ise bütün sektörlerde kullanımı bulunmaktadır. Toyota tarafından geliştirilen yalın üretim sisteminde, pek çok yalın üretim araç ve tekniğini (tam zamanında üretim, hücreli üretim, toplam verimli bakım, SMED, tek parça akışı) kullanılır.

Kilpatrick'e göre yalın üretimin belli başlı ilkeleri:

- Nihai üründe müşteri açısından bir değer taşımayan özellikler için üretim kaynakları israf edilmemelidir. Bu direk olarak değer kavramının tekrardan tanımlanması ile gerçekleşmektedir,

- Müşteriye istediği miktarda, istediği özelliklerde ürünü istediği fiyatta ve istediği zamanda gönderilmelidir,
- Hedefe ulaşmada kolaylık ve beklenmeyen değişikliklere, şartlara uyum sağlamada esneklik kazanılmalıdır,
- İnsan sadece üretim faktörlerinden biri değildir, fikirlerinden, yaratıcılığında da faydalanılmalıdır,
- Gerektiği kadar kaynak kullanımı,
- Maksimum müşteri memnuniyeti,
- Değişen taleplere uyum,
- Eğitimli, çok yönlü işgücü sağlanmalıdır[39].

Bu ilkeleri gerçekleştirerek yalın üretim sistemlerinden maksimum fayda sağlanabilir. Özellikle kurulacak yalın sistemin esnek olması, içinde katma değersiz faaliyetler barındırmaması ve organizasyon yapılanmasının tamamını içerek şekilde bir kültür sağlaması elde edilecek yararı en üst düzeye çıkaracaktır. Haricinde elde edilen başarılar kalıcı değil, geçici olacak; daha önemlisi yalın düşünce sistematğine dayalı bir kültürün oluşmasına engel olacaktır.

3.1.1 Yalın düşüncenin öğeleri

Yalın düşüncenin en önemli bileşeni değer akışı ve onun altyapısını oluşturan değer kavramıdır. Aşağıdaki bölümlerde bunların detaylı tanımlamaları yapılmıştır.

3.1.1.1 Değer

Spencer ve Plenert'a göre değer kavramı yalın sistemlerinde önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü yalın sistem araçlarının genel amacı ürüne ve müşteriye değer kazandıran tüm faaliyetleri ortaya çıkarmak ve bunların dışında kalan faaliyetleri ortadan kaldırmaktır. Buradan da anlaşılacağı gibi değer tanımlanmasında; öncelikle ürün tanımlanır ve daha sonra; belirli özellik ve yetkinlikleri olan bu ürün için; üretim sürecinde göze çarpan tüm israflar ortadan kaldırıldıktan sonra, kaynak ve emek miktarlarına da bağlı olarak bir hedef maliyet belirlenir. Bu hedef maliyet diğer geleneksel üretim yapan şirketlerin ürün maliyetlerinden daha düşük olacağı için ürünün tekrardan değer kavramına göre

tanımlanıp, ürüne değer katmayan özellik ve faaliyetlerin ortadan kaldırılması firmaya rekabetçi maliyet avantajı sağlamaktadır [30]. Buradan yola çıkarak, yukarıda tanımlı yapılan ürünü tam olarak tanımlandığı gibi üretmek için gereken tüm adımlar müşteriye değer katacaktır. Bunun haricinde sizin kendiliğinizden ortaya çıkardığınız adımlar ise sadece birer israftır ve ortadan kaldırılması gerekmektedir. Örneğin Amerikan firmaları kısa dönemli rekabet taktikleri ve zincirin başındaki tedarikçilerden kar transferi yöntemleri ile değer yarattıklarını düşünürler. Genellikle mühendisler tarafından yönetilen ve teknik donanımı çok güçlü olan Alman firmaları değeri ürünün teknik karmaşıklığı ve teknoloji ile bağlantılı olarak tanımlama eğilimindedir. Japonya’da ise değer tanımının bir diğer çarpıtılması olan değer nereden yaratıldığı konusu önem kazanmaktadır. Oysa asıl yapılması gereken değeri müşteri açısından bakarak yeniden düşündürmektir. Değer tanımının anlamlı olabilmesi için müşterinin ihtiyaçlarını, belli bir zamanda ve belli bir fiyattan karşılayan belli bir ürün ya da hizmet cinsinden ifade edilmesi gerekir.

3.1.1.2 Değer akış haritalandırma

Rother ve Shook’a göre değer akışı bir ürünün hammadde’den son müşteriye ulaşması esnasında gerçekleştirilen katma değerli ve katma değersiz faaliyetlerin toplamıdır. Değer akış haritalandırma ise malzeme ve bilgi akışlarını içeren tüm üretim süreçlerini görselleştirmede faydalı olan bir iyileştirme aracıdır. Burada amaç değer akışındaki tüm israfları belirlemek ve onları ortadan kaldırmaktır[29].

Değer akışı, her zaman israfın varlığını ortaya çıkarır ve bütün süreçler için değer akışının tümüyle tanımlanmasını içerir. Burada gerekli olan, ürünlerin değer akışını bütünsel bir yaklaşım çerçevesinde yönetme becerisinin kazanılmasıdır. Değer akış haritalarının oluşturulmasından sonra katma değer oluşturmaya faaliyetlerin tespit edilerek ortadan kaldırılması gerekmektedir. Edwards ve Denver’a göre genel değer kavramı etrafında faaliyetler 3 şekilde değerlendirilir. Bunlardan birincisi, fiilen değer yaratan ve değer yarattığı müşteriler tarafından algılanan adımlardır. Bu kategoriye giren adımlar ürün ve müşteri açısından değer oluşturan faaliyetlerdir ve kesinlikle kaldırılmamalıdır. İkinci kategoriye giren adımlar ise, birinci tip muda (israf) olarak

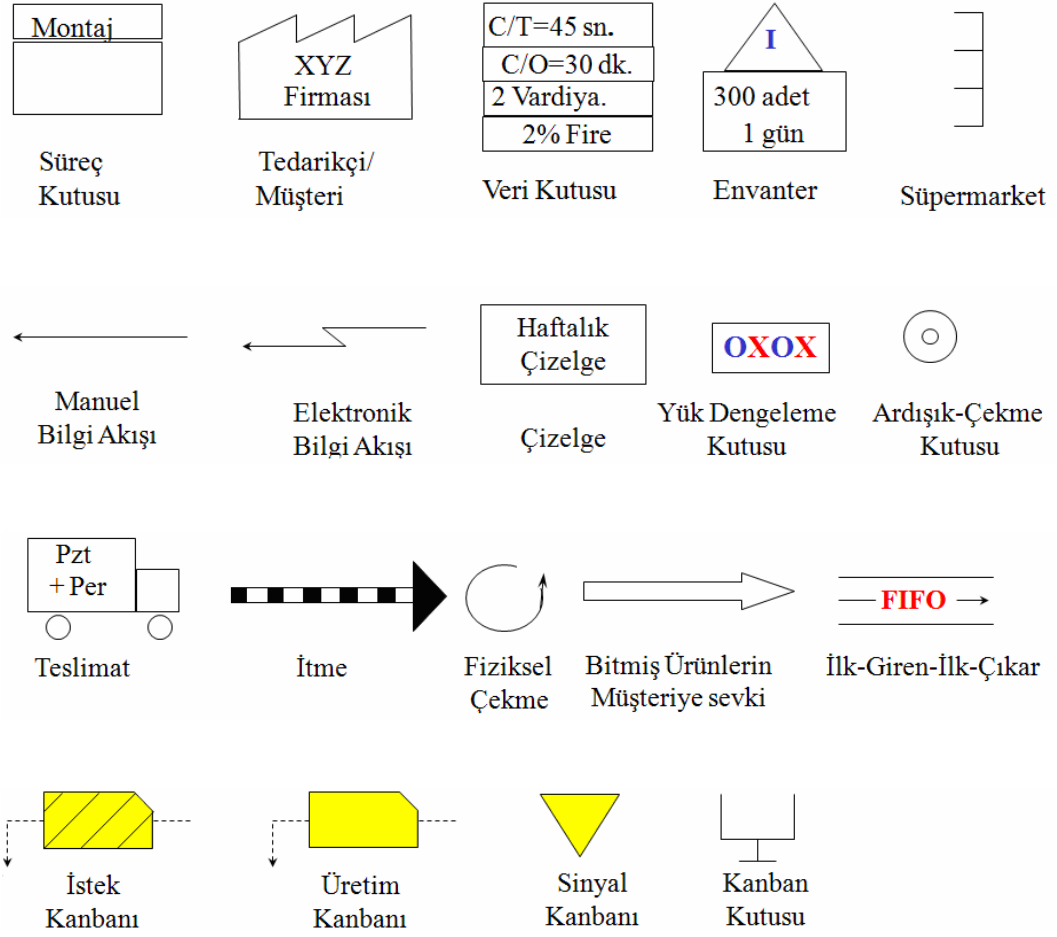
adlandırılan ve değer yaratmayan ancak ürün geliştirme, sipariş alma ya da üretim sistemlerinin gerektirdiği, yani yapılması zorunlu olan ve bu nedenle hemen kaldırılamayan adımlardır. Üçüncü kategoriye giren adımlar ise, ürün ve müşteri açısından değer yaratmayan ve derhal kaldırılması gereken, ikinci tip muda olarak adlandırılan adımlardır[9].

Değer akışları incelendiğinde değer yaratmayan faaliyetlerin yani israfın, zamanın ve kaynakların çoğunu tükettiği görülür. Bu israfların yok edilmesi zaman ve maliyet boyutunda radikal iyileşmeleri getirecektir. Değer tanımlanıp değer akışındaki israflar ayıklandıktan sonra geride kalan değer yaratan aşamaların ardı ardına sürekli akış halinde gerçekleştirilmesini sağlamak yalın düşüncenin bir diğer ilkesi ve önemli boyutta tasarruf potansiyeli taşıyan aşamasıdır.

Değer akış haritalandırma yalın olmak isteyen şirketler için iyi bir başlangıç olabilir. Rother ve Shook değer akış haritalandırmanın faydalarını şu şekilde özetlemişlerdir:

- Üretimde montaj, kaynak gibi tek süreçlerden daha çok süreci görselleştirmede yardımcı olur. Bütün akışı görebilirsiniz.
- Haritalandırma değer akışında sadece israfları görmede değil; aynı zamanda israfların kaynaklarını da görmede yardımcı olur.
- Üretim süreçleri hakkında yapılan konuşmalar için genel bir dil sağlar.
- Yalın kavram ve teknikleri ile direkt bağlantılıdır.
- Uygulama planı için bir temel oluşturur[29].

Değer akış haritalandırma önceden tanımlanmış bir küme işaret tarafından (Şekil 3.1) oluşturulan bir kalem ve kâğıt aracıdır. Bir kalem ve kâğıt yardımıyla el ile değer akış haritalarını çizmenin birçok yararları vardır. El yordamı ile çizilen bir değer akış haritalandırma bilgisayarda çizilenin tersine gerçekten atölyede nelerin gerçekleştiğini görmemize fayda sağlayacaktır. Aynı zamanda hızlı bir şekilde çizme ve tekrardan revize etme süreci değerın tüm akışını anlamamızı derinleştiren bir planla-yap-kontrol et-önlem al gibi işleyecektir.



Şekil 3.1 Yalın üretim simgeleri

Abdullah'a göre değer akış haritalandırmada ilk adım hedef iyileştirme için ürün ailesinin seçilmesidir. Çünkü bütün ürünlerin değer akışını çizmek hem gereksiz hem de çok karmaşık olacaktır. Ürün ailesi seçerken benzer süreç adımlarına sahip olan ve yüksek hacimlerde üretimi yapılan ürünler tercih edilmelidir. Ürün ailesi seçildikten sonra diğer adım mevcut durum haritasını oluşturmaktır. Bu şu anda gerçekleşen üretim süreçleri dikkate alınarak hazırlanır. Malzeme akışının çizilmesi çoğunlukla müşteri ile en fazla bağlantısı olan, çoğu kez sevkiyat bölümleri, süreçlerden başlanır ve daha sonra üst süreçlere geçilir. Her süreç için tedarik süresi, çevrim süresi, değişim süresi, stok seviyeleri gibi önemli bilgiler dökümanite edilmelidir. Stok miktarları haritalandırmada gösterilirken mümkün olduğunca şu anki stok seviyeleri belirtilmeli; ortalama rakamlar kullanılmamalıdır[22].

Mevcut durum haritasının diğer bir bileşeni bilgi akışıdır. Bilgi akışları hangi sürecin işini nasıl ve neye göre yapacağını belirtir. Bilgi akışları genelde haritanın üzerlerinde bulunur. Genellikle haritada sağdan sola çizilir ve daha önce çizilmiş olan malzeme akışı ile birleştirilir. Haritanın tamamlanmasından sonra zaman çizelgesi her süreç için toplam süre ve toplam süre içerisindeki katma değerli süreler belirtilerek çizilir. Bu zaman dilimleri her süreç için gerçekleşen toplam süreyi gösterir.

Değer akış haritalandırmada üçüncü adım gelecek değer akış haritasının oluşturulmasıdır. Değer akış haritalandırmanın amacı israf kaynaklarını ve gözle görülebilir iyileştirmeler için hedef alanlar göstermektir. Gelecek değer akış haritası israfları ortadan kaldırmak için hangi yalın aracına ve nerede ihtiyaç duyulduğunu vurgulayan bir uygulama planından farklı bir şey değildir. Gelecek değer haritasını da oluşturduktan sonra son adım gelecek değer haritasında üretilen farklı fikirleri uygulamayı deneyerek bu fikirleri hayata geçirmektir.

3.1.1.3 Sürekli akış

Rother ve Harris'e göre akış ilkesinin potansiyelini ilk algılayanlar Henry Ford ve ortakları olmuştur. 1913 yılında T model arabanın üretimi için gerekli çaba, son montaj hattında sürekli akış uygulanarak %90 oranında azaltılmıştır. Ancak bu yaklaşım özel

koşullarla sınırlı kalmıştır. Çünkü on dokuz yıl boyunca hep aynı modelden çok yüksek miktarlarda üretim yapmak ancak o günün pazar koşullarında mümkün olmuştur. Günümüzde ise bir üründen milyonlarca yerine sadece onlarca veya yüzlerce talep edilen ufak parti üretim ortamında, tüm ürün çeşitleri için sürekli akışı gerçekleştirmek ve bunu müşteri talebindeki dalgalanmalara uydurmak gerekmektedir. Bunu başaran işletmelerde üretkenlik ve kalite düzeyinde ciddi sıçramalar sağlanabilmiştir[4].

Klasik kitle üretiminde tasarım, üretim, ya da satış faaliyetleri için yapılması gereken işlemler tiplerine göre gruplandırılarak her iş tipi için departmanlar oluşturulur. Ürün bu departmanlar arasında ve işlem gören diğer ürünler arasında sırasını bekleyerek dolaşmaya başlar. Sonuç gecikmeler, geriye dönüşler, gözden kaçan problemler ve pek çok israftır. Ancak akışın sağlanması yeterli değildir. İstenmeyen ürünleri hızla akıtmak sonuçta sadece israf olacaktır. Müşteriye istemediği ürünlerin itilmesi yerine müşteri istediğinde ürünü çekmesini sağlamak pek çok israf kaynağını ortadan kaldıracaktır. Sürekli akış uygulandığında ürün geliştirme, sipariş alma, fiziksel üretim işleri çok kısa sürede tamamlanabilir hale gelecektir. Bu müşterinin gerçekten istediği şeyleri, tam istediği zamanda tasarlayabilme, planlayabilme ve üretebilme imkânını verdiğinden satış tahmini yapmak, karmaşık planlama yazılımları kullanmak, stokta kalan ürünleri itmek için kampanyalar düzenlemek zorunluluklarını ortadan kaldırarak sadece istenen şeylerin daha iyi üretilmesine odaklanabilmeyi de sağlayacaktır.

3.1.1.4 Çekme

Smalley'e göre çekme, sonraki aşamalarda yer alan müşteri istemeden önceki aşamalarda hiçbir şekilde ürün ya da hizmet üretilmemesi anlamına gelir. Çekme ilkesi, nihai müşterinin belli bir ürün için yaptığı taleple başlar, ürün müşteriye ulaşana kadar geçen tüm aşamaları geriye doğru izleyip her aşamanın bir öncekinden talep etmesiyle üretimi başlatmak şeklinde uygulanır[2].

Çekme uygulandığında stoklara gerek kalmaz, istenmeyen üretimin yol açtığı hurda ve fireler engellenir, her tezgâh için çizelgeleme yapmak gerekmez, sürecin baş tarafına doğru talep dalgalanmaları oluşumu engellenir, tüm ürünlerin her türlü kombinasyonda

üretilmesi mümkün olur ve talepteki değişimlere anında uyum sağlanır. Müşteriler beklentilerinin zamanında karşılanacağından emin oldukları ve stokta kalmış ürünleri elden çıkarmak için kampanyalar gerekmediği için talep de istikrar kazanır. Çekme sisteminin önemi firmalar arası değer akışına uygulandığında daha da artar.

Krupp'a göre organizasyonlar değeri doğru tanımlamaya başlayıp, değer akışının bütününde her adımı sorgulayarak, ürünün değer yaratan aşamalar boyunca sürekli akmasını ve müşterilerin değeri işletmeden çekmelerini sağladıklarında süre, maliyet ve hataları azaltmanın bir alt limiti olmadığını görmeye başlarlar. İyileştirme faaliyeti ne kadar tekrarlanırsa tekrarlansın çalışanlar her defasında israfı daha da azaltacak yeni yollar bulabilmektedirler. Bu Yalın Düşünce'nin son ilkesi mükemmelliğin bir hayal olmadığını ifade eder[8].

3.1.1.5 Mükemmellik

Yalın üretim sisteminin sonucunda işgücü verimliliği, süreç tedarik süresi, stoklar, hatalı ürünler ile hurda oranları, ürünü pazara sunma süresi gibi parametrelerin hepsinde birden radikal iyileşmeler görülecektir. Galsworth'a göre yalın üretim'i uygulayan şirketlerin deneyimi üretim verimliliğinde %15 artma, hatalı ürün ve hurdalarda %96 düşüş, stok hızında %50 azalma, malzeme taşımalarında %70 azalma sağlanabildiğini göstermektedir. Mükemmelliğin en önemli hızlandırıcısı şeffaflıktır. Yalın bir sistemde herkes (fason imalatçılar, ilk basamak tedarikçiler, bayiler, müşteriler, çalışanlar) sistemin bütününe görebildiklerinden ve anında geri bildirim imkanı nedeniyle değer yaratmanın daha iyi yolları kolaylıkla bulunabilir. Yalın üretim'de ürünlerdeki hatalar, teçhizat arızaları, beklemler olağan karşılanmaz ve sürekli olarak temel nedeni araştırılarak çözülür. Mükemmelliğe giden yolda PUKÖ (Planla-Uygula-Kontrol et-Önlem al) çevrimi etkin olarak kullanılmaktadır. Bu yaklaşım toplam kalite sistemlerinde de mevcuttur. Ancak yalın üretimin farkı problemin tekrarını önlemeyi hızla mümkün kılmasıdır. Çünkü sistem sürekli akış halindedir, hatalı parça stokları yığılmadan problem oluştuğu anda fark edilebilir, nedenleri kolaylıkla izlenebilir ve en önemlisi stok seviyesi azaltıldığından problem kısa sürede giderilemezse tüm sistem

duracağı için organizasyonun bütün birimlerinde acil müdahale sorumluluğunu zorunlu kılar[40].

3.2 Yalın Üretimin Araçları

3.2.1 U hatları, iş rotasyonu

Nakanishib'e göre son zamanlarda ürünlerin hayat ömürlerinde kısalma eğilimi vardır. Bundan dolayı üretim sistemleri ürün ömrünün bitip ölü stok oluşmaması için üretim partilerini azaltma yoluna gidiyorlar. Yani son zamanların üretim sistemleri daha stokla çalışma eğiliminde üretim gerçekleştirmektedir. Ayrıca çalışan kişiye aynı anda birkaç iş yaptırabilmek için doğru üretim hatlarından U şekilli üretim hatlarına geçiş başlamıştır. Bununla beraber yalın üretim'de en büyük kayıplardan biri de çalışan insanların bir yerden bir yere gitme, makinelerin çalışmasını kontrol etme, ya da makine başında, makinenin devrinin bitmesini bekleme gibi ürüne hiçbir değer katmayan pasif eylemlerinin getirdiği zaman kayıplarıdır[1]. Taiichi Ohno sisteminin temel mantığı, makinelerin doğru çalışıp çalışmadığının kontrolü, makineye parçayı yerleştirme, işlenmiş parçayı alma gibi eylemleri mekanikleştirerek ve otomatikleştirerek, kazanılan zamanı her işçinin birden fazla makineyi çalıştırması şeklinde değerlendirmektir. Böylece bir yandan aynı işi çok daha az sayıda işçiyle gerçekleştirmek mümkün olmakta, diğer yandan da talep yükselmesi ve düşmesi durumlarında sadece işçi sayısı ile oynanarak üretim verimini talepteki esnekliğe adapte etme olanağı elde edilmektedir. Buna aynı zamanda iş rotasyonu da denmektedir. Taiichi Ohno'nun bir işçinin birden fazla makineden sorumlu olması ilkesi ile ortaya çıkan yerleşim düzeni "U-hatları" olmuştur[12].

Burada, parçayı makinelere otomatik olarak yerleştiren ve işlem bitince yine otomatik olarak makineden alıp kızaklara ileten donanım olmasa da (yani bu işleri işçinin kendisi yapsa da), bir sonraki bölümde inceleyeceğimiz gibi sistem içinde mutlaka makinelerin doğru çalışıp çalışmadığını kontrol edici donanımın bulunması (poka-yoke ya da otonomasyon) şarttır. Böylece bir makine çalışırken, işçi o makineyi kontrol etmek

zorunda kalmadan bir sonraki/önceki makineye parçayı yerleştirip makineyi çalıştırabilir. Uzmanlar birçok firmada işçi verimini artırmak için ilk yapılan işlerden biri olan makine yenileme operasyonunun U-hatları sayesinde çoğu durumda gereksiz hale geleceğini çünkü U-hatlarıyla aynı hedefe çok daha az masrafla ulaşılabilceğini belirtmektedirler. Yalın üretim sürecine giren çoğu firmada U-hatları uygulaması öncelikli yer verilmesi de bu nedenledir. Toyota'da işlerin çok daha az kişiyle yürütülebilmesinde, U-hatları uygulamasının büyük payı vardır.

3.2.2 Tek parça akışı

MacAdam'a göre tek parça akışı değer akış haritalandırmanın en önemli araçlarından biridir. Değer akışında, kesintisiz bir akış oluşturmak verimliliği artıracak, tedarik sürelerini azaltacak, kaliteyi artıracak, alan ihtiyacını azaltacak, daha iyi bir süreç yönetimi sağlayacak, iletişim ve takım çalışmalarını geliştirecektir. Bunları sağlamak adına herhangi bir günde hattan çıkacak ürünlerin tüm parçalarının da ilke olarak o gün içinde üretilmesi, tüm üretim birimlerinin kanban ve üretimde düzenlilik ilkesine göre mümkün olan en küçük partilerle çalışılabilmeleri, tahmin edileceği gibi bazı ön koşullara bağlıdır[3]. Her şeyden önce, üretkenliğin çok yüksek, üretim sürelerinin çok kısa olması, üretim akışı içinde gerek işçilerin gerek de bitmiş ve islenmekte olan parçaların beklemeyle hiçbir vakit kaybetmemeleri gerekir. İşlenmekte olan parçaların beklemesi demek, bir parçanın bir islenme aşamasından diğerine hemen geçmemesi demektir, stoklu çalışmada işler zorunlu olarak bu şekilde yürümektedir. Yalın üretimin bu zaman harcamasına bulduğu çözümlerden biri de, herhangi bir atölye içinde bir parçanın nihai halini alması için gereken tüm makinelerin, parçaların islenme akışına dayanarak birbiri ardı sıra yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki süreç için gereken makineden bir sonraki süreçte kullanılacak makineye hiç beklemeden geçmesi şeklindedir. Makinelerin bu şekilde yerleştirilmelerine süreç-bazlı yerleşim ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarılmasına da tek-parça akışı denilmektedir. Tek-parça akışını; süreçler, makineler arası aktarma partisinin bir adete indirilmesi ya da hat ile makine arası stoğun sıfırlanması olarak da tanımlayabiliriz. Paul Cornell tek parça akışını süreçler arası stokların azaltılması olarak tanımlamış ve

bunun sonucunda zaman, para ve alan olarak büyük kazançlar sağlanacağını vurgulamıştır[5].

3.2.3 SMED

Çok çeşitli ürün ve malzeme süreci gerçekleştiren herhangi bir üretim adımında bir ürünün üretim süresini belirlemek bir anahtar operasyon yönetim kararıdır. Ürünün değişim süreleri yüksek ve maliyetli ise şirketler ya üretim sürelerini uzatmakta veya değişimi azaltmak için ara stok çok tutmaktadırlar. Bundan dolayı şirketlerin stoklu çalışmakta birinci sırada gösterdikleri gerekçe, makinelerde bir kalıptan diğer kalıba hatasız ürün elde edecek şekilde geçme süresinin çok uzun tutmasıdır. Kitle üretim sisteminde bu sürenin uzun tutacağı adeta bir veri kabul edilir, dakikalar, hatta bazen saatler alan hazırlık sürelerinin radikal olarak kısaltılması için gerekli çaba gösterilmez. Oysa hazırlık süresi uzadıkça, makinenin aynı parçayı büyük miktarlarda üretmesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır, çünkü makine herhangi bir kalıbı en az hazırlık süresi kadar kullanmalıdır ki makineden alınan verim yüksek, işçilik maliyetleri düşük olsun. Bu durumda stoksuz çalışma yani karışık yükleme akışına ayak uyduracak şekilde değişik parçaları birbiri ardı sıra ve ancak hemen o an gereken miktarlarda üretme, diğer her şey yalın üretime göre yeniden düzenlense bile, imkânsız hale gelmektedir. King'göre Toyota birkaç saat alan kalıp değiştirme işlemlerinin çok zaman alan bir konu olduğunu 1950 yıllarında TPS sistemine gerçek gördü. O zamanlarda endüstri mühendisi olarak danışmanlık yapan Shingo tüm hazırlık zamanlarını düşürmeyi hedefleyen SMED mekanizmasının alt yapısını oluşturmuştur. Shingo tekniklerini kullanarak Toyota kalıp değiştirme sürelerini 1962 yılında 3 saatten 15 dakikaya, 1971 yılında ise ortalama 3 dakikaya düşürmeyi başarmıştır. Bu tarihlerden itibaren Shingo teknikleri SMED ismi literatüre geçmiş ve hazırlık zamanlarının düşürülmesinde bir standart olarak kabul edilmiştir. Böylece herhangi bir makine, bir parçadan değişik başka bir parçaya birkaç dakika içinde geçebilecek duruma gelmiş, makineler inanılmaz bir esneklik kazanarak, birer stok üreticisi olmaktan çıkmışlardır[16].

King' göre SMED yaklaşımını şekillendiren, uygulamasına yön veren ana ilke gereksiz zaman harcamalarından kurtulmaktır. Tüm SMED yaklaşımında, SMED'in alt ilkelerinde bu anlayışın hâkim olduğunu söyleyebiliriz. Genel olarak SMED ilkeleri;

- İlk adım ve birinci ilke, bir kalıptan diğer bir kalıba geçiş sürecinde, makine durduğu zaman yapılan işlerle, makine çalışırken yapılan işleri saptayıp, mümkün olduğunca çok işi makine çalışırken gerçekleştirmeye yönelmektir. Bu yolla süreden %30-50 arasında tasarruf sağlanabilmektedir.
- Kalıp değiştirmede hem bir önceki kalıbın çıkarıldıktan sonra üzerine hemen yerleşeceği, hem de aynı anda bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran rulmanlı sistemler ya da taşıyıcılar kullanılmalıdır. Bu tür mekanizasyon bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısaltacaktır.
- Kalıp bağlama sırasında makineyi ayarlama gereğini önlemek de zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bunun için bağlama sürecinde kullanılan kalıp ve makine bölümlerinde standartlaşmaya gitmek önemlidir. Örneğin, kalıpların makineye bağlantı kısımları standart hale getirilirse yani aynı boyut ve şekilde olursa, kalıplar bağlanırken aynı bağlayıcılar ve takımlar kullanılabilir. Böylece standartlaşan kalıp değiştirme işi daha az süre tutacaktır.
- Mengene ve bağlayıcıları vida ve civata gerektirmeyecek şekilde tasarlamak da zaman tasarrufu sağlar. Böylece işçiler çok daha kısa sürede sıkıştırma ve gevşetme işlemlerini yapabileceklerdir.
- Kalıp değiştirme süresinin %50 kadarı, bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmalarıyla harcanır. Oysa bu zaman kaybı, kalıbın ilk anda tam gerektiği şekilde yerine oturması sağlarsa, kendiliğinden önlenmiş olacaktır. Burada kullanılabilecek yöntemler arasında kalıbın bir dokunuşta yerine oturabileceği kaset sistemleri ya da makineye eklenecek limit anahtarları sayılabilir. Böylece kalıp takıldıktan sonraki ayarlama işlemine gerek kalmaz.
- Kalıpları, makinelerden uzak depolarda saklamak, taşıma ile vakit kaybedilmesine yol açar. Bunun çaresi sık kullanılan kalıpları makinelerin hemen yanlarında tutmaktır[16].

3.2.4 Kanban sistemi

Yalın üretimin amacı tüm üretim aşamalarının ya da üretim istasyonlarının gereksiz üretim yapmalarını önlemektir ve bu amaca ulaşmak için de her bir üretim istasyonunun ancak kendisinden bir sonraki istasyonun hemen işleme geçirebileceği miktarda parçayı, ne eksik ne de fazla olarak tam zamanında üretmesi ilkesine göre çalışılır.

Aktürk ve Erhun'a göre çekme sisteminin ve tam zamanında üretim felsefesinin en önemli bileşenlerinde biri kanban sistemidir. Kanban Japonca'da kart anlamına gelmektedir. Kanban sisteminde kartlar üretim ve malzeme akışlarını yönetmek için kullanılır. Bu sistem JIT'in bilgi işleme ve bilgiyi yönetme sistemidir. Kanbanlar üretim sistemi içerisinde parça çekmelerde kullanılır iken, aynı zamanda süreç içerisindeki stokları kontrol etmek ve görsel hale getirmede de kullanılırlar. Sistem genel olarak üretimin tüm aşamalarındaki üretim ve malzeme akışlarını etkin bir şekilde yöneterek stok miktarlarını belirli bir seviyede tutmada etkin bir rol oynar. Bu yüzden kanban sistemi üretim hatlarını beslemede kullanılabilecek en iyi sistem olarak düşünülebilir[7]. Rother ve Shook'a göre kanban sistemlerinin uygulama esnasındaki uyulması gereken kurallar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Sonraki üretim süreci önceki süreçten gerekli parçaları gerekli miktarda gereken zamanda çekmektedir,
- Önceki üretim süreci sonraki süre tarafından çekilen miktar kadar üretim yapmak zorundadır,
- Hatalı parçalar, hiçbir zaman bir sonraki üretim sürecine geçirilmemelidir.
- Kanban sayısı en aza indirilmelidir,
- Kanban, talepteki ufak dalgalanmalar karşısında üretim hızını ayarlamak amacıyla kullanılmalıdır[29].

Taichi Ohno'ya göre kanban sistemlerinde iki tür kanbandan yararlanılmaktadır. Birincisi çekme kanbanı, diğeri de üretim kanbanıdır. Çekme kanbanı, montaj hattından başlayarak değişik atölyeler arasında ve nihayet fabrika ile yan sanayiler arasında ürün çekilmesi sırasında kullanılır. Üretim kanbanı ise, üretime geç sinyali verir ve her bir atölyenin ya da yan sanayi firmasının kendi içinde üretimin gerçekleşmesi sırasında

kullanılır. Kanbanla çalışmak, binlerce parçanın üretimini kapsayan, örneğin, otomobil gibi karmaşık bir ürün söz konusu olduğunda, son derece etkin ve esnek bir haberleşme sistemini kendiliğinden sağlar[12]. Şekil 3.2 ve 3.3’ de Monden’in TPS kitabından alınmış olan üretim ve çekme kanban örnekleri gösterilmiştir[14].

Stok Raf No : 5E215 Parça Arka No: A2 15			Önceki Operasyon Dövme B-2 Sonraki Operasyon Talaşlı İmalat M-6
Parça No : 356 70 S 07			
Parça Adı : Tahrik Pimi			
Araba Tipi : Sx50 BC			
Kutu Kapasitesi	Kutu tipi	Sayı	
20	B	4/8	

Şekil 3.2 Çekme kanbanı

Stok Raf No : F26 - 18	Parça Arka No: A5-34	Operasyon Talaşlı İmalat SB-8
Parça No : 56790-321		
Parça Adı : Krank Mili		
Araba Tipi : Sx50BC -150		

Şekil 3.3 Üretim kanbanı

3.2.5 Heijunka

Diğer bir adı da üretim dengeleme olan Heijunka, Liker’e göre çekme sistemi üzerine kurulmuş, müşterinin satın aldığı ürünü üretmek üzerine tasarlanmış bir yalın üretim aracıdır. Heijunka uygulamasının temel hedefi müşteri taleplerindeki ani değişimlerin üretim üzerindeki olumsuz etkilerini tamamen ortadan kaldırmak veya en aza indirmektir. Böylece üretimden geriye doğru dengeli, düzenli, ritmik üretim ile verimliliği en üst seviyelere çıkararak katma değeri artırmaktır[6].

Yine Liker’e göre Heijunka uygulamalarına başlarken öncelikle bilinmesi gereken firmamın malzeme, ürün ve bilgi akışının yerinde ve ayrıntılı şekilde incelenmesi gerektiğidir. Bilgisayar içinden alınacak verilere güvenilmemeli ve malzeme ile birlikte kaizen grubunu da hareket ettirerek tüm ekibin sistemi, problemleri insanların düşüncelerini iyice anlamaları sağlanmalıdır. Heijunka uzun vadeli düşünülmesi

gereken bir sistemdir. Anlık uyarlamalar genellikle problemlerin doğmasına neden olmaktadır[6].

Heijunka uygulamalarının sağlıklı olabilmesi için firma yalın üretim sistemi uygulamalarında belirli bir aşamayı geçmiş olmalıdır. Örneğin model değişim sürelerini kısaltmış, kanban uygulamalarını özümsemiş olmalıdır. Böylece firma üretimini dengeleyerek üretimde, lojistikte ve tedarikçilerinde ani sıçramalar ve durmalar nedeni ile oluşacak kayıpları ortadan kaldırabilir, stok seviyelerini günlerden saatlere indirebilir.

3.2.6 İş standardisizasyonu

Abdullah'a göre israfların ortadan kaldırılmasının en önemli prensiplerinden biri de çalışanların faaliyetlerinin standardizasyonudur. Standart hale getirilmiş iş temel olarak her çalışmanın etkili bir sıra ile organize edilmesi ve yürütülmesini sağlamaktadır. İşin kimin yaptığı önemli olmadan, yani kişiye bağımlı kalınmadan iş sonunda aynı kalite elde edilebilmektedir. Toyota'da her çalışan sürekli iş yaparken aynı adımları izlemektedir. Bunu yaparak, hat dengeleme sağlanmış, süreç içi stoklar minimize edilmiş ve katma değersiz faaliyetler azaltılmış olmaktadır[22]. İşleri standardize etmek için kullanılan bir araç tempo süresidir. Tempo süresi bir parçanın müşteri talebine bağlı olarak ne kadar sıklıkla üretilmesi gerektiğini gösteren bir değerdir. Buradaki hedef üretim adımlarının Tempo süresinden yüksek olmamasıdır. Feld'e göre tempo süresi aşağıdaki gibi hesaplanır [41]:

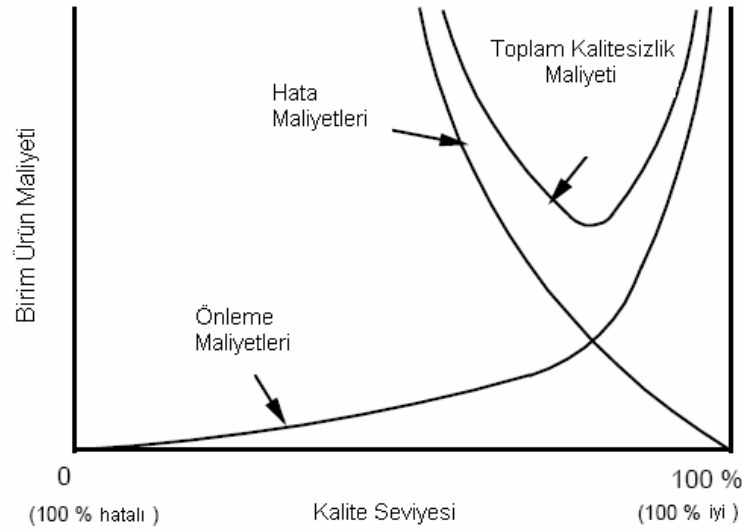
$$\text{Tempo Süresi} = \text{Günlük Çalışma Süresi} / \text{Günlük Müşteri Talebi}$$

3.2.7 Sıfır hata

Schneiderman'a göre hatalı ürün sayısı düştükçe, değerlendirme ve önleme maliyetleri artmaktadır. Aynı zamanda hatalı ürünlerin onarılması işgücü ve amortisman maliyetini arttıran bir faktördür. Tüm bu maliyetlerin toplamı üretimde kalitesizlik maliyeti olarak isimlendirilir. Eğer firma ürünlerin istenen kalitede üretilmesini garanti edemiyorsa, herhangi bir değer katmayan ve işgücü maliyetini artırıcı bir unsur olan kalite kontrol faaliyeti içinde bulunmak zorunda kalır. Üretilen pek çok ürünün ya da parçanın

kalitesiz olduğu için ıskarta edilmesi işgücü ve makine zamanını israf etmek anlamına gelecektir ve maliyeti artırıcı bir unsur olacaktır. %100 kalitesinden emin olunmayan ürünlerin müşteriye ulaşması durumunda kullanımda oluşacak arızalar sorun yaratacaktır[21].

TÜS üretim prensibiyle kalite düzeyinin yükseltilmesi zorunluluk olmaktadır. Stoksuz üretim prensibiyle gerçekleştirilecek üretim sürecinde oluşabilecek ıskarta üretimin tamamen durması anlamına gelecektir. Yalın üretim sistemini uygulamayan birçok firmada %1-5 arası ıskarta oranı normal bir seviye olarak ele alınırken yalın üretim sisteminde en düşük hedef ıskarta oranının milyonda birler seviyesine indirilmesidir. Ancak asıl hedef sıfır hata noktasına ulaşılmasıdır. Bu noktada optimum kalite seviyesi kavramı ortaya çıkmıştır.



Şekil 3.4 Kalitesizlik maliyeti grafiği[42]

J.M.Juran optimum kalite kavramını kalite kontrol el kitabında incelemiştir. Juran'a göre toplam kalitesizlik maliyetlerinin içerisinde hata maliyetlerinin oranı ile değerlendirme ve önleme maliyetlerinin toplamı eşit olduğunda kalite seviyesinde finansal olarak en uygun değeri yakalamış olmaktadır. Nedeni ise önleme faaliyetlerini artırdığımız takdirde hatalı parça sayısı azalacak; fakat önleme kalitesizlik maliyetlerine

bağlı olarak toplam kalitesizlik maliyeti artacaktır. Juran bu ilişkiyi aşağıdaki grafikte anlatmıştır[42].

3.2.8 Toplam üretken bakım

Abdullah'a göre makine duruşları atölyelerde çalışan insanları ilgilendiren en önemli konulardan biridir. Eğer bir makinenin duruşuyla tüm üretim hattı etkilendiği için atölyedeki bir ekipmanın güvenilirliği çok önemlidir. Bu nedenle ani makine duruşlarını engelleyebilecek veya azaltacak önemli araçlardan biri de toplam üretken bakımdır[22]. Feld'e göre arıza bakım, koruyucu bakım ve önleyici bakım olmak üzere TPM'in üç ana bileşeni vardır. Önleyici bakım tüm ekipmanları rastgele bakımlar yapmak yerine düzenli ve planlanmış bakımlar yapmayı öngörür. Bu şekilde çalışan makinenin duruşuna sebep olabilecek herhangi problemi daha önce görür ve problem ortaya çıkmadan gerekli faaliyetleri yerine getirir. Bu şekilde makine duruşları engellenmiş; üretim verimliliği artmış olmaktadır.

Düzeltilici bakım ise yeni bir ekipman almak ve makineye yerleştirmek kararları ile ilgilenir. Makine sürekli duruşa geçiyor ve makine bileşenleri sürekli kırılıyor ise, bu ekipmanları yenisi ile değiştirmek en iyisidir. Sonuç olarak makine uzun süreler bozulmadan çalışacak ve verimliliği daha yüksek olacaktır. Ayrıca bir makinenin bakımı zor ise ve bu makine sürekli arıza veriyor ise, bu makinenin bakımını yapan çalışanda isteksiz olacak ve bu da makineye yatırım yapılan paranın büyük oranda israf olacağını göstermektedir[41].

3.2.9 Hücresel imalat

Abdullah'a göre hücresel imalat yalın olmak isteyen organizasyonlar için temel taşlardan biridir. Hücresel imalat'ın temel mantığı mümkün olan en az israfla ürün çeşitliliğini artırmaktır. Bir hücre süreç boyunca malzeme ve bileşenlerin düzgün akışını sağlamak amacı ile belirli bir sıra ile dizilmiş iş istasyonları ve ekipmanlar içermektedir. Aynı zamanda bu hücreye nitelikli ve ilgili işi yapabilecek eğitimleri almış operatörler atanmaktadır[22].

İnsanları ve ekipmanları hücre içerisine anlamlı bir şekilde dizmek yalın hedeflere ulaşmak açısından büyük avantajlar sağlamaktadır. Hücre tipi imalatın avantajlarından biri daha önceki bölümlerde de detaylı açıkladığımız tek parça akış kavramıdır. Tek parça akış sisteminde parça herhangi bir kesintiye uğramadan ve müşterinin istemiş olduğu zaman adımlarında hareket etmektedir. Ürün çeşitliliğini artırmak da hücresel imalatın diğer bir avantajıdır. Müşteriler hızlı teslimat oranları ile yüksek çeşitlilikte ürünler talep ettikleri zaman, süreçlerde bu esnekliğe sahip olmak önemli bir konudur. Bu esneklik benzer ürünleri gruplayarak, bu ürün ailelerini aynı sıra içerisinde ve aynı ekipmanlarda işleyebilmek yolu ile başarılır. Bu aynı zamanda ürünler arasında küçük parti üretimini de destekleyerek, ürünler arasındaki değişim süresi azaltmaktadır. Hücresel imalatın diğer faydaları aşağıdaki gibidir[22]:

- Stok (özellikle WIP) azaltılması,
- Taşıma ve malzeme yer değiştirmesinin azaltılması,
- Daha iyi alan kullanımı,
- Tedarik süresi azaltılması,
- Makine problemler ve hataların sebeplerinin belirlenmesi,
- Verimlilik artışı,
- Takım çalışmalarının ve iletişimin geliştirilmesi,
- Esnekliğin ve görselliğin geliştirilmesi.

3.2.10 Sürekli iyileştirme

Monden'e göre sürekli iyileştirme yalın üretim sistemlerinin temel prensiplerinden biridir. Aynı zaman da Japonca değişim (kai) ve iyi (zen) kelimelerinden oluşan kaizen de sürekli gelişme anlamında kullanılmaktadır. Bu sözcük bir felsefeyi, bir yaşam tarzını ifade etmektedir. Japonlara göre her geçen gününün bir öncekinden daha iyi olması için evde, işte ve sosyal yaşamda sürekli çaba içinde olunmalıdır[14].

Sorunu kökten çözmenin prensip olduğu kaizen uygulamalarının ön koşulu sorunları saklamamaktır. Ömür boyu iş garantisi altında çalışan tüm işçilerin sürekli iyileştirme çalışmalarına takım çalışması anlayışı içinde katılmasına imkân veren ve tüm

Çalışanların yaratıcı potansiyellerine saygı duyan bir sistem olan kaizen’de çalışanların potansiyellerinden yararlanılması kalite çemberleri ile sağlanır.

Shingo' nun da belirttiği gibi hiçbir işlemin son halini almadığı, daha da mükemmelinin arandığı anlayışının bir sonucudur. Kaizen felsefesi bir problem çözme tekniği olduğu kadar aslında problemlerin ortaya çıkarılmasında da önemli bir role sahip bir tekniktir. Problem ortaya çıkmadığında gerçek anlamda bir iyileştirmeden de söz edilemeyeceği açıktır. Problemler özıldükçe iyileştirmede de bir adım daha ileri gidilmiş olacaktır. Önemli olan kaizen felsefesinin altında yatan mevcut durumla yetinmeme prensibini uygulamaktır. Kaizen felsefesini şirket içi uygulanmasında izlenmesi gereken 5 temel adım aşağıdaki gibidir[13]:

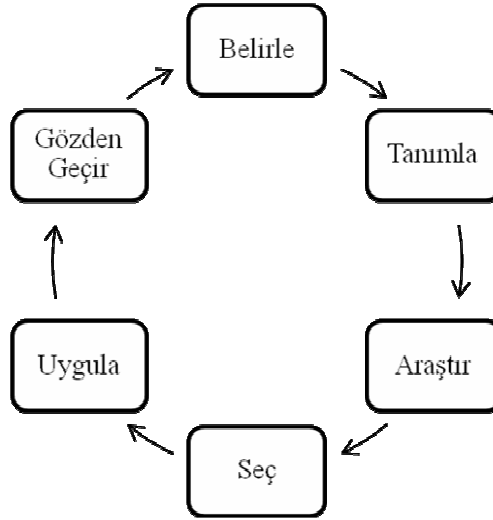
- Problemin saptanması,
- Problemin (mevcut durumun) incelenmesi,
- Fikir üretme,
- Değerlendirme,
- Uygulamaya geçilmesi,

3.2.11 Problem özme teknikleri

Her şeyden önce, problemlere etkin özümmler getirebilmek için, sorunlar hakkında doğru, yeterli ve anlam ifade eden verilerin toplanması gereklidir. Verilerin analizinin sonucunda, sürekli gelişim için temel noktalar bulunabilecek ve problemler çözülebilecektir. Tidd’e göre sürekli iyileştirme süreci içerisinde problem çözme döngüsü şekil 3.5’ deki gibidir[17]:

İlk safha olan “Belirle” de organizasyon çözmek için bir problem olduğunun farkına varır. Daha sonra sırasıyla farkına varılan problemin tanımlanması “Tanımla” safhasında detaylı bir şekilde yapılır. Problemin tanımlanması da yapıldıktan sonra hangi yollarla problemin çözüleceği “Araçtır” safhasında yapılır. Problem özme yollarıda belirlendikten sonra hangi yolun daha uygun olduğu kararına “Seç” safhasında verilir ve en uygun metot seçildikten sonra bu metodu uygulamak gereklidir ve bu da “Gerekleştir” safhasında yapılır. Uygun metot gerçekleştirildikten sonra problemin

özölüp özölmediği izlenimi “Gözden Geçir” safhasında yapılır ve bundan sonraki aşamada alınacak kararar bu safhada verilir ve eğer problem özöl­dü ise döngü sonlandırılır veya özölmedi ise aynı döngü farklı çözüm metotları izlenmek üzere tekrar devam ettirilir.



Şekil 3.5 Problem özme döngüsü

Tidd’e göre günümüzde kullanılan problem çözme teknikleri şunlardır[17]:

- Beyin Fırtınası
- Pareto Analizi
- Sebep – Sonuç Diyagramı
- Dağılım Diyagramı
- Kontrol Listeleri
- Akış Şemaları
- Kontrol Grafikleri.

3.2.12 Tam zamanında üretim sistemi

Nahmias’a göre yalın üretim ile yakından ilgili diğer bir prensipte Tam Zamanında Üretim sistemidir (TÜS). Tam zamanında üretim doğru parçanın, doğru yerde ve doğru zamanda üreterek, üretim israflarının kaynaklarını ortadan kaldırmayı tetikleyen bir

yönetim fikridir. Burada WIP, hatalar, zayıf çizelgeleme gibi israflardan bahsedilmektedir [27]. Monden'e göre stok ve malzeme akış sistemleri genel olarak itme (geleneksel) ve çekme (tam zamanında) sistemleri olarak sınıflandırılmaktadır. Her iki sistem için de müşteri talepleri itici güçtür. Fakat iki sistem arasındaki fark müşteri talebini ele alış şeklidir. TÛS doğru parçayı, doğru zamanda ve doğru yerde üretmek yolu ile müşteri taleplerindeki ani değişikliklere şirketin iç süreçlerini hazırlıklı ve uyum sağlayabilir şekle dönüştürmektedir[14].

Hall'e göre TÛS'de en büyük israf kaynağı olarak stoklar dikkate alınır. Ancak tedarikçilerine olan güvensizlikten dolayı imalatçı firmaların hammadde kaynaklı stok tutma eğiliminde oldukları görülmektedir. Günümüz süreç odaklı sistemlerde ise tedarikçi ve alıcı firmalar birbirini takip eden ardışık süreçler olarak düşünülmekte ve karşılıklı faydaya dayalı tedarikçi ilişkileri dikkate alınmaktadır. Tedarik zinciri sistemini tarif etmek için çok sayıda model geliştirilmesine rağmen, bunların hiç birisinde tedarikçi-perakendeci ilişkisi, kanban sayısı ve kanban operasyonları gibi üretim sistemlerinin başlıca karakteristiklerine fazla önem verilmemiştir. Oysa iki ardışık sistemden çok hammadde ve bitmiş ürün aşamasını kanbanla bağlamak daha fazla önem arz etmektedir[20].

Monden'e göre TÛS, üretim faaliyetlerini ve üretimi, istenilen miktarda, istenilen kalitede ve istenilen zamanda üretmeyi sağlayan bir üretim sistemidir. TÛS'de üretime hazırlık sürelerinin ve parti büyüklüklerinin azaltılması, önleyici bakım, kanban, çekme sisteminin oluşturulması amaçlanmaktadır. TÛS'nün başarılı bir şekilde uygulanmasında, tam zamanında tedarik, tedarikçi kalite düzeyleri, çok fonksiyonlu işgücü, küçük sorun çözme grupları ve eğitimi, günlük çizelgeleme, tekrarlı ana çizelge, önleyici bakım ve fabrika içi yerleşim faaliyetleri önemli katkılar sağlamaktadır[14].

Garoma'ya göre TÛS'ün amaçları temelde; üretimdeki gereksiz verimliliği önleyen işleri gidererek toplam üretim sisteminin optimizasyonuna yönelik politika ve yöntemlerin geliştirilmesidir. TÛS felsefesinin diğer bir temel amacı; israfın bütün çeşitlerine karşı amansız bir mücadele verirken toplam süreç maliyetini minimize etmek

ve doğru zamanda doğru miktarda ürün ve hizmetleri dağıtarak müşterileri memnun etmektir. TÛS' ün buradaki amacı gerçekten özlü bir pazarlamadır. TÛS sisteminde stok bulundurma ve hazırlık maliyetlerinin minimuma indirilmesi ve dolayısıyla en düşük maliyetle ürünlerin üretilerek ve bir çeşit maliyet liderliği yaparak müşteri ihtiyaçlarına anında cevap verilmesi hayati öneme sahiptir. Bu amaçlar şu şekilde özetlenebilir[10]:

- Sıfır hata,
- Sıfır hazırlık süreleri,
- Sıfır stok,
- Sıfır taşıma,
- Sıfır tedarik süresi,
- Sıfır parti büyüklüğüdür.

TÛS birçok yararları vardır. Bunların başında israfları ortadan kaldırmak yolu ile maliyetleri minimuma indirmek vardır. Garoma'ya göre başarılı bir organizasyonun amaçları müşteri tatminini sürekli iyileştirmek ve minimum maliyeti sürekli sağlamaktır. JIT felsefesi her şeyi tam zamanında yaparak maliyetleri ve israf edilen zamanları en aza indirmeyi tetiklemektedir. JIT stok planlamada, stoklar etkin bir şekilde yönetilerek sermaye maliyetleri en aza indirilmektedir. Genel olarak JIT sistemin yararları aşağıdaki gibidir [10]:

- Stokların en aza indirilmesi,
- Kalite iyileştirilmesi,
- Verimlilik kazançları,
- Kâr marjının artması,
- Rekabet konumunun artması.

3.2.13 Jidoka

Japonca bir kelime olan Jidoka dilimizde otonomasyon demektir. Bir tezgâhta otonomasyon, hatalı parça üretildiğinde tezgâhın kendiliğinden durması demektir. Toyota üretim ekipmanları ve sistemleri, anormallikleri fark edip hata olduğunda

otomatik olarak durmak üzere tasarlanmıştır. Aynı zamanda çalışanlar da şüpheye düştükleri durumlarda üretim akışını durdurabilecek şekilde donanımlıdırlar.

TÜS yürütülmesi için % 100 hatasız parça akışı gereklidir. Otonomasyon, hatalı parça akışını önleyen bir mekanizmadır. Üretim sırasında bir arıza ortaya çıktığında da, her eleman öngörülen program çerçevesinde ilerlemeye devam edebilmek için kendisine gerekli olan özel bilgileri alabilmelidir. Bunun olması da her iyi yöneticinin birinci görevidir, çünkü oto-aktive bir üretim sisteminde, "görsel kontrol" her bölümün zayıf noktalarının tespit edilmesini ve her işçinin bu noktaları açık olarak görmesini sağlar. Böylece ortak hedefe ulaşmada herkes uyumlu bir katılım içine girer.

3.2.14 Poka – yoke

Geleneksel kalite kontrol, bir üretim sürecinin belli aşamalarında ve sonunda üretilen ürünün muayenesi ve hatalı ürünlerin ayıklanarak müşteriye ulaşmasının önlenmesi esasına dayanır. Dolayısıyla ayrılan her ürünün maliyeti, sağlam ürünlerin üzerine yüklenmektedir. Toplam kalite bir ürün veya hizmetin ilk aşamasından müşteriye teslim edilene kadar geçen süreçte yapılacak tüm işlemlerin hatasız olmasını sağlamayı hedefler. Dolayısıyla hatalı ürünlerin üretilmesi önlenemediğinden maliyetlerde düşmektedir. İşletmelerde üretilen hatalı ürünler, o işletmenin maliyetlerine düzeltme veya hurda maliyeti olarak etki etmektedir. Yükselen maliyetlerle şirketin rekabet gücünde azalmalar meydana gelebilecektir.

Szewieczek'e göre hızla gelişen teknolojiye ayak uydurmak ve müşteri memnuniyetini sağlamak için müşterilerin kaliteli ve hatasız ürün / hizmet taleplerini yerine getirmek, işletmelerin en önemli amacıdır. Sıfır hata programı, işletmelerin bu amaca ulaşabilmeleri için izlemeleri gereken yöntemlerden biridir. Şirketler sıfır hata programını uygulayarak, hem maliyetleri düşürürler, hem de müşterilerin istedikleri kalitedeki mamulleri ilk sefer de hatasız olarak yaparlar. Sıfır hata programı gerçekte hataları bulmak yerine onları önlemeyi amaçlayan kalite teminat metodudur. Önem, ürünlerdeki hataları bulmak yerine üretim sırasında hataların önlenmesine verilir[15].

Bir işletmede çalışanların fiziksel, psikolojik ya da fizyolojik nedenlerden dolayı hata yapmaları olasıdır. Poka-yoke ile bu tür küçük dikkatsizlikler sonucu, fark edilmeden diğer sürece geçen hataların minimize edilmesi sağlanmaktadır. Hataları ortaya çıkmadan önlemeyi hedefleyen Poka-yoke, hataları azaltarak fire oranlarını düşürür ve sonuç olarak da verimliliği artırır. Poka-yoke üretim, satış, pazarlama, dağıtım ve müşteri hizmetleri gibi üretimin birçok alanında kullanılabilir.

Hata önleyici genel anlamda basit bir araçtır ve hata olasılığı olan üretim süreci içerisindeki herhangi bir yerde kullanılabilir. Hata yalnızca çalışanların dikkatsizliğinden kaynaklanmaz. Ayrıca makinelerin ve süreçlerin başarısız olmasından da kaynaklanabilir. Hata önleyicilerin temeli; süreçlerin ve ürünün birlikte tasarlanmasıdır.

Szewieczek'e göre Poka-yoke yöntemleri, önlemeye yönelik ve bulmaya yönelik olmak üzere ikiye ayrılır. Önlemeye yönelik Poka-yoke, hata olmadan önce, uygun yöntemlerle veya hata olacağını fark etmeyi ve hata olmadan önlemeyi hedeflemektedir. Bulmaya yönelik Poka-yoke ise hata olduktan sonra hatanın farkına varıp veya hatalı ürün bulup devamını önlemeyi hedeflemektedir[15]. Ayrıca Poka-yoke teknikleri, kaizen tekniklerinin de bir parçasıdır. Kaizen performansta sürekli geliştirme, fayda-maliyet analizleri ve kalite ile ilgilidir. Görüldüğü gibi, Poka-yoke yöntemi, yalnızca üretim hatlarında uygulanan bir yöntem değildir. Çevremize baktığımızda, pek çok Poka Yoke uygulamasına rastlamak mümkündür. Poka-yoke sistemi incelendiğinde görülecektir ki, bugüne kadar işletmelerimizin birçok noktasındaki hatalar ve arızalar bu basit ve düşük maliyetli sistemle elimine edilecek, arızalar ve bakım için hattın durdurulmasıyla kaybedilen zaman tekrar kazanılacaktır.

3.2.15 5S

Monden'a göre TŪS'in en önemli araçlarından biri de 5S'tir. 5S TŪS'de israf azaltımına atılan ciddi ve ilk adımlardandır. Japon üretim yönetiminde uyguladığı 5S sistemi 5 basamaktan oluşur:

- İşyeri düzenlemesi (Seiri),

- Organize olma (Seiton),
- Temizlik (Seiso),
- Standartlaşma (Seiketsu),
- Eğitim ve Disiplin (Shitsuke).

5S, beş adımdan oluşan, amacı “çalışma ortamının organizasyonu ve israfın yok edilmesine yardımcı olmak” olan, son derece basit ve bütün yalınlaştırma / yeniden yapılandırma çalışmalarının merkezinde yer alan bir yöntemdir[14]. Hedef yaşadığınız ve çalıştığınız ortamın temiz, derli toplu, sağlıklı ve güvenli olmasını temin etmek, bu şartları sürekli kılmaktır.

Feld’e göre Seiri – İşyeri Düzenleme, yapılanma amacıyla, eşyaları doğru yerlere yerleştirmek, eşyaları sınıflandırmak, kir ve pisliğin gerçek sebebini bulmak, temizlemesi zor alanlardan kurtulmak, gereksiz olanlardan kurtulmak, kir ve kaçakların sebebini bulmak, yerleri temizlemek, ambarları düzenlemek gibi yöntemleri kullanır. Seiton – Organize Olma, düzen amacıyla fonksiyonel yerleşim planını belirlemek, yerleri tanımlamak-sınıflandırmak, işaretlemek, böylece ihtiyaç duyulan şeylere, ihtiyaç duyulduğu anda hızla ulaşabilmek, arama çabasını minimize etmek, ilk giren ilk çıkar kuralını uygulamak, açık uyarı panoları yerleştirmek gibi yöntemleri kullanır. Seiso – Temizlik, temizlik amacıyla çöp, pislik ve yabancı maddelerinden kurtulunması, her zaman teftişe hazırlanıyormuş gibi temiz olunması, bireysel sorumlulukların tanımlanması, temizlik kampanyasının başlatılması, temizlik kontrollerinin yapılması gibi yöntemleri kullanır. Seiketsu – Standartlaşma, süreklilik amacıyla ideal durumun, standart çözümlerin ve sorumlulukların tanımının yapılması, tehlikeli bölgelerin işaretlenmesi, etiketlerin kullanılması, fonksiyonel işaretlemelerin yapılması, fonksiyonel renk göstergelerinin kullanılması, kabloların düzenlenmesi, kontrol noktalarının-hassas bakım noktalarının-alt üst limitlerin işaretlenmesi, şeffaflığın sağlanması, organizasyonun düzen ve sürekliliğinin korunması gibi yöntemleri kullanır. Shitsuke – Eğitim ve Disiplin, disiplin’in sağlanması amacıyla her zaman doğru şeylerin kurallarına göre yerine getirilmesi, alışkanlıkların yaratılması, disiplinli bir çalışma alanının oluşturulması toplu temizlik, etrafı toplama egzersizleri, güvenlik kıyafetlerinin

giyilmesi, topluma açık yerlerin yönetimi, acil durumlar için tatbikat yapılması gibi yöntemleri kullanır[41].

3.3 Üretim sistemleri ve yalın uygulamaları

3.3.1 Kesikli üretim ve sürekli üretim

Needy'ye göre üretim sistemleri kesikli ve sürekli üretim sistemleri olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Kesikli üretim motor, otomotiv, kahve makinesi, bulaşık makinesi, mobilya gibi farklı parçalardan oluşan ürünlerin üretimini temsil etmektedir. Diğer taraftan sürekli üretim ise boya, çelik, tekstil, düz cam, petrol gibi sayılamayan fakat ölçülebilen ürünlerin üretimini içermektedir[43].

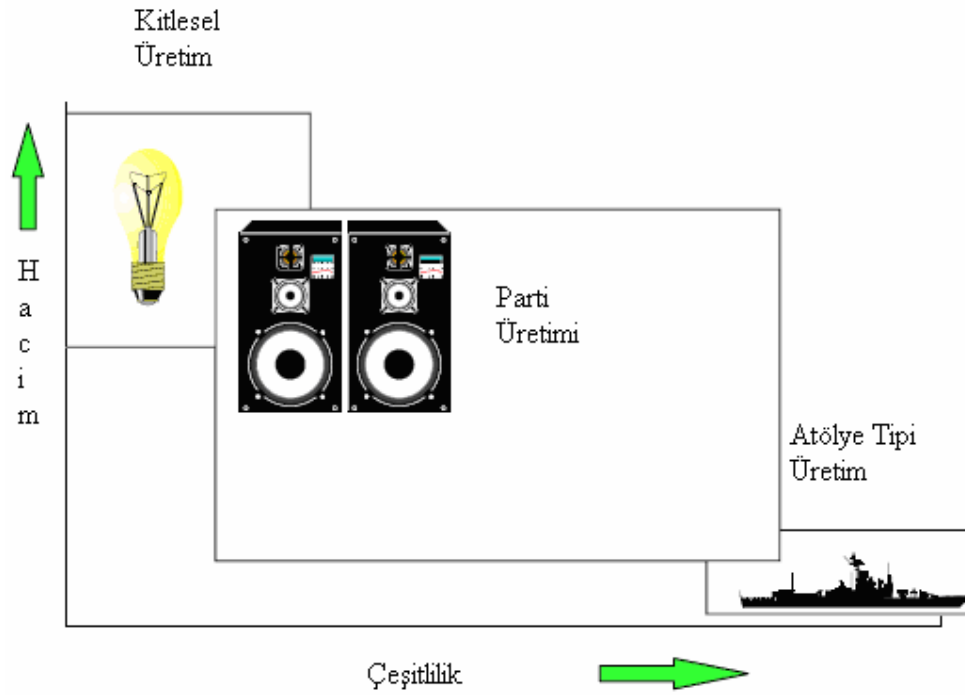
Abdullah'a göre üretim sistemlerinde üretim tesisleri dikkate alındığında atölye tipi, parti üretimi ve kitle üretimi olmak üzere üç farklı üretim sınıfı vardır. Atölye tipi üretim aynı zamanda kesikli üretim olarak da bilinir ve düşük hacimli, yüksek değişkenlikte ürünlerin üretimini içerir. Atölye tipi üretim iki farklı tesis yerleşimi içermektedir. Birincisi kaynakların fonksiyonlar içerisinde düzenlenmiş insan ve makinelerden oluştuğu süreç tipi yerleşimdir. Bu atölye tipi, aynı makine ve bu makinelerde uzmanlaşmış insan kümelerinden oluşmaktadır. Örneğin, bir bölüm sadece pres ve torna makinelerinden oluşabilir. Yarı mamuller bir bölümden diğer bölüme partiler şeklinde hareket etmektedir ve bitmiş ürünler küçük partiler şeklinde üretilmektedir. Bu yerleşimde bütün işlerin aynı sayıdaki tüm iş merkezlerine veya iş merkezlerindeki aynı makinelere gitmelerine gerek yoktur. Bu tip bir yerleşim yüksek esneklik ve farklı işleri yerine getirebilecek genel amaçlı makineler gerektirmektedir. Örneğin yeni ürünlerin numunesini yapmak veya kullanıcıların özel istemiş olduğu makineler, araçlar, kalıplar ve makine parçaları gibi ürünleri yapmak için bu tip bir yerleşim gerekmektedir.

Atölye tipi yerleşimde ikinci tip yerleşim sabit alanlı (veya proje) tip yerleşimdir. Bu tip yerleşim hareketli teçhizat ve işgücünün fiziksel olarak büyük ürünlerin üretim sahasına hareket ettiği üretim tiplerini temsil etmektedir. Bu tip yerleşim müşterinin tam olarak istediği özelliklere göre ürünü üretmesi için çok yönlü çalışanlar gerektirmektedir.

Örnek olarak demiryolu yapımı, gemi yapımı, uzay aracı yapımı ve köprü yapımı gibi üretimler bu sınıfa girmektedir. Atölye tipi üretim normal olarak kesikli ürün üretimi ile bağlantılıdır [22].

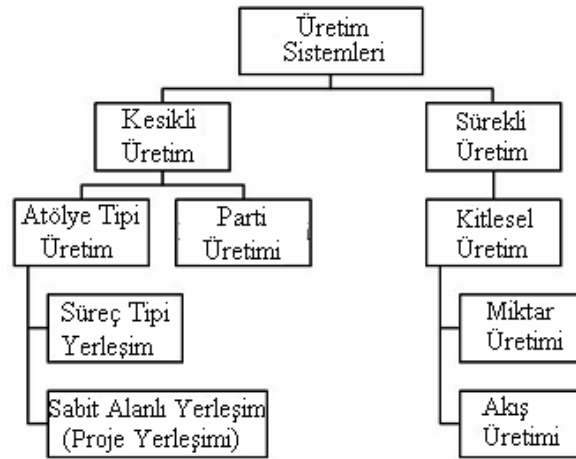
Groover'a göre üretim sistemlerinin ikinci türü parti üretimidir. Parti üretiminde orta hacimde ve orta ürün çeşitliliklerindeki ürünlerin üretimi gerçekleşir. Aynı ürünün orta büyüklükteki parti üretimleri bir kere veya belirli aralıklarla birkaç kere yapılır. Genel amaçlı makineler yüksek üretim oranları için özel tasarlanmış bağlama düzenekleri ve sabitleştiriciler ile birleştirilmiştir. Parti tipi üretim şekli mobilya, elektronik parçalar, ev gereçleri gibi ürünlerin üretimini kapsamaktadır. Genellikle parti üretimi kesikli ürün üretimi ile bağlantılıdır; fakat bazı kimyasal ürünlerin parti üretimlerinin gerçekleştiği endüstrilerde sürekli üretim sistemi ile de bağlantı kurulabilir[24].

Üretim sistemlerinin üçüncü şekli kitle üretimidir. Yüksek hacim ve düşük çeşitlilik kitle üretiminin özelliğidir. Bir ürün için yüksek müşteri taleplerini karşılamak için pahalı ve özel amaçlı makineler gerektirmektedir. Kitle üretimi de miktar ve akış üretimi olarak ikiye ayrılmaktadır. Miktar üretiminde, normal olarak standart makineler (enjeksiyon kalıpları, özel presler gibi) yüksek talep oranlarına sahip tek tip ürün üretiminde kullanılırlar. Bu tip ürünlere örnek olarak vida, çivi, plastik kalıplı ürünler ve otomobil parçaları verilebilir. Diğer bir kitle üretim şekli de akış tipi üretimdir. Akış tipi üretim de kendi içerisinde ikiye ayrılmaktadır. Birincisi ürün tipi akış hattıdır. Bu üretim şeklinde parçalar birleştirilmiş ve kesintisiz makine ve hatlar aracılığı ile hareket etmektedir. Her hat sadece bir ürünün veya ürün ailesinin üretimi için yapılandırılabilir. Süreçler tekrarlı gerçekleşmekte ve her hatta üretimler yüksek hacimde gerçekleşmektedir. Bu tip üretimlerde yüksek otomasyon içeren makineler kullanılmaktadır. Bu tip akış üretimler kesikli üretimleri ile bağlantılıdır. Güvenlik amaçlı kullanılan baretlerin üretimi örnek olarak gösterilebilir. Diğer bir akış üretim çeşidi sürekli akış hattıdır. Bu tip akış üretiminde parçalanamayan ürünler üretilmektedir. Bu tip üretim sürekli süreç endüstrisi ile bağlantılıdır. Örnek olarak ham petrol rafineleri, kimyasal ürün tesisleri, gıda tesisleri ve çelik endüstrisi verilebilir[22].



Şekil 3.6 Üretim tesislerinin sınıflandırılması [22]

Yukarıda açıklanan üretim şekilleri sınıflarına göre Şekil 3.7’ deki gibi gösterilebilir:



Şekil 3.7 Üretim sistemlerinin sınıflandırılması

Hall ve diğerlerine göre atölye tipi üretim ile kitle üretimi arasındaki belirgin farklar tablo 3.1’de gösterilmiştir[25].

3.3.2 Yalın'ın kesikli süreç endüstrisinde uygulanması

Womack ve diğerlerine göre firmalar TPS ile tanıştıktan sonra, yalın kavramı tüm dünyaya yayılmıştır. Toyota'nın yalın üretim sistemini uygulamadaki farklı başarısı yeni kavram olan yalının tüm dünyadaki otomotiv sektöründe uygulanmasına öncülük etmesidir. Japonya, Avrupa ve Kuzey Amerika'daki tüm firmalarda hemen hemen yalın üretim sistemlerinin uygulanması kolaylıkla görülebilmektedir. Yalın üretim sistemlerinin getirdiği fikirlerin çoğu özellikle montaj hatları başta olmak üzere tüm kesikli üretim sistemi içeren süreçlerde uygulanmaktadır. Otomotiv sektöründe araba yaparken gerçekleşen işlerin çoğu montaj hatları seviyesinde gerçekleşmektedir. Bunun sebebi bir araba çok fazla miktarlarda parçalardan oluşmaktadır. Bu parçaların montajı öncelikle bileşen montaj tesislerinde daha sonra ise son montaj tesislerinde gerçekleşmektedir[31].

Tablo 3.1 Atölye tipi ve kitle üretim kıyaslaması

Atölye Tipi Üretim	Kitle Üretimi
Planlama ve kontrol partiler yolu ile gerçekleşmektedir.	Planlama ve kontrol çıktı oranları ile gerçekleşmektedir.
Düşük hacim ve yüksek çeşitlilik	Yüksek hacim, düşük çeşitlilik
İş emirleri kullanılmaktadır.	Akış kontrolü
Değişkenlik gösteren iş rotalamaları İş ile birlikte hareket eden süreç bilgileri	Standart iş rotasyonları
İş maliyetleri	Süreç maliyetleri
Çok amaçlı teçhizatlar	Belirli görevlere ayrılmış teçhizatlar
Fonksiyonel bölümler ile ayrılmış organizasyon ve tesis yerleşimi	Üretim hatları ile ayrılmış organizasyon ve tesis yerleşimi

Dimancescu ve diğerlerine göre TPS başarısı kesikli üretim sisteminde çalışan birçok şirkete israfların ortadan kaldırılması ve sürekli iyileştirme yolu ile maliyetleri azaltmak için yalın olma yolunu açmıştır. Yalın üretim kavramı günümüzde otomotiv, elektronik ve kamera gibi endüstrilerde parça montaj operasyonlarında geniş çaplı kullanılmaktadır [44].

Panizzolo'ya göre ABD'de özellikle kesikli üretim sistemlerinde çalışan diğer çoğu şirketler yalın üretim araç ve tekniklerini kullanmaktadır. Bu sektörler gemi yapımı, telekomünikasyon, ofis mobilyaları, ev araç gereçleri ve bilgisayar parça montaj sektörleridir. Özellikle Avrupa'da yalın üretim sistemlerinin kullanıldığı diğer alanlar motorbisiklet, bisiklet, bisiklet parçaları, giyim, eğlence park ekipmanları, arabalar için klima sistemleri gibi alanlardır [28].

3.3.3 Yalın'ın sürekli süreç endüstrisinde uygulanması

Abdullah'a göre yalın üretimin başarısının büyük bir bölümü özellikle montaj hattı süreçlerinden olmak üzere otomotiv sektöründen gelmektedir. Elektronik sektöründe çalışan diğer kesikli üretim şirketleri otomotiv firmalarını takip ederek yalın üretim tekniklerini uygulamışlardır. Bu şirketlerin çoğu yalın uygulamalarını başarmışlardır. Günümüzün zor konusu ise yalın üretim teknik ve araçlarının sürekli süreç üretimlerinde çalışan şirketlere uyumlaştırmaktır[22].

Sandras'a göre daha önceki bölümde de bahsedildiği gibi yüksek hacim, düşük çeşitlilik ve esnek olmayan süreçler sürekli üretimi temsil etmektedir. Yöneticiler bu süreçlere yalın üretim fikirlerini uyumlaştırmada yavaş hareket etmektedirler. Korku, parti büyüklüklerinin azaltılmasının zor olduğu süreçlerin esnek olmayışından gelmektedir. Örneğin sürekli üretim süreçlerinde hazırlık süreleri çok uzun ve değişim sürelerinde süreçleri kapatmak hayli maliyetlidir [45].

White'a göre süreç endüstrisi, kesikli üretimdeki parça üretimin aksine malzeme üretimi olarak düşünülebilir. İki endüstri de genel bazı özelliklere sahiptir; fakat ikisi arasındaki temel fark operasyonların farklılığıdır. Aynı zamanda lojistik bakış açısından bakıldığında büyük bir zorluk oluşturan sürekli süreç endüstrisinde bir süreci kapatmak

çok pahalıya mal olmaktadır. Fakat sürekli süreç endüstrisinde de her zaman kesikli parçaların üretimi yapılmaktadır. Yalın üretim kavramı kesikli üretim yapılan bu süreçlere uygulanmalıdır. Bu uygulamaları kesikli üretim endüstrilerindeki gibi israfları ortadan kaldırmak, sürekli üretim endüstrisindeki kısıtlar üzerinde uygulamak için gerçekleştirilmelidir. Bu kısıtlar da ortadan kaldırıldıktan sonra her endüstri için zor ve farklı olan konular geriye kalmaktadır. Daha sonra derece derece bu kısıtlardan kurtularak, bunların etkisinin en aza indirilmesi için uğraşmak en doğru yol olacaktır [46].

BÖLÜM 4. KOLTUK TAKIMLARI ÜRETİM SÜREÇLERİNDE YALIN İMALAT UYGULAMASI

1992 yılında Kayseri Organize Sanayi Bölgesinde kurulan Merkez Çelik A.Ş. oturma grupları, kanepeler, koltuk takımları ve baza üretimi yapmaktadır. Şirket 180,000 m² açık, 126,865 m² kapalı alanda toplam 2,300 çalışanıyla mobilya sektöründe faaliyetlerini sürdürmektedir. Yeni üretim teknolojilerini kullanan şirket ülkemizin en büyük mobilya üreticisi ünvanına sahiptir. Bu ünvanını esnek ve yüksek kapasiteli talep karşılama özelliğine borçludur. Özellikle, toplumun her bölümünden müşteri ağı oluşturma başarısını sağlamış olan şirket, ihracatta da aynı başarıyı sürdürmek ve dünyada tanınmış ilk Türk mobilya şirketi olma yolunda hedeflerine doğru hızlı bir şekilde yol almaktadır. Kısa zaman içerisinde Türkiye’de ilk olma ve yurtdışında 80 ülkeye ihracat yapma başarısını ürünlerinin kaliteli, rekabetçi fiyatlara sahip olması ve şirketin yenilikçi özelliği ile beraber geniş servis ve dağıtım ağına borçludur. Özellikle, gelişen yeni trendleri takip etmede ve bu sistemleri süreçlerine uygulamada mobilya sektöründe ve bulunduğu İç Anadolu bölgesinde sürekli öncü olma özelliğine sahiptir. 2007 yılında başlatılan Yalın Altı Sigma projeleri ve 2009 yılında başlayıp; çalışmaları devam eden EFQM Mükemmellik Modeli projeleri sektörde öncülüğü gösteren birer örnektir.

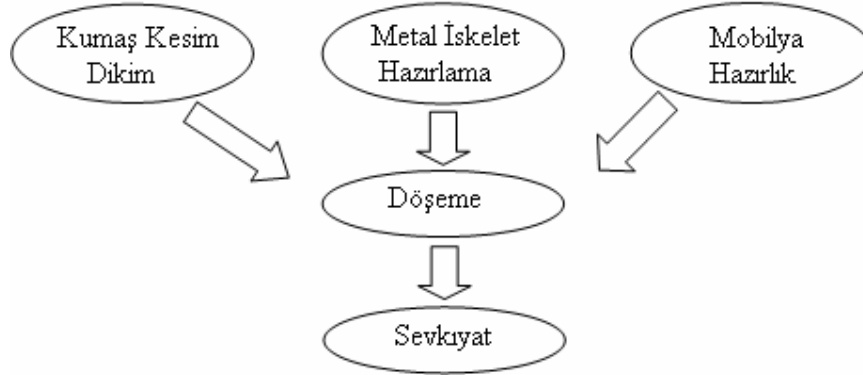
4.1 Temel süreç bilgileri

Bu bölümde temel olarak üretim süreçleri ele alınmış ve yalın üretim uygulaması yaparken nasıl bir metod seçimi yapıldığı açıklanmıştır. Şirketin ana süreçleri:

- Kumaş kesim dikim
- Metal iskelet hazırlama
- Mobilya hazırlık
- Döşeme.

Kumaş kesim dikim ana sürecinde kanepeler, baza ve koltuk takımlarında ihtiyaç duyulan tüm kumaş ve kumaş türevlerinin işlemi yapılır. Süreç kendi içerisinde kesim, dokuma

ve terzilik olarak üç bölüme ayrılır. Metal iskelet hazırlama ana sürecin de ise mobilyaların ana iskeletini oluşturan metal profil kesme, bükme, kaynak ve boya işlemleri gerçekleştirilir. Ayrıca metal iskelet oluştuktan sonra çıta çakma işlemi ile de

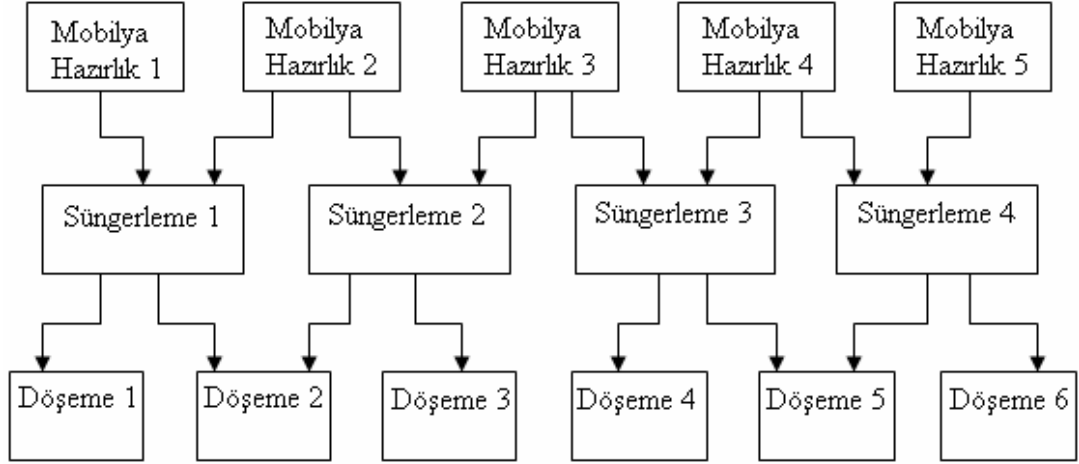


Şekil 4.1 Mobilya üretim genel süreç şeması

döşeme ön hazırlık için çalışmalar yapılır. Mobilya hazırlık sürecinde kanepeler, baza ve koltuk takımlarının ana ahşap iskeleti oluşturulur. Bu süreç öncesinde ahşap parçaların sunta, mdf ve kontra levhalardan kesimi, delinmesi ve boyanması gibi işlemler gerçekleşir. Bu süreçlerin tamamı döşeme ana süreci öncesi gerçekleşen yarı mamul düzeyindeki süreçlerdir. Tüm bu süreçlerden sonra döşeme ana süreci başlar; yarı mamullerin montajı ve kumaşın ana iskelete döşenmesi ile baza, kanepeler ve koltuk takımı gibi bitmiş son mamuller üretilir. Mamulün oluşmasından sonra da sevkiyat ana süreci gerçekleştirilir (Şekil 4.1).

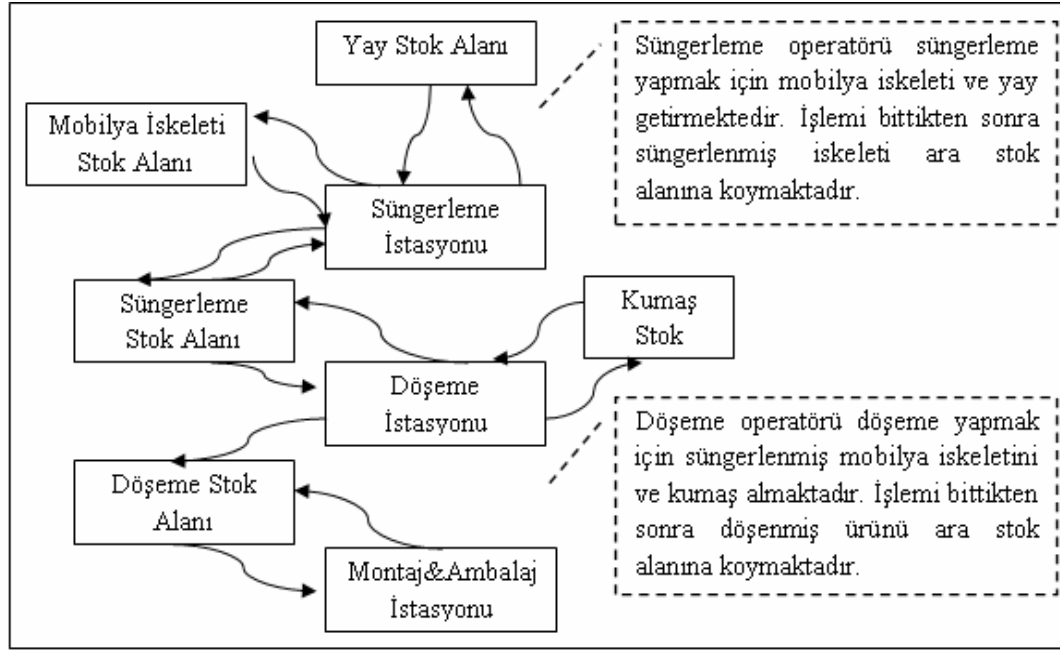
Bu tez kapsamında yapılan çalışmada döşeme süreci ele alındı. Döşeme sürecinde ise, mobilya hazırlık sürecinden sonra süngerleme süreci başlamakta, süngerlemesi bitmiş mobilya iskeletine kumaş döşenerek bitmiş ürün elde edilmektedir. Bu noktada şunu belirtmek gerekir ki, bir mobilya takımı farklı parçalardan oluşmakta ve tüm bu parçaların döşenmesi ile beraber montaj işlemlerinden sonra ambalaj işlemi gerçekleşmektedir. Bu parçalar tekli, ikili ve üçlü üniteleri olarak tanımlanır. Bu parçaların mobilya hazırlık, süngerleme ve döşeme işlemi farklı iş istasyonlarında farklı operatörler tarafından gerçekleştirilir. Bu işlemlerin tamamı bittikten sonra parçaların

montaj ve ambalaj işleminden sonra bitmiş ürün takımlaştırılmış olarak sevkiyata verilir. Bu süreçlerin genel akışı Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2 Detaylı döşeme süreç şeması

Şekil 4.2'de görüldüğü gibi genel olarak süreçler kesikli süreçlerdir ve aralarında düzgün bir süreç akışı bulunmamaktadır. Kesiksiz bir akış birtakım problemlere sahiptir. Bunların başında süreç-içi-envanter, taşıma, bekleme gibi birçok katma-değersiz faaliyetler, üretimde darboğazların oluşması ve sevkiyat sürecine dengesiz teslimatların gelmesi. Bundan dolayıdır ki bu çalışmada, süreçleri; arasında dengeli ve sürekli akışı sağlayacak yalın bir sisteme çevirmeye odaklanıldı. Bu sistemin kurulması hem katma-değersiz faaliyetlerin ortadan kaldırılmasına, hem de üretim kontrolünün artması ile üretimin daha senkronize yürümesi sağlayacaktır. Şekil 4.3'de bir operatörün katma-değersiz süreçlerini örneklendiren bir spagetti diagramı verilmiştir.



Şekil 4.3 Spagetti diagramı

4.2 Metot seçimi

Çalışmada öncelikle üretim bölümlerinden koltuk döşeme hattı pilot bölge olarak seçildi. Bununla beraber koltuk döşeme hattında üretilen ürünler proje kapsamına dahil edildi. Öncelikle hangi araçları kullanarak çalışmaya başlanılacağına karar verildi. İlk olarak Katma Değer Analizi çalışmaları yapılarak değer akış haritası oluşturuldu. Tespit edilen katma-değersiz faaliyetlerin ortadan kaldırılması için Yalın Üretim Sisteminin en önemli araçlarından olan tek parça akışını uygulandı ve bu çalışma doğrultusunda süngerleme ve döşeme süreçlerinin montaj hatlarına uyumunun sağlanması planlandı. Düzensiz üretim akışının getirdiği düzensiz üretim ortamı da düzenli hale getirilerek, ilgili yarı-mamul ve hammaddelerin ilgili üretim istasyonunda bulunması sağlanarak yalın üretim sistemi araçlarından 5S'in hayat geçmesi geçirildi. Bu çalışmalar tamamlanması ile üretimde sürekli akış sağlandı, üretim stokları azaldı ve daha senkronize, düzenli, planlı bir üretim gerçekleştirildi. Belirtilen çalışmalar bittikten sonra yine yalın üretimin araçlarından olan Poke-Yoke (hatayı kaynağında çözme) sistemi tasarlanıp hayata geçirildi. Bu araçla mevcut hataların azaltılması ve hatayı kaynağında çözerek kalitesizlik maliyetlerinin düşürülmesi planlandı. Çalışmanın büyük

bir çoğunluğu simülasyon programı ile de desteklenerek elde edilen sonuçların geçerliliği göstermiş oldu ve ayrıca en uygun üretim şartları belirlendi.

4.3 Değer kavramının tanımlanması ve katma değer analizleri

Daha önceki bölümlerde de bahsedilen gibi yalın üretimi etkin bir şekilde hayata geçirmek, değer akışının etkin yönetilmesine ve buna bağlı olarak değer kavramının şirket açısından tanımlanmasına bağlıdır. Mobilya sektöründe çalışan firma için değer kavramını yani müşterinin firmadan tam olarak istemiş olduğu ürünü tanımlayacak olursak, **“uzun ömürlü, kaliteli, esnek fonksiyonlara sahip, uygun fiyatlarda, kısa teslimat süresine sahip ve servis imkânları geniş olan bir koltuk takımı”**.

Buradan yola çıkarak, yukarıda tanımlı yapılan ürünü üretmek için gereken tüm adımlar müşteriye değer katacaktır. Bunun haricinde ortaya çıkan adımlar ise sadece birer israftır ve ortadan kaldırılması gerekir. Bu bağlamda, çalışmaya katma değer analizleri ile başlanması uygun görüldü. Bu şekilde hangi adımların şirket için değer yarattığını görmüş olmakla beraber çalışma bu katma değersiz süreçleri ortadan kaldırma doğrultusunda yönlendi. Katma değer analizini gerçekleştirirken öncelikle her süreç için bir katma-değer analiz formu oluşturuldu ve ilgili süreç gerçekleşirken toplam sürenin hangi oranda katma değersiz faaliyetlere harcandığını görüldü. Şekil 4.4’deki katma değer analiz formu örnek olarak verilmiştir.

KATMA DEĞER ANALİZ FORMU

TARİH : **OPERASYON :** Uclu Font Döşeme

MAKİNA YERİ : **OPERATÖRLER :**

SIRA	KRONOMETRE	FAALİYETLER	GEÇEN SÜRE	KD'li	KD'siz
1	01:04	Süngerlenmiş iskeleti döşeme tezgahına getirme	01:04		01:04
2	01:25	Elyaf Serme	00:21	00:21	
3	01:31	Font Kumaşı Getirme	00:06		00:06
4	02:55	Font Kumaşı Serme-Geçirme	01:24	01:24	
5	16:47	Font Kumaşı Döşeme	13:52	13:52	
12	17:08	Yer Bandına Ürünün Bırakılması	00:21		00:21
		Toplam Süre	17:08	15:37	01:31

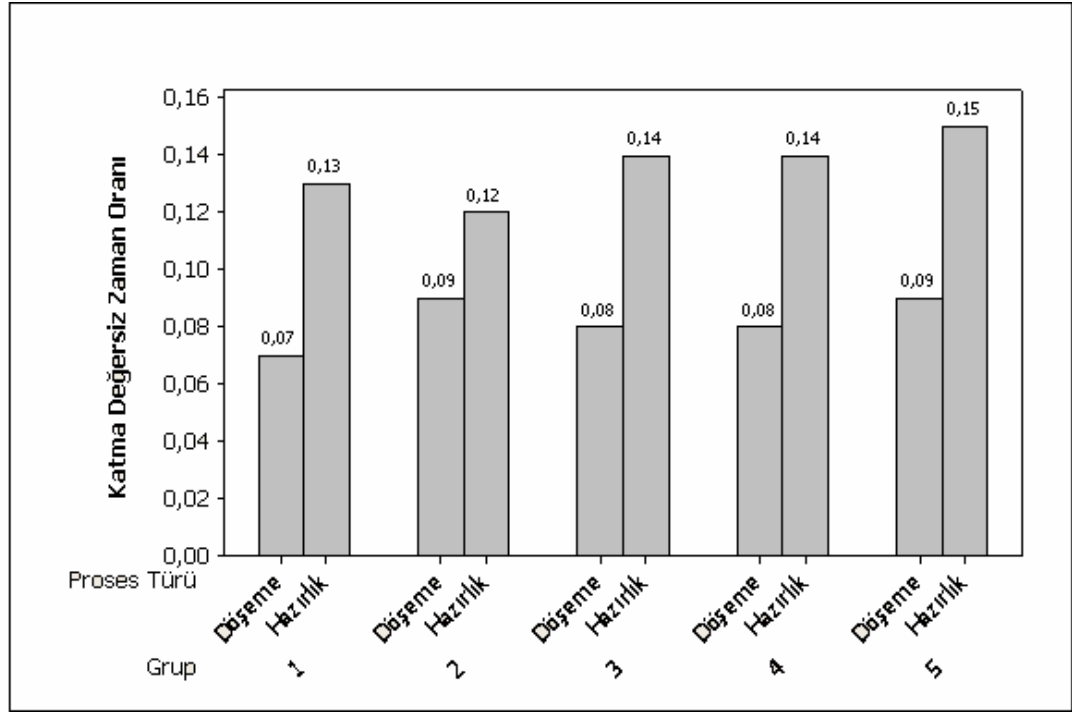
Şekil 4.4 Katma değer analiz formu

Şekli 4.4'deki formda örnek olarak bir üçlü ünitesinin oturak kısmının döşeme işlemi incelenmiştir. Bu işlem gerçekleştirirken kronometre yardımı ile işlem adımlarının süreleri tespit edilmiş; ve katma değerli ise KD'li sütununa, katma değersiz ise KD'siz sütununa yazılmıştır. Bu sayede her sürecin hangi oranda katma değersiz faaliyet içerdiğini tespit edildi. Tespit edilen katma değersiz faaliyeti ortadan kaldırıldığı takdirde, ilgili faaliyetin işlem süresinin toplam süreye oranı çalışma sonunda elde edilen yaklaşık verimlilik artış oranı olacaktır. Şekil 4.4'deki analizde verilen sürelerden yola çıkarak;

Üçlü font döşeme toplam işlem süresi = 17.08 dk.

Katma değersiz faaliyetler işlem süresi = 1.31 dk.

Sistem iyileştirmesi sonucu elde edeceğimiz verimlilik artışı = $1.31 / 17.08 = \%7.7$



Şekil 4.5 Katma değer analiz sonuçları

Çalışma sırasında yapılan tüm katma değer analiz çalışmaları ekler kısmında verilmiştir. Genel olarak yapılan katma değer analizlerinde ilgili süreç içerisinde gerçekleşen taşıma, alma ve getirme işlemleri katma değersiz olarak gerçekleşir. Çünkü değer kavramının tanımından da anlaşılacağı üzere ürüne herhangi bir fiziksel değişim katmamaktadır. Katma değer analiz verileri değerlendirildiği takdirde Şekil 4.5'deki gibi bir grafik ortaya çıkmaktadır.

Şekil 4.5'de gösterilen gruplar farklı üretim hatlarını temsil etmektedir. Grafiğe göre döşeme süreci için katma değersiz faaliyet oranı ortalama %8, süngerleme süreci için ortalama ise %13 olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca faaliyet bazında işlem süreleri ve toplam süreye oranları Tablo 4.1'de gösterilmiştir. Çalışmada kapsam olarak döşeme süreçleri dikkate alındığı için %8'lik katma değersiz zaman oranını detaylandırmak yerinde olacaktır. Tablo 4.1 döşeme süreçlerinin içerisindeki katma değersiz faaliyetleri, faaliyetlerin ortalama süre aralığını ve bu süre aralıklarının toplam süre içerisindeki dağılımı gösterir.

Tablo 4.1 Katma değer analizi sonuç tablosu

Katma Değersiz Faaliyet	Süre (dk.)	Dağılım (%)
Tezgaha İskelet Taşıma	13,75	4,5
Kumaş Getirme	2,93	1
Yer Bandına Bırakılması	4,85	1,6
Ara Stok Alanına Taşıma	2,63	0,9
Toplam	24,16	8

Tablo 4.1’den de anlaşılacağı gibi analizi yapılan faaliyetlerin işlem süresi toplam sürenin içerisindeki oranı %8 olarak gerçekleşmektedir. Fakat katma değersiz faaliyetler içerisinde kumaş getirme faaliyeti ortadan kaldırılamayacağı için bu noktada verimlilik artış hedefi %7 olarak düşünülebilir. Bu, eskiden 100 operatörle üretilen bir parti üretimini 93 operatörle üretmek anlamına gelir. Bu noktadan yola çıkarak yalın üretimin süreçlere olan işgücü kazancı ortalama %7 olarak belirlenebilir.

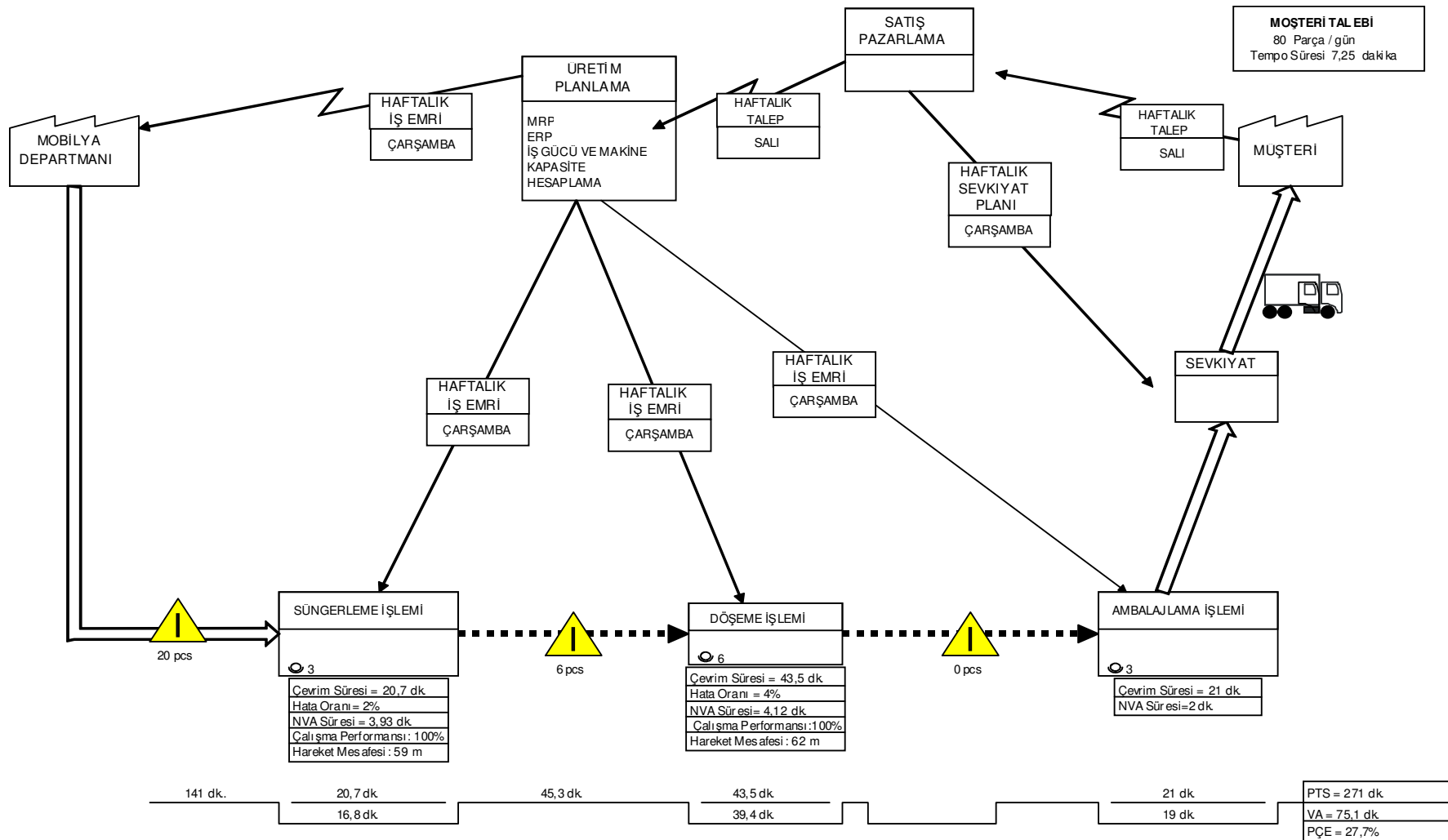
4.4 Değer akışı

4.4.1 Tempo süresi hesaplama ve mevcut durum değer akış haritası

Çalışmada, mevcut durum ve gelecek durum değer akış haritaları oluşturulmuş, iyileştirme fırsatları belirlenerek gerekli iyileştirme çalışmaları yapılmıştır. Değer akış haritası çalışması yaparken öncelikle mevcut durum değer akışını oluşturulmuş, mevcut durum değer akışına göre iyileştirme fırsatları belirlenerek şema üzerinde belirtilmiştir. Ayrıca mevcut durum değer akış haritasını oluştururken önceki bölümde gösterilen katma değer analizi verilerinden de faydalanılmıştır. Değer akış haritasının üzerinde Tempo süresi olarak gösterilen bir değer mevcuttur. Tempo süresi değeri müşterinin 1 birimlik ürünü isteme süresini gösterir. Yani çalışma tempo süresini ifade eder. Bu değer toplam çalışma süresinin toplam müşteri talebine bölünmesi ile elde edilir. Bu

Çalışmada değer akış haritası oluşturulurken günlük 80 birim talep olduğu varsayılmıştır. Ayrıca, alışma süresi de 580 dk. olarak alınmıştır. Buna bağlı olarak;

$$\text{Tempo süresi} = 580 \text{ dk.} / 80 \text{ birim} = 7.25 \text{ dk./birim}$$



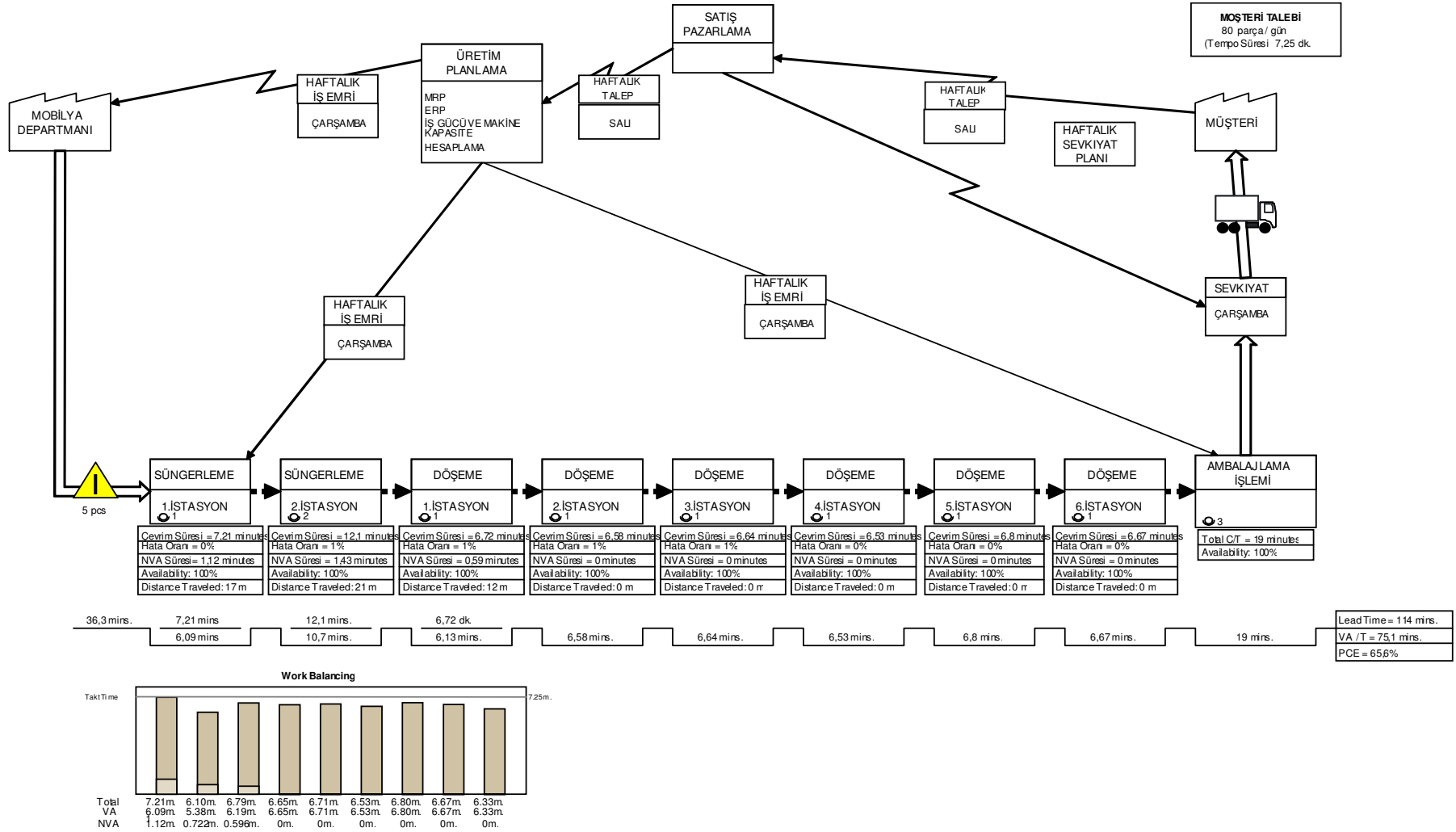
Şekil 4.6 Mevcut durum değer akış haritası

Şekil 4.6’da süreçlerin mevcut durum değer akış haritası verilmiştir. Şekil 4.6’daki değer akış haritasını incelediğimizde toplam süreç tedarik süresinin 80 birimlik talep için 271 dk. olduğu görülmektedir. Bu, bir birimin üretim sistemi içerisinde geçirdiği ortalama toplam süreyi göstermektedir. Katma değerli sürelerinin toplamının da 75.1 dakikadır. Sonuç mevcut durumda proses çevrim verimliliği %27.7’dir. Bunun da temel nedeni ara stokların fazla olması ve daha önceki bölümlerde gösterilen taşıma gibi katma değersiz faaliyetlerin genel sistem içerisinde yer almasıdır. Burada mevcut sistemi yansıtan bazı durumları açıklamak gerekir. Örneğin süngerleme öncesi stok miktarı değer akış haritasında da görüldüğü gibi 20 birim ve döşeme ön stok miktarı da 6 birim ürün olarak belirlenmiştir. Bu stok seviyeleri ilgili alanda bulunan malzeme stok miktarlarının ortalaması alınarak belirlenmiştir. Stok miktarları arttıkça, süreç çevrim süresi de artmakta; buna bağlı olarak süreç çevrim verimliliği azalmaktadır. Sonuç olarak, süreç çevrim verimliliğini artırmak için özellikle mobilya ön stoğu düşürülmeli, yalın üretim sisteminin aracı olan tek parça akışına geçilerek kesintisiz bir süreç tasarlanmalıdır. Çünkü, değer akışında süreç kutularının içerisinde operatör sayıları mevcuttur. İlgili süreç içerisinde belirtilen operatör sayısı kadar o süreç içerisinde kesikli akışa sahip istasyon sayısı mevcuttur. Örneğin süngerleme işlemi için 3 ayrı süngerleme yapan operatör vardır; buna bağlı olarak 3 ayrı süngerleme istasyonu bulunmaktadır. Ayrıca mevcut değer akış haritasında da görüldüğü gibi mevcut kalite oranı %6 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran daha önceki bölümlerde bahsedildiği gibi Poke-Yoke aracı ile %4 dolaylarına düşürülmesi planlanmakta; bunun için klasik bir kalite kontrolün dışında farklı bir kalite sistemin tasarlanması gerekir. Bunun için de yeni bir sistem tanımlanmış, ilerleyen bölümlerde detaylı olarak açıklanmıştır.

Şekil 4.6’da süreç bilgi kutucuklarında yer alan çalışma performansı bir çalışma günü içerisinde kullanılabilecek toplam çalışma süresinin yüzdesini gösterir. Burada toplam çalışma süresinin (580 dk./gün) tamamı kullanıldığı için bu değer değer akış haritasında % 100 olarak alınmıştır. Hareket mesafesi olarak gösterilen değer ise bir operatörün çalışması sırasında yarı mamul getirmeleri, taşıma gibi faaliyetlerinde katettiği toplam mesafeyi gösterir. Örneğin bir süngerleme operatörü bir birimlik ürün işlemi sırasında 59 m. mesafe katetmekte; döşeme operatörü ise 62 m. mesafe katetmektedir. Sonuç olarak, bu mesafeler katma değersiz faaliyet olarak karşımıza çıkmakta, yalın üretim sistemi de bu faaliyetleri taşıma israfı olarak tanımlamaktadır.

4.4.2 Gelecek durum değer akış haritası

İyileştirme fırsatları da belirlendikten sonra gelecek durum değer akış haritasını oluşturuldu. Gelecek durum değer akış haritası mevcut durum değer haritasında belirlenen iyileştirmeler gerçekleştirildikten sonra ortaya çıkacak sistemi yansıtır. Mevcut durum haritasında belirtilen iyileştirmeler gerçekleştirildikten sonra gelecek durum değer akış haritası şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7 Gelecek durum değer akış haritası

Tablo 4.2 İyileştirme tablosu

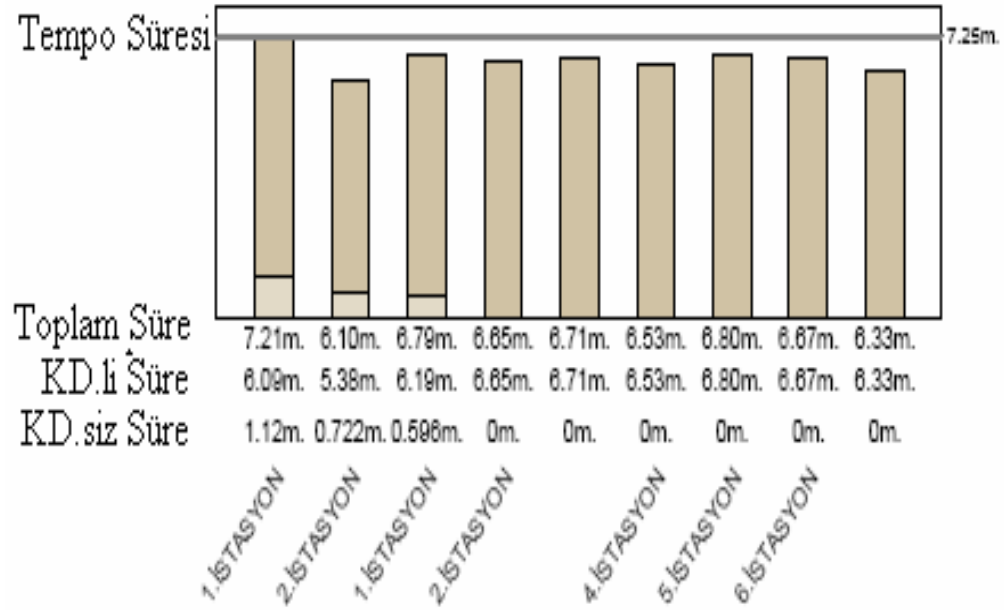
Konu	Önceki Durum	Sonraki Durum	İyileşme Oranı
Süreç Tedarik Süresi	271 dakika	114 dakika	%58
Süreç Çevrim Verimliliği	%27.7	%65.6	%138
İş Gücü Verimliliği	12 adam	11 adam	%8.3
Üretim Kapasitesi	60 takım	80 takım	%33
Kalite Seviyesi	%6	%4	%33

Gelecek durum değer akış haritası incelendiğinde mevcut durumda 271 dakikak olan süreç tedarik süresinin 114 dakika'ya düştüğü görülmektedir. Süreç çevrim verimliliğinin de % 27.7'den % 65.6'ya yükseldiği görülür. Bunun nedeni mobilya ön stoğunun ve döşeme süreçleri ön stoğunun düşmesi ve kesintisiz tek parça akışına geçilerek katma değer oluşturmayan taşıma işlemlerinin ortadan kaldırılarak, toplam süre içerisindeki katma değersiz faaliyet oranının azaltılmasıdır. Eski durum ve yeni durum Tablo 4.2'de karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak, yalın üretim sisteminin değer akış haritalandırma tekniğini de kullanarak iyileştirme fırsatları tespit edildi ve bu tespit edilen iyileştirmeler gerçekleştirildiği takdirde süreç sürelerinde büyük oranlarda verimlilik artışı sağlanabileceği görüldü. Tablo 4.2'de görüleceği gibi işgücü verimliliğinde %8.3'lere varan iyileştirmeler gerçekleşti. Ayrıca bir birim ürünün sistem içerisinde geçirdiği ortalama toplam süreyi ifade eden süreç tedarik süresinde de %58'lere varan iyileştirme sağlanabileceği değer akış çalışmasından çıkarılmaktadır. Bunun iki yönlü faydası vardır. Birincisi, müşteriye daha kısa sürede ürün teslimatı yaparak müşteri memnuniyetini arttırmak, ikincisi ise kısa sürede ve daha dengeli sevkiyat sürecine ürün verildiği için sevkiyat sürecinde de verimlilik artışı sağlamak. Bu durum ilerleyen bölümlerde daha detaylı incelenecektir.

4.4.3 Hat Dengeleme

Ayrıca gelecek durum değer akış haritasında belirtilen hat dengeleme grafiği Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8 Hat dengeleme grafiği

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi her istasyonun çevrim süresi dakika cinsinden belirtilmiştir. Bu kritik süreler daha önce hesaplanmış olan 7.25 dakika tempo süresine göre kıyaslanmıştır. Bu grafiğin amacı müşteri talebine göre süreç içerisinde darboğaz oluşturabilecek süreçlerin belirlenmesi ve gerekli hat dengeleme çalışmalarının yapılmasıdır. Şekil 4.8’den de görüleceği gibi müşterinin istemiş olduğu tempo süresine göre bütün istasyon sürelerinin değeri aşağıdadır. Yani 80 birimlik ürünün müşteriye sevkiyatında, üretim esnasında herhangi bir istasyon darboğaz oluşturmamaktadır. Eğer oluşturacak olsaydı ilgili istasyonda yapılan herhangi bir işlemin tempo süresine göre boşluk zamanı fazla olan diğer bir istasyona kaydırılması söz konusu olacaktı. Burada önemli olan işlemin kaydırıldığı diğer istasyonun çevrim süresi tempo süresini geçmemesidir. Dikkat edilirse tek parça akışına geçildiği için döşeme süreçlerinin tüm katma değersiz zamanları ortadan kaldırılmış ve işgücü verimlilikleri artırılmıştır.

4.5 Simülasyon modeli

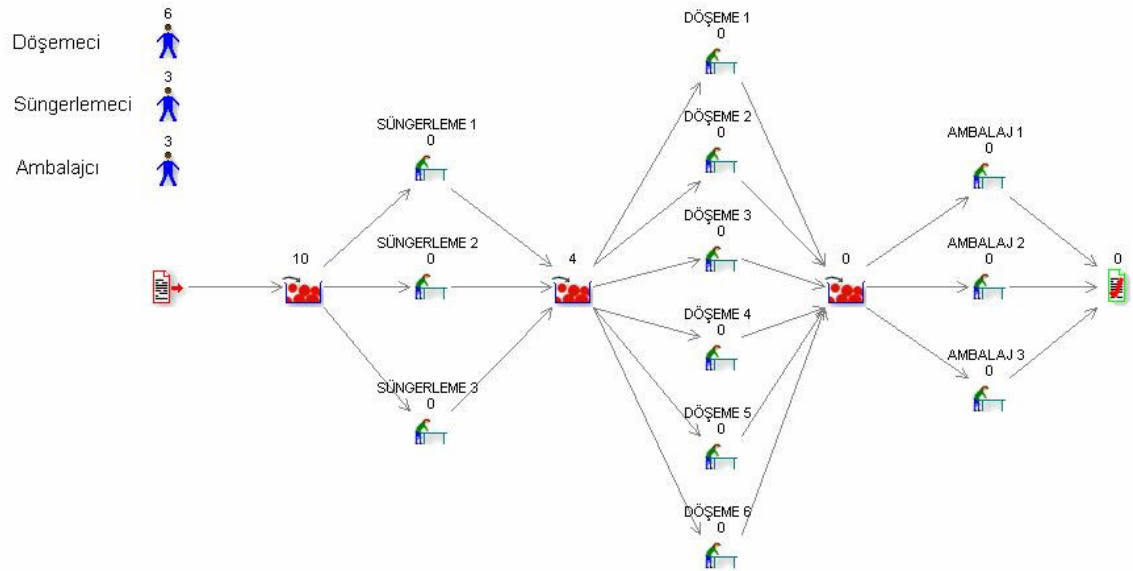
Bölüm 2.4’de de belirtildiği gibi simülasyon, gerçek dünya sistemlerinin değişkenliklerini yakalayabilen istatistiksel deney ve bir planlama aracıdır. Bir simülasyon modeli, belirsizlikleri görmek, stok seviyeleri, tedarik süreleri ve kaynak kullanım

oranlarını ölçmede dinamik bir hesaplama sistemi oluşturması için kullanılabilir. Bu, yalın üretim prensipleri kullanımından ve onun tüm sistem üzerindeki etkilerinden çıkarılan geri ödemenin miktarını da ortaya çıkarır. Ayrıca simülasyon, alternatif senaryolar üretmede değerlendiriciye destek sağlamaktadır. Bu durum aynı zamanda, planlama ve değerlendirme safhalarında yalın üretim uygulama parametrelerini belirlemede ve uygulama sonucunda beklenen yararları tahmin etmede organizasyonlara yardımcı olabilir. Simülasyon aracının yalın üretim sistemine faydalarından dolayı çalışmada kullanılmıştır. Özellikle mevcut durum ve gelecek durum haritalarının akış şeklini incelemek, farklı stok seviyelerine göre sistemin sonuç değerlerinin (çıkış sayısı ve proses tedarik süresi gibi) incelenmesi, sistem içerisinde kullanılan kaynakların etkinliğinin değerlendirilmesi ve farklı kalite yönetim şekillerinde kalite düzeyinin incelenmesi konularında simülasyon aracından faydalanılmıştır.

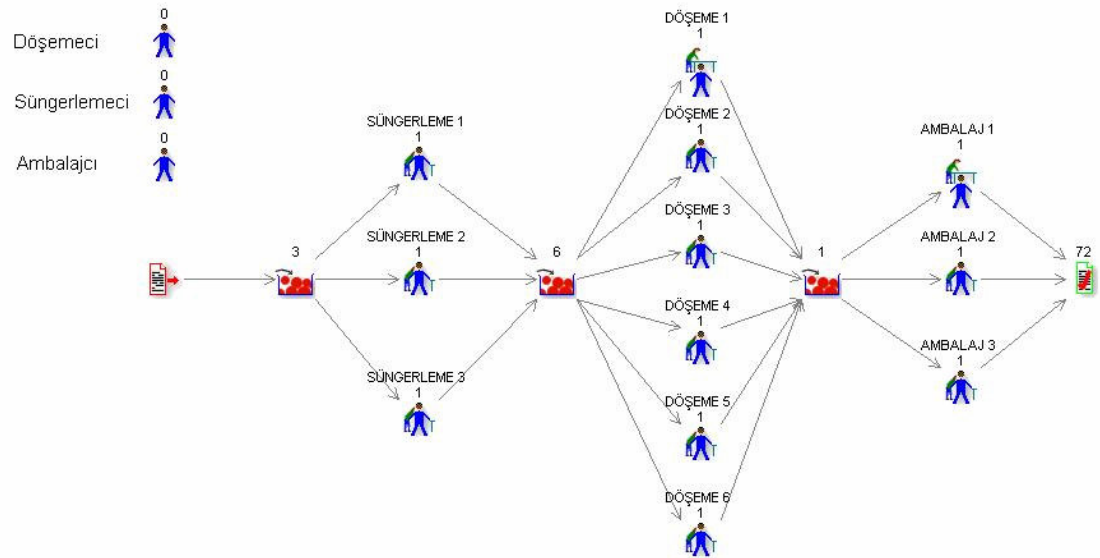
4.5.1 Mevcut durum değer akışının simülasyonu

Mevcut durum değer akışında görüldüğü gibi kesikli bir akış mevcuttur. Ayrıca akışın kesikli olmasından kaynaklanan birtakım katma değersiz faaliyetler süreç içerisinde gerçekleşmektedir. Mevcut durumun daha iyi anlaşılabilmesi, sistemin bu durumda iken nasıl sonuçlar vereceğini ve bu sonuçların gelecek değer akışındaki elde edilen sonuçlarla kıyaslanabilmesi için mevcut durumun aşağıdaki Şekil 4.9’da gösterildiği gibi simülasyon modeli oluşturuldu.

Şekil 4.9’da mevcut durumun simülasyon modelinin başlangıç yani sistem çalışmadan önceki durumu gösterilmiştir. Görüldüğü gibi mevcut durumda toplam 3 adet süngerleme istasyonu



Şekil 4.9 Mevcut durum simülasyon modeli



Şekil 4.10 Mevcut durum simülasyon modeli

ve operatörü, 6 adet döşeme istasyonu ve operatörü ve 3 adet ambalaj istasyonu ve operatörü bulunmaktadır. Yine Şekil 4.9'da görüleceği gibi 10 adet süngerleme süreci öncesi malzeme stoğu ve 4 adet döşeme süreci malzeme stoğu bulunmaktadır. Daha sonraki analizlerde de görüleceği gibi sadece bu stok seviyeleri değil; farklı stok seviyelerine göre sistemin sonuçları değerlendirilmiştir. Mevcut durumun simülasyon

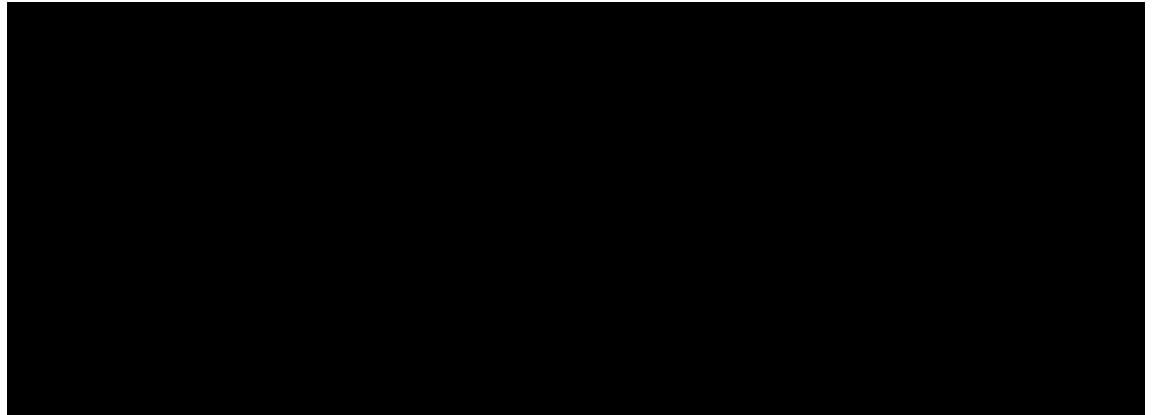
modelini gösterdikten sonra sıra simülasyon modelini çalıştırıp bu şartlar altından sistem sonuç parametrelerini incelemeye gelecektir. Şekil 4.10'da mevcut simülasyon sisteminin çalıştıktan sonraki durumu gösterilmiştir.

Şekil 4.10'da görüldüğü gibi mevcut durum simülasyon modeli çalıştırılmış ve sonuçları elde edilmiştir. Simülasyon modeli çalıştırılırken gerçek üretim parametreleri dikkate alınmıştır. Model parametreleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.3 Simülasyon modeli parametreleri

Çalışma Süresi	580 dk.
Tempo Süresi	7.25 dk.
Sisteme Giren Parça Sayısı	80 adet

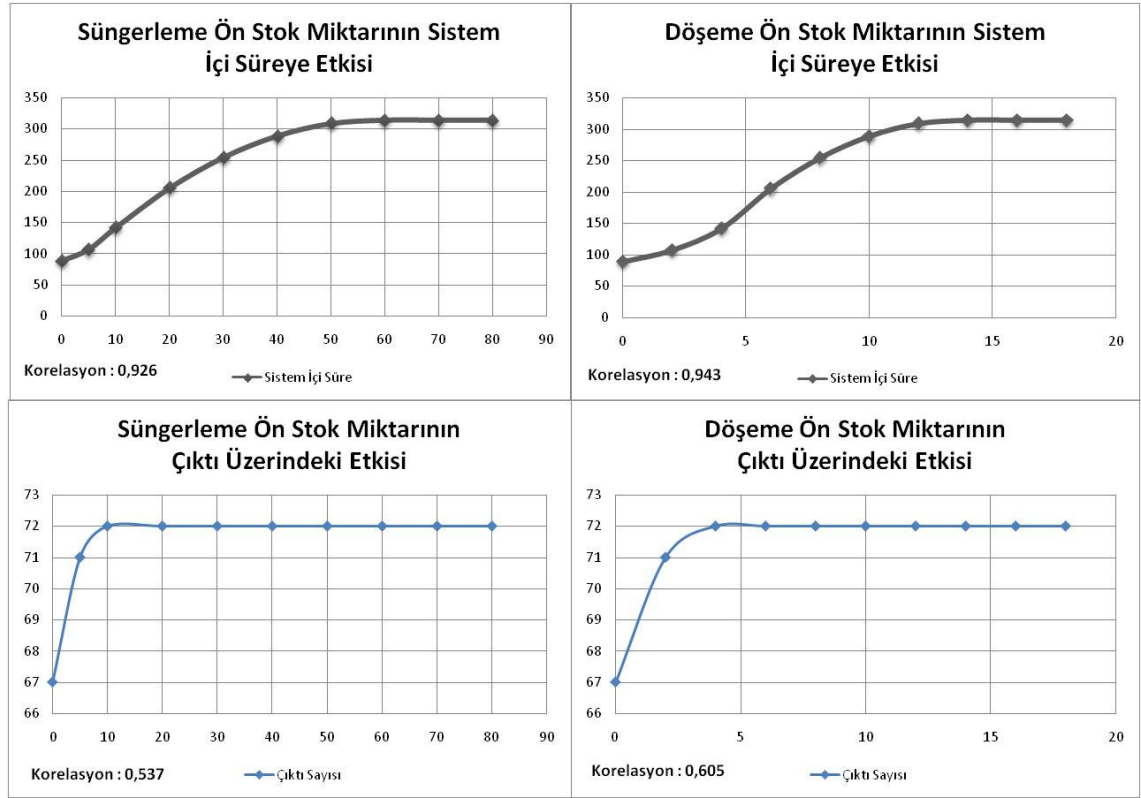
Tablo 4.4 Mevcut durum simülasyon senaryo sonuçları



Tablo 4.3'den de görüleceği gibi toplam çalışma süresi 580 dk., ürünlerin sisteme giriş süreleri arasındaki fark tempo süresi kadar ve toplam sisteme giren ürün sayısı da müşteri talebi kadar alınmıştır.

Şekil 4.10'a göre mevcut sistem 580 dk. çalıştırılırsa elde edilecek ürün miktarı yani üretilen ürün miktarı 72 adet olacaktır. Toplam süreç içerisinde işlenmeyi bekleyen ürün miktarı ise 10 adettir. Fakat sadece bu stok seviyelerine göre sistemin aynı sonuçları vereceği söz konusu olmadığı için farklı farklı senaryolarla farklı stok seviyelerine göre sistemin sonuçlarını değerlendirmek için 10 ayrı senaryo çalışması yapıldı ve bunun sonuçları Tablo 4.4'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4'de 10 farklı stok seviyesi içeren 10 ayrı senaryo çalışması yapılmıştır. Bu stok seviyeleri süngerleme süreci ön stok ve döşeme süreci ön stok miktarlarıdır. Farklı stok seviyelerine göre sistemin çıktı sayısı, bir ürünün sistem içerisinde geçirdiği süre ve sırasıyla süngerleme, döşeme, ambalaj operatörlerinin kullanım yüzdeleri incelenmiştir. Tablo 4.4 incelendiğinde stok miktarlarını artırmanın sürekli olarak çıktı sayısını yani üretim sayısını artırmadığını; fakat bir ürünün sistem içerisinde geçirdiği süreyi sürekli olarak artırdığı görülmektedir. Bununla beraber, operatörlerin kullanım oranları yani kaynak kullanımının da fazla şekilde yüksek olduğu görülmekte; buradan sistemin ani talep dalgalanmalarında esnekliğinin az olduğu düşünülmektedir. Ayrıca üretim sayısının en yüksek olduğu ve sistem içerisinde geçen sürenin en az olduğu yani mevcut durumda stok seviyelerinin optimum olduğu nokta süngerleme öncesi stok seviyesinin 10, döşeme öncesi stok seviyesinin 4 olduğu

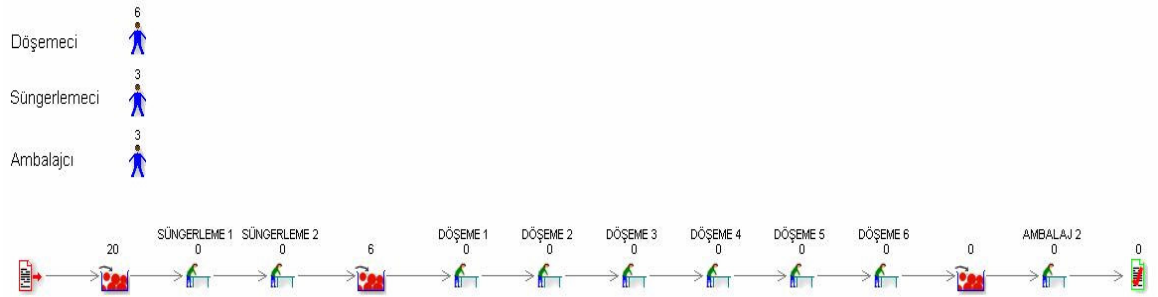


Şekil 4.11 Stok seviyelerinin sistem içerisinde geçen süre ve çıktı sayısı üzerindeki etkisi

simülasyon modeli tarafından verilmektedir. Şekil 4.11’de stok miktarlarının sırasıyla sistem içerisinde geçen süre ve üretim miktarları ile arasındaki ilişki verilmiştir.

Şekil 4.11’de görüldüğü gibi stok miktarlarının çıktı sayısı üzerindeki etkisi düşük, buna karşın bir ürünün sistem içerisinde geçirdiği süreye etkisi yüksektir. Bunu korelasyon katsayılarından da çıkarabilmekteyiz. Örneğin süngerleme öncesi stok miktarı ile sistem süresi arasındaki katsayı 0.926 ve bu oran 1’e çok yakın olduğu için iki parametre arasında pozitif kuvvetli bir ilişki vardır diyebiliriz. Yine aynı süngerleme öncesi stok miktarı ile çıktı sayısı arasındaki korelasyon katsayısına baktığımızda 0.537 ve çok kuvvetli olmayan pozitif bir ilişki vardır diyebiliriz. Sonuç olarak, stok miktarlarının sistem içerisinde geçen süre üzerinde çok fazla bir pozitif etkisi olduğu fakat çıktı sayısı üzerinde fazla bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

4.5.2 Gelecek durum değer akışının simülasyonu

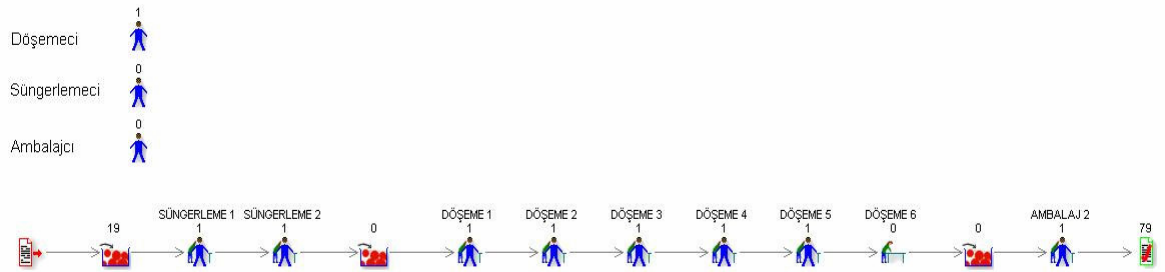


Şekil 4.12 Gelecek durum simülasyon modeli

Gelecek durum değer akışının simülasyon çalışması tek parça akışı yani sürekli akış prensibi kullanılarak hazırlanmıştır. Gelecek durum değer akış simülasyon çalışmasında mevcut durum değer akış simülasyonunda kullanılan aynı istasyonlar, aynı operatör sayısı ve aynı üretim parametreleri kullanılmıştır. Mevcut durum değer akış simülasyonundan farkı ise istasyonların dizilim şekli, katma değersiz faaliyetlerin ortadan kaldırılması ile yeni oluşan istasyon süreleri ve süreç aralarındaki stok miktarlarıdır. Gelecek durum değer akış simülasyonunun başlangıç durumu Şekil 4.12’de verilmiştir.

Şekil 4.12’de gelecek durum simülasyon modelinin başlangıç yani sistem çalışmadan önceki durumu gösterilmiştir. Görüldüğü gibi mevcut durumda kullanılan toplam 3 adet süngerleme istasyonu ve operatörü, 6 adet döşeme istasyonu ve operatörü ve 3 adet ambalaj istasyonu ve operatörleri sürekli akışa göre dizilmiştir. Yine Şekil 4.12’de görüleceği gibi 20 adet süngerleme süreci öncesi malzeme stoğu ve 6 adet döşeme

süreci malzeme stoğu bulunmaktadır. Mevcut durum simülasyon çalışmasındaki gibi aynı şekilde 10 ayrı senaryo oluşturarak sistemin sonuçları sonraki bölümde incelenecektir. Gelecek durumun başlangıç simülasyon modelini gösterdikten sonra simülasyon modelini çalıştırıp bu şartlar altından sistem sonuç parametreleri incelenecektir. Şekil 4.13'da gelecek durum simülasyon sisteminin çalıştıktan sonraki durumu gösterilmiştir.



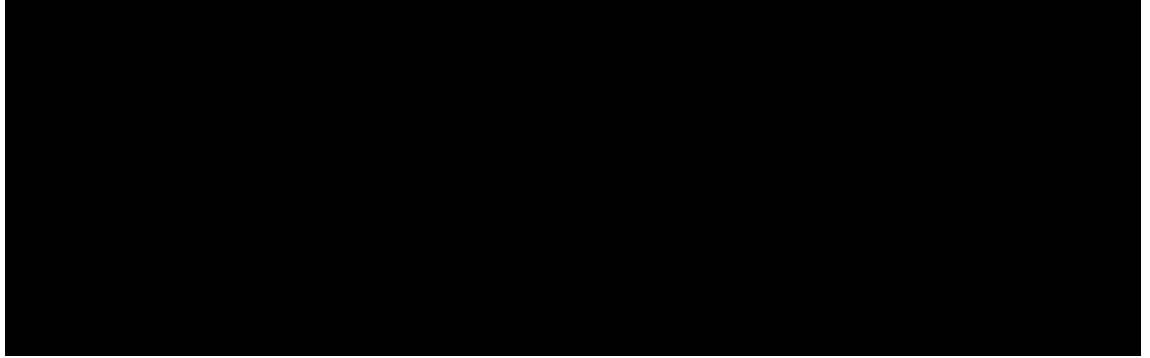
Şekil 4.13 Gelecek durum simülasyon modeli

Şekil 4.13'den de anlaşılacağı gibi gelecek durum simülasyon modeli çalıştırılmış ve sonuçları elde edilmiştir. Simülasyon modeli çalıştırılırken üretim parametreleri Bölüm 4.6.1'de belirtilen mevcut durum üretim parametreleri ile aynı alınmıştır.

Şekil 4.13'e göre mevcut sistem 580 dk. çalıştırılırsa elde edilecek ürün miktarı yani üretilen ürün miktarı 79 adet olacaktır. Toplam süreç içerisinde işlenmeyi bekleyen ürün miktarı ise 7 adettir. Bölüm 4.6.1'de görüleceği gibi çıktı sayısı mevcut durumda 72 olmasına rağmen gelecek durum simülasyonunda 79 olarak belirlenmiştir. Yani aynı operatör sayısı ve aynı üretim parametrelerine göre 7 adet daha fazla üretim yapmış olmaktadır. Bu da işgücü verimliliği olarak %9.7 olarak hesaplanmaktadır. Gelecek durum simülasyon senaryolarının özet tablosu da Tablo 4.4'deki gibidir.

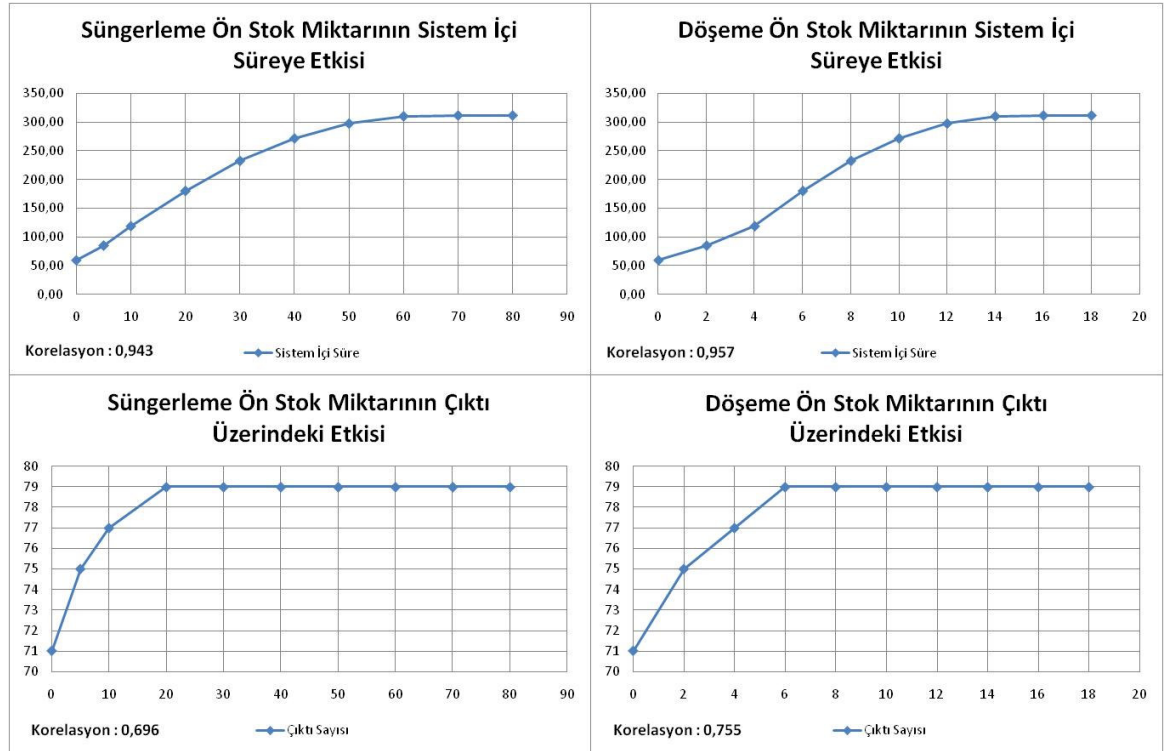
Tablo 4.4'de 10 farklı stok seviyesi içeren 10 ayrı senaryo çalışması yapılmıştır. Bu stok seviyeleri aynı şekilde süngerleme süreci ön stok ve döşeme süreci ön stok miktarlarıdır.

Tablo 4.5 Gelecek durum simülasyon senaryo sonuçları



Farklı stok seviyelerine göre sistemin çıktı sayısı, bir ürünün sistem içerisinde geçirdiği süre ve sırasıyla süngerleme, döşeme, ambalaj operatörlerinin kullanım yüzdeleri incelenmiştir. Tablo 4.4 incelendiğinde mevcut durum simülasyon senaryoları tablosundaki ile aynı olarak stok miktarlarını artırmanın sürekli olarak çıktı sayısını yani üretim sayısını artırmadığını; fakat bir ürünün sistem içerisinde geçirdiği süreyi sürekli olarak artırdığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla beraber, operatörlerin kullanım oranları mevcut durumun aksine çok fazla yüksek olmadığı görülmekte; buradan yola çıkarak üretim sisteminin ani talep değişikliklerine karşı esnekliğinin arttığı söylenebilir. Ayrıca üretim sayısının en yüksek olduğu ve sistem içerisinde geçen sürenin en az olduğu yani gelecek durumda stok seviyelerinin optimum olduğu nokta süngerleme öncesi stok seviyesinin 20, döşeme öncesi stok seviyesinin 6 olduğu simülasyon modeli tarafından verilmektedir. Şekil 4.14’de stok miktarlarının sırasıyla sistem içerisinde geçen süre ve üretim miktarları ile arasındaki ilişki verilmiştir.

Şekil 4.14’de görüldüğü gibi stok miktarlarının çıktı sayısı üzerindeki etkisi düşük, buna karşın bir ürünün sistem içerisinde geçirdiği süreye etkisi yüksektir. Bu, korelasyon

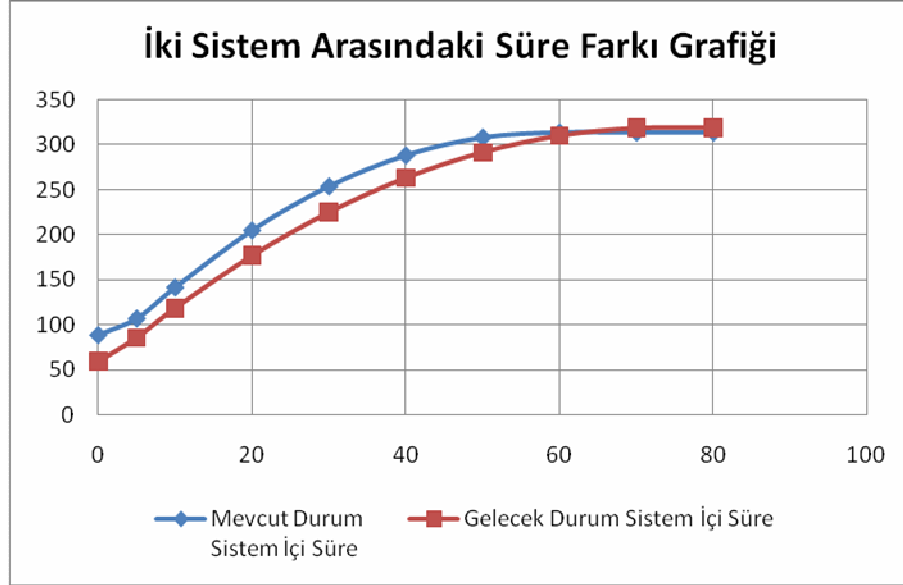


Şekil 4.14 Stok seviyelerinin sistem içerisinde geçen süre ve çıktı sayısı üzerindeki etkisi

katsayılarından da çıkarılabilmektedir. Örneğin süngerleme öncesi stok miktarı ile sistem süre içerisindeki süre arasındaki katsayı 0.943 ve bu oran 1'e çok yakın olduğu için iki parametre arasında pozitif kuvvetli bir ilişki vardır diyebiliriz. Yine aynı süngerleme öncesi stok miktarı ile çıktı sayısı arasındaki korelasyon katsayısına baktığımızda 0.696 ve çok kuvvetli olmayan pozitif bir ilişki vardır diyebiliriz. Sonuç olarak, stok miktarlarının sistem içerisinde geçen süre üzerinde çok fazla bir pozitif etkisi olduğu fakat çıktı sayısı üzerinde fazla bir etkisinin olmadığını söyleyebiliriz.

Ayrıca aynı stok miktarlarına iki ayrı sistemin nasıl cevap verebileceğini aşağıdaki grafikten görebilmekteyiz. Aşağıdaki grafikte süngerleme öncesi stok miktarı sabit tutularak mevcut sistemde ve gelecek durum simülasyonunda bir ürünün sistem içerisinde geçirdiği süreler kıyaslanmıştır.

Şekil 4.15’den de anlaşılacağı gibi yeni sistemde bir ürünün sistem içerisinde geçirdiği süre eski sisteme göre daha azdır. Buradan da çıkarılabilecek yorum yeni sistem ile üretim sistemi tam zamanında üretim sistemine daha da yakınlaşmıştır. Bölüm 4.6’da TUS’e göre yeni sistemin kıyaslaması daha detaylı bir şekilde yapılacaktır.



Şekil 4.15 Bir ürünün sistem içerisinde geçen süresinin iki sistem arasındaki farkı

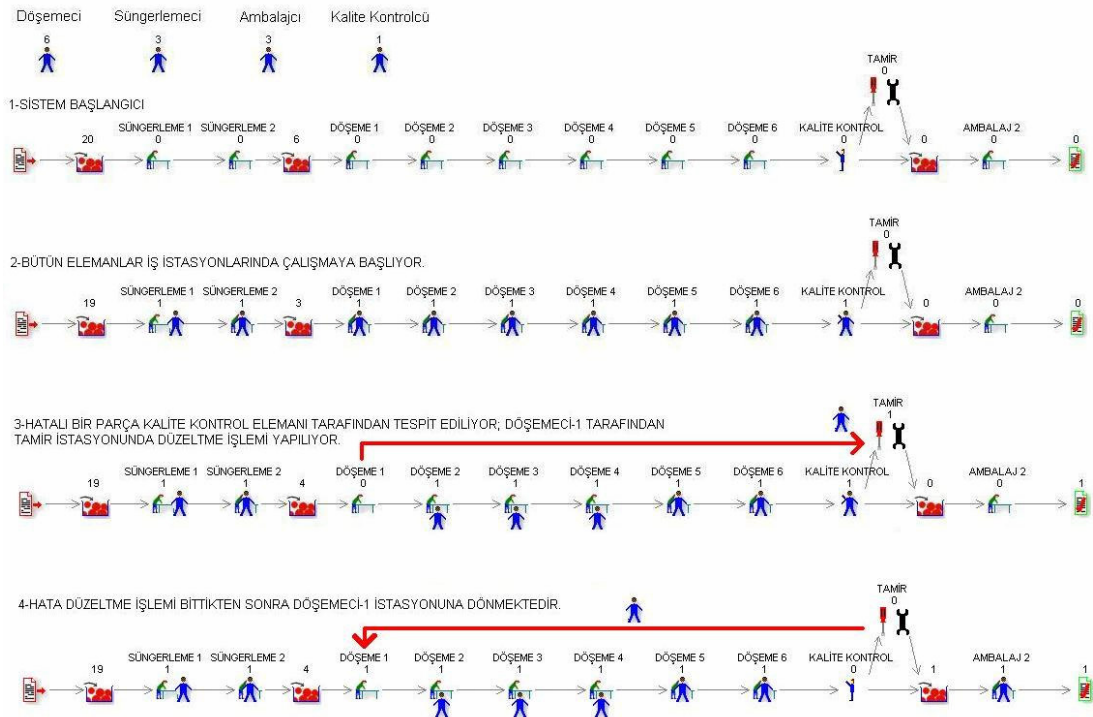
4.5.3 Poka-yoke ve sıfır hata

Yalın üretim sistemlerinin Poka-Yoke ve Sıfır Hata gibi araçları 3.2.7 ve 3.2.14 bölümlerinde de bahsedildiği gibi hatayı kaynağında tespit edip; ortadan kaldırmaya ve eğer sürekli bir hata varsa hatanın başlangıç noktasını bulup, bütün hatalı ürünlerin hat sonlarına gitmemesi için gerekli önlemleri almaya büyük faydaları vardır. Klasik kalite yönetim sistemleri hat sonlarına kalite operatörler koyarak hataları gidermek için faaliyetler gerçekleştirir. Fakat bu faaliyetler hataların sonu gelmediği için sürekli devam etmekte ve kalitesizlik maliyetleri sürekli artmaktadır. Şirketimizde de yukarıda anlattığımız kalite yönetim sistemi mevcuttur. Fakat yükselen hata oranları bizi farklı bir kalite sistemi tasarlamamıza teşvik etmektedir. Bundan dolayı simülasyon aracını kullanarak mevcut kalite sisteminden farklı olarak bir kalite sistemi tasarımı gerçekleştirildi. Bu kalite sistemi ile hata oranlarının düşüşü sağlandı. Aşağıdaki

bölmelerde mevcut kalite sistemi ve yeni kalite sistemine daha detaylı incelemesi mevcuttur.

4.5.3.1 Mevcut kalite sistemi

Mevcut kalite sisteminde farklı iş hatlarının sonunda kalite güvence operatörleri bulunmaktadır. Tüm işlemleri biten ve sevkiyata hazır olan ürünler kalite operatörleri tarafından incelenmektedir. Eğer ürün üzerinde herhangi bir kalite hatası var ise, ilgili hatayı yapan operatör hattın sonuna çağrılmakta ve o hatayı düzeltmesi için gerekli faaliyetler gerçekleştirilmektedir. Bu noktada hatalı ürünlerin müşteriye ulaşmadan düzeltilmesi sistem açısından bir avantaj olarak görülmekle beraber, hatalı ürünün hat sonunda tespit edilmesi ve tespit edildikten sonra döşeme yapan operatörün hattın sonuna çağrılarak hatayı düzeltme işlemi mevcut kalite sisteminin bir dezavantajı olarak görülmektedir. Mevcut sistemde sürecin nasıl işlediği Şekil 4.16'daki simülasyon modelinde daha net bir şekilde görülmektedir.



Şekil 4.16 Mevcut kalite sistemi süreci

Şekil 4.16’da da görüldüğü gibi hattın sonunda bir kalite güvence operatörü bulunmakta ve hatalı ürünü tespit etmektedir. Daha sonra döşeme-1 istasyonundaki operatör normal kendi işini bırakarak hat sonuna kadar gitmekte ve hatalı ürünü tamir etmektedir. Tamir işlemi bittikten sonra tekrar kendi istasyonuna giderek işlemine devam etmektedir. Tamir işlemini gerçekleştirmesi bir sonraki ürünün hatasız gelmesini garanti etmemekle beraber işçinin hat sonuna kadar gidip gelmesi asıl süreçler için bir kayıp zamandır. Bundan dolayı, yeni sistemde hatayı hat sonunda değil; süreçler arasında tespit edebilecek, hemen orda ilgili düzeltme çalışmalarını yapacak ve ayrıca bir sonraki hatalı ürünün gelmesini engelleyecek bir sistem ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Tablo 4.5’te mevcut kalite sisteminden elde edilen veriler gösterilmiştir.

Tablo 4.6 Mevcut kalite sistemi verileri

Üretilen Parça Sayısı	75		
Hatalı Parça Sayısı	5		
Kalite Seviyesi	%6.67		
Kalite Kontrolcü Kullanım Oranı	%41.61		
Döşemeci Kullanım Oranı	%91.49		
İşçi Maliyeti (TL.)	1500		
	Tamire Gidiş Sayısı	Tamire Gidiş-Geliş Süresi (dk.)	Tamir Süresi
Döşemeci 1	1	3.5	3
Döşemeci 2	1	3	3
Döşemeci 3	1	2.5	3
Döşemeci 4	1	2	3
Döşemeci 5	1	1.5	3
Döşemeci 6	0	1	3
Toplam	5	12.5	15

Tablo 4.5’de görüldüğü gibi 75 parça üretim yapılmış ve % 6.67 hata oranı ile 5 parça hatalı üretim gerçekleşmiştir. Ayrıca döşeme yapan operatör tamire gidiş-geliş süresi istasyonun hat sonuna uzaklığı ile orantılı olarak değişmektedir. Tamir süresi de ortalama 3 dk. olarak kabul edilmiştir. Tablo 4.5’de döşemeci ve kalite kontrolcü kullanım oranları da verilmiştir. Döşemeci kullanım oranı % 91.49’dur. Hata düzeltme işlemine gidiş gelişleri kayıp zaman olarak değerlendirilebilir. Mevcut kalite sisteminin veri analizleri Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.7 Mevcut kalite sistemi analiz sonuçları

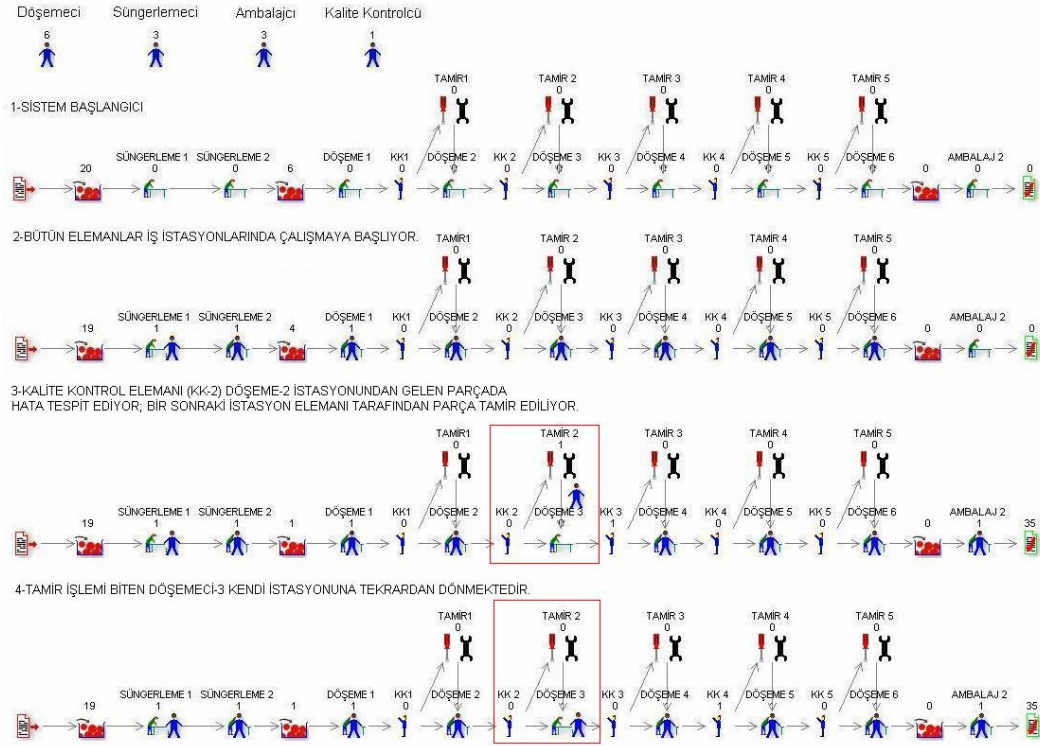
	Günlük	Aylık	Yıllık
İşçi Kayıp Zamanı (dk.)	12.5	313	3.750
Düzeltilme Maliyeti (TL.)	2	43	519
Kayıp İşçilik Maliyeti (TL.)	1	36	433
Önleyici Maliyet (TL.)	60	1.500	18,000
Toplam Kalitesizlik Maliyeti (TL.)	63	1.579	18.952
1200 Parçada Kalitesizlik Maliyeti	1.011	25.269	303.231

Tablo 4.6’da işçi kayıp zamanı satırındaki veriler döşemeci operatörün tamire gidiş-geliş sürelerinden çıkarılmıştır. Buradan kayıp işçilik maliyeti verileri elde edilmiştir. Düzeltilme maliyeti ise tamir süresinden ve günlük işgücü maliyetinden elde edilmiştir. Önleyici maliyet ise kalite kontrol operatörünün günlük işçilik maliyetlerinden elde edilmiştir. Sonuç olarak mevcut sistem ile 75 parça üretiminde % 6.67 hata oranı ile kalitesizlik maliyeti yıllık 18.952 TL’dir. Ortalama günlük 1200 parça üretildiği varsayılır ise bu rakam yıllık 303.231 TL. olacaktır. Bu veri analizlerinin sonucunda kalitesizlik maliyetinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Kalitesizlik maliyetinin büyük bir bölümünü de önleyici maliyet olarak kalite kontrol operatörünün işçilik maliyetinin oluşturduğu kolaylıkla görülmektedir. Bundan dolayı kalite kontrol operatörüne bağımlılığı azaltacak ve hatayı kaynağından tespit edebilecek yeni bir sistem ihtiyacı ortaya çıkmaktadır.

4.5.3.2 Yeni kalite sistemi

Sürekli tek parça akışına geçmekle beraber yeni bir kalite sistem ihtiyacı da kendini göstermektedir. Literatürü incelediğimizde sürekli tek parça akış üretim sistemi bulunan süreçlerde kalite kontrol işlemleri hatların sonunda değil; ara istasyonlarda gerçekleşmektedir. Bu sayede hatalar kaynağında tespit edilmekte ve hataların devamlılığı engellenmektedir. Bu bilgiler ışığında yeni bir sistem tasarımı yapılarak hem kalite seviyesini artırmak hem de kalitesizlik maliyetlerini düşürmek hedeflendi. Yeni kalite sistemini tasarlanırken mevcut kalite sisteminde yapılan gibi gerçek üretim

ve kalite parametreleri doğrultusunda simülasyon modeli geliştirildi ve veri analizleri yapıldı. Şekil 4.17’de geliştirilen simülasyon modeli gösterilmektedir.



Şekil 4.17 Yeni kalite sistemi süreci

Şekil 4.17’de görüldüğü gibi mevcut kalite sisteminin aksine kalite kontrol işlemi hat sonlarında değil; süreçler arasında yapılmaktadır. Hata düzeltme işlemini yapan operatör ise hatanın geldiği istasyondan sonraki istasyonda çalışmakta olan operatördür. Bu şekilde hatalı ürünün hat sonuna gitmesi engellenmiş, hata kaynağında tespit edilip ortadan kaldırılmış, operatörün hat sonuna gidip gelmesi için harcadığı kayıp zaman ortadan kaldırılmıştır. Bununla birlikte kalite güvence operatörüne bağımlılık azalmış ve her operatör bir önceki istasyondan gelen ürünün kalite kontrol işlemini yapacak yeteneği zamanla kazanmış olacaktır. Hedef operatörlerin koordinasyonunda hareket eden bir kalite sistemi oluşturmaktır. Tablo 4.7’de gelecek kalite sisteminin özet verileri bulunmaktadır.

Tablo 4.8 Yeni kalite sistemi verileri

Üretilen Parça Sayısı	78		
Hatalı Parça Sayısı	4		
Kalite Seviyesi	%5.13		
Kalite Kontrolcü Kullanım Oranı	%8.69		
Döşemeci Kullanım Oranı	%95.35		
İşçi Maliyeti (TL.)	1500		
	Tamire Gidiş Sayısı	Tamire Gidiş-Geliş Süresi (dk.)	Tamir Süresi (dk.)
Döşemeci 1	0	0.1	3
Döşemeci 2	0	0.1	3
Döşemeci 3	1	0.1	3
Döşemeci 4	1	0.1	3
Döşemeci 5	1	0.1	3
Döşemeci 6	1	0.1	3
Toplam	4	0.4	12

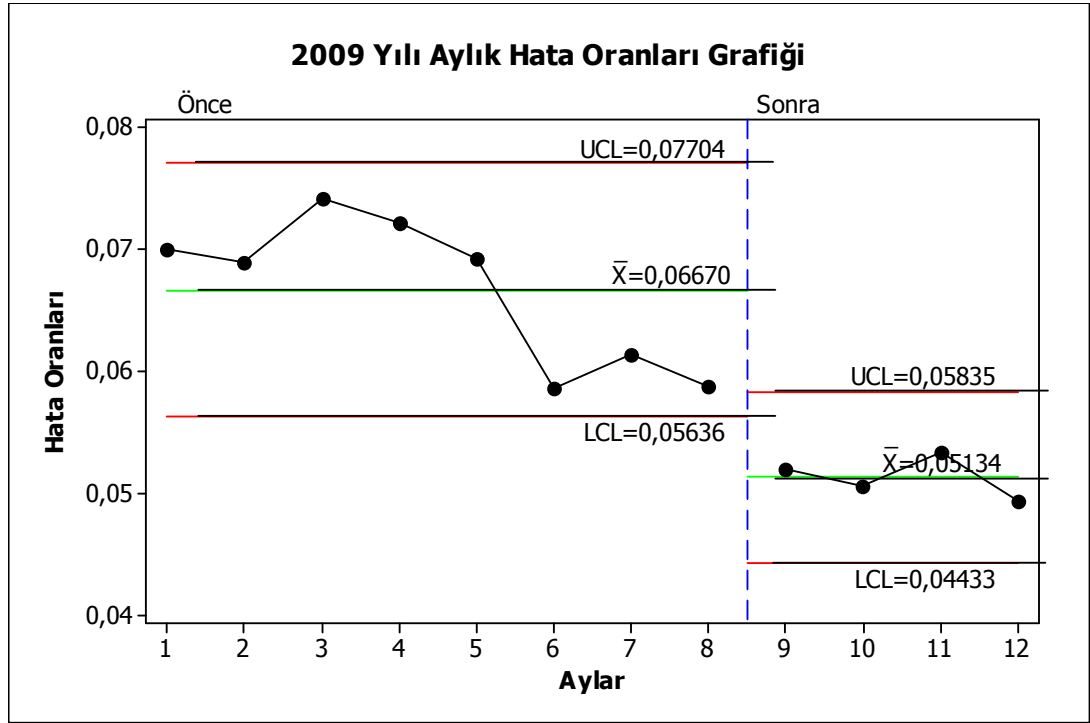
Tablo 4.7’de görüldüğü gibi 78 parça üretim yapılmış ve %5.13 hata oranı ile 4 parça hatalı üretim gerçekleşmiştir. Ayrıca döşeme yapan operatör tamire gidiş-geliş süresi yeni sistem ile 0.1 dk. olarak ölçülmüştür. Tamir süresi de eski sistem ile aynı olarak ortalama 3 dk. kabul edilmiştir. Tablo 4.7’de döşemeci ve kalite kontrolcü kullanım oranları da verilmiştir. Döşemeci kullanım oranı görüldüğü gibi %95.35 ile eski sisteme göre artmıştır. Bunun nedeni olarak çalışanın kayıp zamanı eski sisteme göre daha düşüktür. Ayrıca Tablo 4.7’de görüldüğü gibi kalite kontrolcü kullanım oranı da önceki sisteme göre büyük oranda düşmüştür. Buradan yola çıkarak yalın üretim sistemlerinin israf olarak kabul ettiği kalite kontrol işlemi ve dolayısıyla operatörü daha ilerideki dönemde ortadan kaldırılarak kendi kendine işleyen yalın bir kalite sistemi oluşturmak mümkündür. Gelecek kalite sisteminin veri analizleri Tablo 4.8’de gösterilmiştir.

Tablo 4.9 Yeni kalite sistemi analiz sonuçları

	Günlük	Aylık	Yıllık
İşçi Kayıp Zamanı (dk.)	0,4	10	120
Düzeltilme Maliyeti (TL.)	1	35	415
İşçi Maliyeti (TL.)	0	1	14
Önleyici Maliyet (TL.)	60	1,500	18,000
Toplam Kalitesizlik Maliyeti (TL.)	61	1,536	18,429
1200 Parçada Kalitesizlik Maliyeti	945	23,627	283,527

Tablo 4.8’de işçi kayıp zamanı satırındaki veriler mevcut durumdaki gibi döşemeci operatörün tamire gidiş-geliş sürelerinden çıkarılmıştır. Buradan kayıp işçilik maliyeti verileri elde edilmiştir. Düzeltme maliyeti ise tamir süresinden ve günlük işgücü maliyetinden elde edilmiştir. Önleyici maliyet ise kalite kontrol operatörünün günlük işçilik maliyetlerinden elde edilmiştir. Sonuç olarak yeni sistem ile 78 parça üretiminde %5.13 hata oranı ile kalitesizlik maliyeti yıllık 18,429 TL’dir. Ortalama günlük 1200 parça üretildiği varsayılır ise bu rakam yıllık 283,527 TL. olacaktır. Kalitesizlik maliyetinin büyük bir bölümünü yine önleyici maliyet olarak kalite kontrol operatörünün işçilik maliyetinin oluşturduğu kolaylıkla görülmektedir. Fakat kalite kontrol operatörüne bağımlılık zamanla azalacağından bu çalışanı tam zamanlı çalıştırmayıp; periyodik zamanlı (günde birkaç kez sistemin işleyişini kontrol gibi) çalışmak bu maliyeti oldukça fazla düşüreceği şeklinde değerlendirme yapmak mümkündür.

Son olarak iki sistem arasındaki farkı net bir şekilde ortaya koyan hata oranları kontrol grafiği Şekil 4.18’deki gibidir. Grafik üzerindeki önce ve sonraki ayrımı iki sistem arasındaki farkı göstermektedir. Yine hata ortalamaları grafik üzerinde gösterilmiştir.



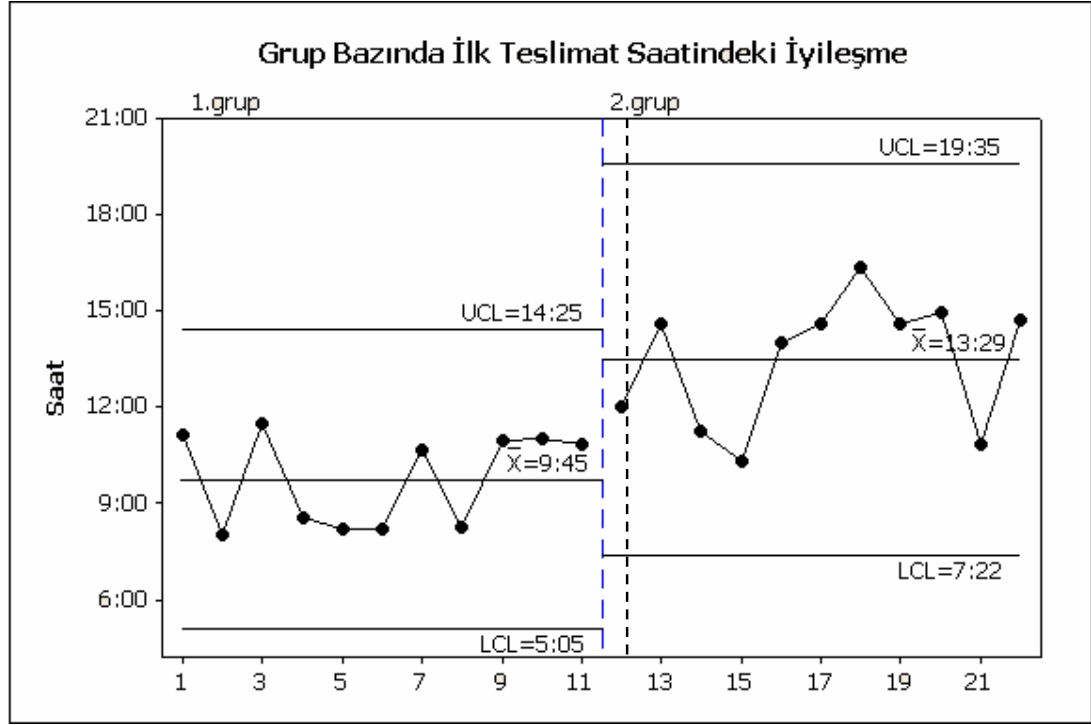
Şekil 4.18 Hata oranları kontrol grafiği

4.6 Tam zamanında üretim (TÜS)

Bölüm 4.6.2’de de belirtildiği gibi sürekli tek parça akışı ile daha dengeli ve düzenli bir üretim gerçekleşmektedir. Bunun göstergesi olarak simülasyon modelinde bir parçanın sistem içerisinde geçirdiği süre dikkate alınabilir. Gelecek duruma bakıldığında mevcut durumdakinden daha düşük proses tedarik süreleri elde edildiği görülmektedir. Bunun da önemi tam zamanında üretim yeteneğini kazanabilmekten geçmektedir. Ayrıca şu nokta çok iyi bilinmektedir ki zamanımızda ürünü üretmek kadar ürettiğiniz ürünü müşterinin eline en kısa zamanda ulaştırabilmeniz de önemlidir. Çünkü günümüzde müşteriler para verdikleri şirketlerden kaliteli ürünlerin haricinde kısa teslimat süreleri istemektedir. Bundan dolayı üretim birimlerinin sevkiyat birimlerine ürün teslimatları önem kazanmaktadır.

Sürekli tek parça akış üretim sistemine geçtikten sonra önceki kesikli üretimin aksine daha kısa teslimat saatleri ve teslimat oranlarının gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Fakat gözlemin yanı sıra veri analizi ile iki sistem arasında farkı ortaya koymak

gerekmektedir. Bu nokta önceki sistem ile yeni sistem teslimat verileri ilgili bazı analiz çalışmaları yaptık. Öncelikle Şekil 4.19’da eski ile yeni sistem arasında teslimat saatleri arasındaki iyileşme grafiği verilmektedir.

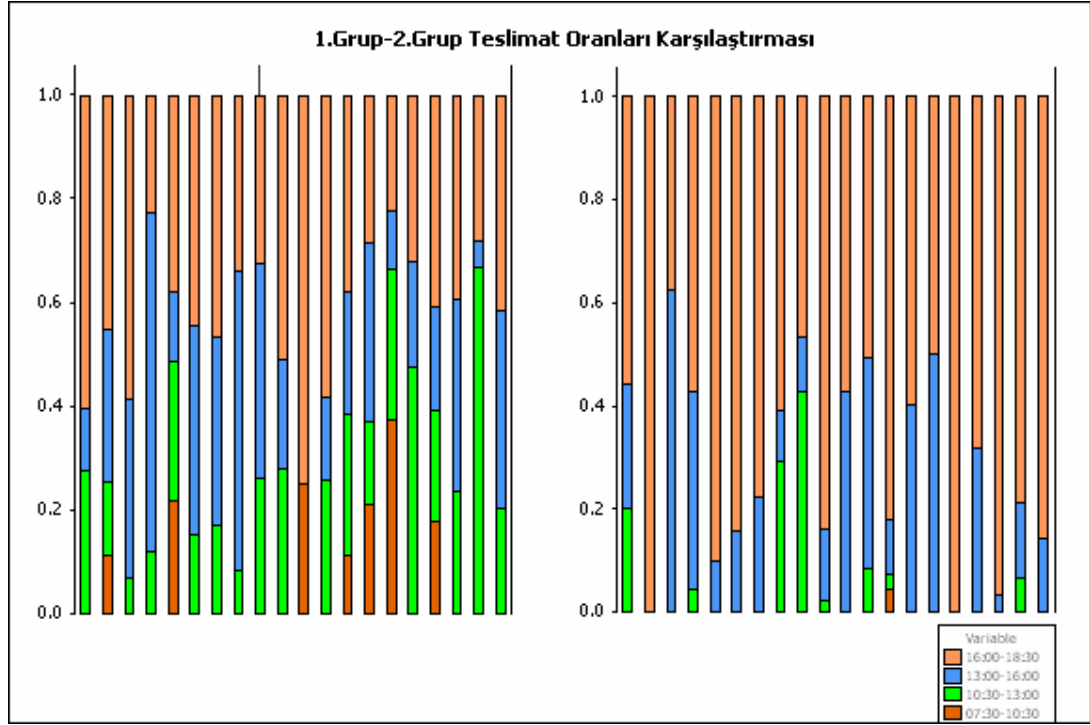


Şekil 4.19 Teslimat saatleri arasındaki iyileşme grafiği

Şekil 4.19’da görüldüğü gibi sürekli tek parça akışı projesi yapılan pilot bölge olan 1.grup iş hattında eski düzende çalışan 2.grup iş hattına göre ilk teslimat saatinde önemli bir iyileşme sağlanmıştır. Bunun en büyük avantajı sevkiyat yapmayı bekleyen nakliye tır ve kamyonlarını bekletmeyerek sevkiyat birimine olmuştur. Ayrıca üretim daha düzgün bir akışla ürünlerin teslimatını yapması sevkiyat biriminin sevkiyat programlarını daha sağlıklı bir şekilde gerçekleştirmesini sağlamaktadır.

Burada önemli olan diğer bir hususta üretim biriminin günlük üretimini gün içerisinde sevkiyat birimine ne kadar dengeli verdiğidir. Çünkü dengeli üretim teslimatları sevkiyat biriminin programını daha iyi yönetmesi ve aynı zamanda operatörlerini daha verimli kullanması anlamına gelmektedir. Ürün teslimatı gerçekleşmediği sürece sevkiyat operatörleri boş durumda beklemekte ve potansiyel bir verimsizlik oluşturmaktadır. Bu verimsizliği ortadan kaldırmanın yolu dengeli sevkiyattan

geçmektedir. Şekil 4.20’de yeni sistem ile eski sistem arasındaki teslimat oranlarını incelemektedir.



Şekil 4.20 Teslimat oranları arasındaki iyileşme grafiği

Tablo 4.10 Teslimat oranları

	Gün İçerisinde Gerçekleşen Teslimat Oranları			
Dönem	07:30-10:30	10:30-13:00	13:00-16:00	16:00-18:30
Önce	%0.22	%5.81	%22.82	%71.15
Sonra	%10.21	%27.85	%20.59	%41.35

Görüldüğü gibi sevkiyat oranlarında da yeni sistem ile büyük iyileşmeler sağlanmıştır. Örnek olarak eski sistem ile saat 10:30’kadar toplam üretimin ancak %0.22’sinin teslimatı yapılırken; yeni sistem arasında aynı saat aralığında toplam üretimin %10.21’inin teslimatı yapılmaktadır. Aynı şekilde çalışma saatinin son aralığında eski sistem ile üretimin %71.15’inin teslimatı yapılırken; yeni sistem ile bu oran düşmüş %41.35 olarak azalmıştır. Önceki kısımlarda da bahsedildiği gibi bunun en çok faydası

sevkiyat biriminin verimlilik artışına olmuştur. Daha dengeli teslimat oranları ile sevkiyat birimine daha verimli çalışma imkânı verilmiştir. Bu verimlilik artışını gösterebilmek için sevkiyat birimine ve döşeme birimine ait bazı parametreleri değerlendirmek gereklidir. Bu parametreler aşağıda verilmiştir.

Kamyon yükleme süresi (adam/kamyon) = 370 dk.

Kamyon kapasitesi = 16 takım

Takım yükleme süresi = 23.13 dakika

Üretim Miktarı = 330 takım

330 takımın sevkiyatı için gerekli adam sayısı = $330 \times 23.13 / 580 = 13$ adam

Daha sonra sevkiyat biriminin 330 takımlık üretimi gün içerisinde dengeli bir şekilde teslimatını yapması için hangi saat aralıklarında elemanları nasıl kullanması gerektiği konusu söz konusu olduğunda Tablo 4.10 ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.11 Sevkiyat oranlarına göre eleman verimlilik tablosu

	Yeni Sistem				Eski Sistem			
	07:30-10:30	10:30-13:00	13:00-16:00	16:00-18:30	07:30-10:30	10:30-13:00	13:00-16:00	16:00-18:30
Kullanılan Eleman Sayısı	1.34	3.66	2.71	5.44	0.03	0.76	3.00	9.36
Gerekli Eleman Sayısı	3.86	3.29	2.61	3.40	3.86	3.29	2.61	3.40
Fark	-2.51	0.37	0.10	2.04	-3.83	-2.53	0.39	5.96
Eleman Verimlilik Artışı	1.32	2.90	-0.29	3.92	-	-	-	-

Tablo 4.10'da görüldüğü gibi sevkiyat operatörlerinin verimli kullanımı eski sisteme göre yeni sistem ile artmıştır. Fark satırındaki rakamlar ilgili saat aralığında gereken eleman sayısından sapmaları göstermektedir. Görüldüğü gibi yeni sistem ile sapmalar daha da azalmıştır. Sonuç olarak, sevkiyat biriminin personel yönetimindeki verimliliği

yeni sistem ile arttığını kolaylıkla söyleyebiliriz. Bu artışı saat aralıkları bazında eleman verimlilik artışı satırında görebilmekteyiz.

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, genel olarak koltuk takımları süreçleri değerlendirilmiş ve bu süreçler içerisinde yalın üretim sistemi araçlarının uygulaması gerçekleştirilmiştir. Yalın üretim sisteminin temel amacı üretim sahası içerisinde müşterinin para ödemediği katma değersiz faaliyetleri ortadan kaldırmaktır. Bu sayede daha az kaynak maliyetleri ile daha verimli bir üretim gerçekleştirmek yalın üretim sistemlerinin ulaşmak istediği nokta olmuştur. Mobilya üretim sistemlerinde de sektörün emek yoğun olmasından kaynaklanan birçok katma değersiz faaliyetler mevcuttur. Bunlar başlıca taşıma, gereksiz hareket, aşırı stoklar, yeniden işleme ve aşırı üretimdir. Bunları ortadan kaldırmak için yalın üretim araçlarından faydalanmak kaçınılmazdır. Bundan dolayı bu çalışmanın yapılmasındaki amaç koltuk takımı üretim süreçlerinde yalın üretim araçlarını kullanmayı desteklemek ve bu araçların nasıl kullanılması gerektiği konusunda bilgi vermektir.

Koltuk takımları üretim süreçleri genel olarak kesiklidir. Bundan dolayı süreçler arasında hat dengesizlikleri mevcuttur. Bu hat dengesizliğinden kaynaklanan ara stoklar aşırı miktardadır ve bu stokları sonraki sürece aktarmak için gereksiz işgücü harcanmaktadır. Bu çalışmada tek parça akışı ile bu durumun ortadan kaldırılacağı anlatılmıştır. Tekrarlı sürekli akış ile işlenmekte olan parça süreçler arasında beklemeden diğer süreç sahibine konveyörler aracılığı ile gitmekte, ara stok bölgelerinde hiç beklememektedir. Bu şekilde hem taşıma ve gereksiz hareket gibi hem de aşırı stoklar gibi yalın üretim sisteminin israf olarak kabul ettiği katma değersiz faaliyetler ortadan kaldırılmıştır. Bu da sonuç olarak üretim sisteminin verimlilik artışı sağlamıştır. Tek parça akışı ile üretim sahası içerisinde alan kazancı ve bununla birlikte kapasite artışı gerçekleşmiştir.

Ayrıca koltuk takım üretim süreçlerinde tekrarlı sürekli akış sistemi uygulayarak ürünlerin ara stok bölgelerinde gereksiz bekleme süreleri ortadan kaldırılmıştır. Bundan dolayı koltuk takımlarının sevkıyata verilme süresi azalmış ve bu şekilde sevkıyat bölümünde verimliliği artmıştır. Aynı şekilde daha kısa zamanda ürünlerin müşterilere teslim edilmesi noktasında müşteri memnuniyeti açısından da tekrarlı sürekli akışın faydası olmuştur.

Yalın üretim uygulamalarında simülasyon tekniklerinin kullanılması hem uygulama riskini azaltmakta hem de uygulama kazançlarının belirlenmesinde büyük faydaları vardır. Çünkü gerçek sistem parametrelerini simülasyon programına aktararak gerçeğe yakın sonuçları elde etmek mümkündür. Bu çalışmada da yapılacak değişiklikleri simülasyon ortamında deneyerek sonuçlar değerlendirilmiş; kurulan sistemin parametreleri analiz edilmiştir. Bu noktada yalın üretim uygulamaları öncesinde kurulması gereken sistemin simülasyon ortamında analiz edilmesi gerektiği desteklenmiştir. Simülasyon programlarının kullanımının önemi, istenilen sistemin yatırımı yapılmadan herhangi bir maliyet gerekmeksizin nasıl işlediğini inceleme ve analiz fırsatı vermesinden gelmektedir. Diğer bir önemli faydası ise, tasarımı yapılan sistemde herhangi bir değişiklik yapmak gerekirse bunu simülasyon üzerinde yapmak ve sonuçları kıyaslamak mümkündür. Bundan dolayı yalın üretim uygulamalarında büyük ölçüde simülasyon tekniklerinden faydalanılmalı ve farklı sistemlerin sonuçlarını kıyaslamada deneme yanılma yöntemi değil de simülasyon aracı kullanılmalıdır.

Sonuç olarak, bu çalışma yalın üretim sistemi araçlarının koltuk takımları üretim süreçlerinde nasıl kullanılması gerektiği konusunda destek sağlamıştır. Fakat günümüzde düşük maliyetli kaliteli üretimin önemi dikkate alınırsa sadece koltuk takımları süreçlerinde değil, aynı zamanda herhangi bir sektörde, herhangi bir ürünün üretimini gerçekleştiren şirketin yalın üretim sistemi ile rekabet avantajı kazanabileceği bu çalışmada vurgulanmış oldu. Buradan sadece üretim yapan şirketlerin yalın üretim sistemlerini uygulayabileceği anlaşılmamalıdır. Çünkü hizmet sektöründe çalışan şirketler de nihayetinde hizmet üretmektedir ve yalın üretim sistemlerinden büyük ölçüde faydalanmaları mümkündür. Bu noktada önemli olan yalın üretim sistemi araçlarını iyi bir şekilde anlamak ve bunları süreç şekillerine göre sağlıklı bir şekilde uygulamaktır. Kısacası, sektör gözetmeksizin yalın üretim sistemleri her süreçte uygulanmalı ve günümüz rekabet ortamında yalın üretim sistemlerinin getirdiği düşük maliyet, yüksek verim gibi avantajlardan her şirketin faydalanması gerekmektedir.

Bu çalışmadan sonra yalın üretim sistemi uygulaması olarak lojistik süreçlerinde çalışma yapılabilir. Çünkü sadece üretim süreçlerinde yalın sistemlere sahip olmak sistemin tamamında yalın sistemlere sahip olmak anlamına gelmemektedir. Ayrıca yalın

Üretim sistemlerinden elde edilen kazancın en yüksek seviyelerde olması için tüm Şirket süreçlerinde yalın üretim araçlarının uygulanması gerekmektedir. Çünkü, tüm sistemin sadece bir parçasında yalın üretim sistemine sahip olmak bir anlam ifade etmemektedir. Yalın retim sistemlerinden elde edilen kazanç en yüksek seviyelerde gerçekleşmesi için, malzeme akışları, depo lojistiği, diğer yarı mamul tedarikleri, planlama ve satınalma süreçlerinin de aynı Şekilde yalın üretim sistemlerine sahip olmaları gereklidir.

KAYNAKÇA

1. M. Takahashia, M. Kanekoa, Y. Futatsuishia, I Watanabea ve T. Nakanishiba, A Study of the Scheduling Simulation System of U-shaped Production Line with Multi-workers using eM-Plant, Seikei University, Tokyo, Japan, 2001.
2. A. Smalley, Connecting Assembly with Batch Processes Via Basic Pull Systems, 1998.
3. T. MacAdam, The Benefits of Flow, 2003.
4. M. Rother and R. Harris, Creating Continuous Flow, A Lean Toolkit Method and Workbook, Version 1.0, June 2001.
5. P. Cornell, Go With the Flow, 2002.
6. J. Liker, The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer, First edition, McGraw-Hill, 2003.
7. M. S. Aktürk ve F. Erhun, An overview of design and operational issues of kanban systems, 2000.
8. J. A.G. Krupp, Some Thoughts On Implementing Pull Systems, 2005 .
9. E. Denver, The Fundamentals of Flow Manufacturing, 2000.
10. T. Garoma, Implementation of Just-In-Time Production System in Automotive Manufacturing Company of Ethiopia and Addis Ababa Bottle & Glass Factory, November 2004.
11. D. Tagaduan, Kanban System Used To Optimize Inventory Levels, 2002.
12. T. Ohno, Toyota Production System: Beyond Largescale Production, Productivity Press Inc, 1995.
13. S. Shingo, A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint (Produce What Is Needed, When It's Needed), Productivity Press, 1989.
14. Y. Monden, Toyota Production System, An Integrated Approach to Just-In-Time, Third edition, Norcross, GA: Engineering & Management Press, 1998.
15. M. D. Burlikowska, D. Szewieczek, The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process, Volume 36, Issue 1, September 2009.
16. P. L. King, Smed in process industries, improved flow through shorter product changeovers, 2009.

17. J. Tidd, J. Bessant, K. Pavitt, Continuous Improvement: Specific Techniques, 2005.
18. C. Rutter, Sustain the Gains of Lean Improvements, 2008.
19. P. Davidsson ve F. Wernstedt, Characterization and Evaluation of Just-In-Time Production and Distribution, 2003.
20. Hall, R.W.: Zero Inventories, Dow Jones-Irwin, Illinois, 1983.
21. A. M. Schneiderman, Optimum Quality Costs and Zero Defects: Are They Contradictory Concepts?, November 1986.
22. F. Abdullah, Lean Manufacturing Tools and Techniques In The Process Industry With A Focus On Steel, 2003.
23. P. Dennis, R. Daina, Defining Production and Inventory Management Systems for Process Industries, 1993.
24. M.P. Groover, Automation, Production, and Computer Aided Manufacturing, 1980.
25. Hall ve E.I.Mark, Just In Time Certification Review Course Student Guide, 1992.
26. R.P.Sadowski, Kelton, Simulation with Arena, 2nd Edition McGraw Hill, Inc., 2002.
27. Nahmias, Production and Operations Analysis, Third Edition, 1997.
28. R. Panizzolo, Applying the lessons learned from 27 lean manufacturers, The relevance of relationships management, International Journal of Production Economics, Vol.55, 1998.
29. M.Rother, J.Shook, Learning To See:Value stream mapping to add value and eliminate muda, 1.2 edition Brookline, MA: Lean Enterprise Institute, Inc., 1999.
30. M.S.Spencer, D.Planet, ve D.S. Rogers, Toward A Deeper Understanding of JIT, Production and Inventory Management Journal, Third Quarter,1994.
31. J.P.Womack, D.T.Jones ve D. Ross, The Machine That Changed The World,1990.
32. J. Allen, C. Robinson, D. Stewart, Lean manufacturing : a plant floor guide, Dearborn, MI : Society of Manufacturing Engineers 2001.
33. R. M. Donovan, Lean Manufacturing: Guidelines For Success, 2001.

34. B. Büyük, Değer Akış Haritalandırma, Kasım, 2004.
35. Y.H. Lian, H. V. Landeghem, An Application of Simulation and Value Stream Mapping in Lean Manufacturing, 2002.
36. G. Anand ve R. Kodali, Application of value stream mapping and simulation for the design of lean manufacturing systems: a case study, Volume 5, Number 2 / 2009.
37. D. M. Nicol, J. Banks, J. S. Carson, Barry L. Nelson, Discrete Event System Simulation, Fifth Edition, 2010.
38. www.simul8.com.
39. J. Kilpatrick, Lean Principles, Utah Manufacturing Extension Partnership, 2003.
40. G. Galsworth, Visual Workplace: Visual Thinking: Creating Enterprise Excellence Through the Technologies of the Visual Workplace, March 2006.
41. M.W.Feld, Lean Manufacturing: Tools, Techniques, and how to use them (Boca Raton, London: The St.Luice Press, 2000).
42. J. M. Juran, A.B. Godfrey, Juran's Quality Handbook McGraw-Hill Fifth Edition, 1999.
43. K.L. Neddy, B. Bidanda, Production Flow Strategies, McGraw Hill, Chapter 14, 2001.
44. Dimancescu, Hines, P. Rich, The Lean Enterprise: Designing and Managing Strategic Processes for Customer Winning Performance, Amacom, New York, 1997.
45. A.W. Sandras, Process of JIT: Similarities and Differences, June, 1992.
46. R.E. White, An Emprical Assessment of JIT in U.S. Manufacturers, 1993.

ÖZGEÇMİŞ

01.08.1982 Adana doğumluyum. İlk ve orta öğrenimimi Adana’ da tamamladım. 1999 yılında Ö.Ç. Bilfen Lisesi’ nden mezun oldum. Bu yılda Gazi Üniversitesi End. Müh. bölümünü kazandım. 2002 yılında yatay geçişle Marmara Üniversite’ ne geçtim. 2005 yılında lisans öğrenimimi başarı ile tamamlayarak Marmara Üniv. End. Müh. bölümünden mezun oldum. Şuan Boydak Grubu’ na bağlı Merkez Çelik A.Ş.’ de üretim mühendisi olarak görev yapmaktayım.