



**İSKENDERUN TEKNİK**

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK  
LİSANS  
TEZİ**

**ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNDE  
PROSES MODELLEME VE ANALİZ  
ETME, YALIN ÜRETİM YÖNTEMİNE  
GÖRE YENİ PROSES TASARLANMASI**

**Hakan ÖNER**

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ  
ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2019



**ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNDE PROSES MODELLEME VE ANALİZ  
ETME, YALIN ÜRETİM YÖNTEMİNE GÖRE YENİ PROSES  
TASARLANMASI**

**Hakan ÖNER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZİRAN 2019**

Hakan ÖNER tarafından hazırlanan “ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNDE PROSES MODELLEME VE ANALİZ ETME, YALIN ÜRETİM YÖNTEMİNE GÖRE YENİ PROSES TASARLANMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Gürel ÇAM

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum.~~

**Başkan:** Doç. Dr. Ahmet ÇAKAN

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Mersin Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum.~~

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Ersin BAHÇECİ

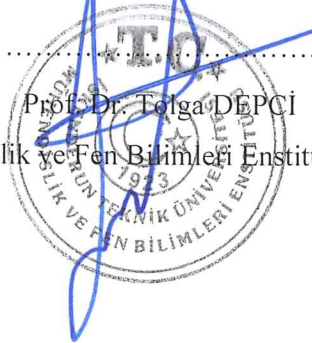
Metalurji ve Malzeme Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum.~~

Tez Savunma Tarihi: 10.06.2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Tolga DEPCI  
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.



Hakan ÖNER

10.06.2019

ESNEK ÜRETİM SİSTEMLERİNDE PROSES MODELLEME VE ANALİZ ETME,  
YALIN ÜRETİM YÖNTEMİNE GÖRE YENİ PROSES TASARLANMASI  
(Yüksek Lisans Tezi)

Hakan ÖNER

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAZİRAN 2019

ÖZET

Sanayi devrimini takip eden yıllarda, tüketim yapan kişi ve kuruluş sayısı üretim yapan kişi ve kuruluş sayısından çok daha fazla olduğu söylenebilir. Ancak ilerleyen dönemlerde bu fark giderek azalmıştır. Üretici sayısındaki artış müşterilerde daha kaliteli mamulü daha ucuza ve daha az zamanda elde etme isteğini tetiklemiştir. Bu da üreticiler arasındaki rekabetin zamanla artmasına yol açmıştır. Artan rekabet ortamında üreticilerin ana hedefi, “müşteri ihtiyaçları doğrultusunda, daha kaliteli ve zamanında üretim yapmayı hedefleyip müşteri memnuniyetini en üst düzeyde tutmayı sağlamak” olmuştur. Firmalar, rekabetçi piyasa şartlarında ayakta kalabilmek için proseslerinde israflardan arınmak ve verimliliği en üst düzeyde tutmak zorundadırlar.

Bu çalışmada, proseslerdeki israfları ve kalite problemlerinden kaynaklanan müşteri memnuniyetsizliklerini minimuma indirecek faaliyetlerin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Bunun için mevcut bir üretim prosesinin modeli çıkartılmış, mevcut proses süreleri tayin edilmiş, alternatif bir üretim prosesinin modeli çıkartılmış, yeni proses süreleri tayin edilmiş, elde edilen kalite kazanımları belirlenmiş ve karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir. Yürütülen çalışmalar ile ürün maliyetini etkileyen israflar önlenmiş ve kalite kazanımı sağlayacak faaliyetler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Müşteri ihtiyaçları, proses verimliliği, israf

Sayfa Adedi : 55

Danışman : Prof. Dr. Gürel ÇAM

PROCESS MODELING AND ANALYSIS, AND PROCESS DESIGN ACCORDING TO  
LEAN PRODUCTION METHOD IN FLEXIBLE MANUFACTURING SYSTEMS

(M. Sc. Thesis)

Hakan ÖNER

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY  
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE

Jun 2019

ABSTRACT

In the years following industrial revolution, the number of consumers were far higher than the number of persons and organizations which produced goods. However, this difference has gradually reduced in the advancing years. The increase in the number of producers has triggered the consumers' desire to produce higher quality goods at a lower cost and in a short time. This in turn increased the competition between the producing companies. The main goal of the producers is thus 'to produce higher quality goods in time in order to keep consumer satisfaction at a maximum level'. Producing companies must therefore avoid wastage and keep the productivity at the highest level in order to survive in this competitive environment.

In this study, the measures are aimed at reducing wastage at the production line and the customer dissatisfaction resulting from product quality problems. For this purpose, the model of a current production process is set up, the current process times are determined, the model of an alternative production process is established, the process times of new production process are determined, the obtained quality improvements are determined and compared with the current production system. The wastage affecting the product cost is avoided with the measures taken and the activities which increase the product quality are determined.

Key Words : Customer needs, process efficiency, waste  
Page Number : 55  
Supervisor : Prof. Dr. Gürel ÇAM

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmayı yönlendiren ve her türlü yardımı esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Gürel ÇAM'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda verdikleri destekten dolayı Sayın Prof. Dr. Tolga DEPÇİ'ye ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ersin BAHÇECİ'ye teşekkür ederim.

Tez çalışmamda Şampiyon Filtre A.Ş. imkanlarını sonuna kadar kullanmamda bana yardımcı olan sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Şampiyon Filtre A.Ş. Yönetim Kurulu Üyesi ve İşletme Yöneticisi Endüstri Mühendisi Sayın Nurettin YILMAZ'a teşekkür ederim.

Tez çalışmamda sahip oldukları bilgi birikimi ve tecrübeleri ile desteklerini esirgemeyen İmalat ve AR-GE Yöneticisi Yüksek Makine Mühendisi Sayın Şahin ÇİÇEK'e, Endüstri Mühendisi Sayın Yusuf ÇARPAR'a ve Şampiyon Filtre A.Ş. AR-GE Merkezi çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen babam Tahir ÖNER'e, annem Nimet ÖNER'e ve ablam Hayriye EKER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

**İÇİNDEKİLER**

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	2
2.1. Yalın Üretim.....	2
2.2. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi .....	4
2.3. İsraf .....	6
2.3.1. Hatalı üretim.....	7
2.3.2. Fazla üretim.....	7
2.3.3. Stok üretim .....	7
2.3.4. Gereksiz işler.....	8
2.3.5. Taşıma .....	8
2.3.6. Hareket .....	8
2.3.7. Bekleme.....	8
2.4. Yalın Üretim Sisteminin İlkeleri.....	9



	<b>Sayfa</b>
2.4.1. Değer kavramı.....	9
2.4.2. Değer akış .....	10
2.4.3. Akış .....	12
2.4.4. Çekme .....	12
2.4.5. Mükemmellik.....	13
2.5. Yalın Üretim Teknikleri .....	13
2.5.1. 5S .....	13
2.5.2. Kanban .....	16
2.5.3. Smed .....	17
2.5.4. Tek parça akışı .....	19
2.5.5. U tipi üretim hatları ve hücre sel imalat.....	19
2.5.6. Kaizen .....	21
2.5.7. Poka - Yoke.....	22
2.5.8. Toplam üretken bakım .....	23
2.5.9. Kalite çemberleri.....	24
2.5.10. Heijunka.....	24
2.5.11. Shojinka .....	25
3. MATERYAL VE METOT .....	26
3.1. Mevcut Montaj Üretim Hattının İncelenmesi .....	27
3.1.1. Mevcut montaj üretim hattının proses girdileri .....	27
3.1.2. Mevcut montaj hattı proses akışı .....	30
3.1.3. Mevcut montaj hattı proses düzeni .....	33
3.1.4. Mevcut montaj hattının özellikleri.....	33

	<b>Sayfa</b>
3.2. Alternatif Montaj Hattı .....	35
3.2.1. Alternatif montaj hattının proses gereksinimleri .....	35
3.2.2. Alternatif montaj hattı proses akışı .....	37
3.2.3. Alternatif montaj hattı düzeni .....	39
3.2.4. Alternatif montaj hattı özellikleri .....	40
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	44
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	51
KAYNAKLAR .....	52
ÖZGEÇMİŞ .....	54

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Mevcut montaj hattı birim üretim saniyeler .....	34
Çizelge 3.2. Mevcut montaj hattı kapasitesi ve kişi başına düşen üretim adedi .....	34
Çizelge 3.3. Mevcut montaj hat işlemleri ve kişi sayısı .....	34
Çizelge 3.4. Alternatif montaj hattı birim üretim saniyeler .....	40
Çizelge 3.5. Alternatif montaj hattı kapasitesi ve kişi başına düşen üretim adedi .....	40
Çizelge 3.6. Alternatif montaj hat işlemleri ve kişi sayısı .....	41
Çizelge 4.1. Mevcut / Alternatif durum işlem ve kişi sayısı .....	49
Çizelge 4.2. Kapasite ve kişi başına düşen üretim adedi .....	50

**ŞEKİLLERİN LİSTESİ**

<b>Şekil</b>	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.1. 5S faaliyetleri.....	14
Şekil 2.2. U tipi hücresel imalat.....	20
Şekil 2.3. Hücresel imalat yerleşimi.....	20
Şekil 2.4. Ortak makinalı hücre.....	21
Şekil 3.1. Süzücü üretim proses akış şeması .....	28
Şekil 3.2. Mevcut montaj hattı proses akış şeması .....	30
Şekil 3.3. Mevcut montaj hattı düzeni .....	33
Şekil 3.4. Alternatif montaj hattı proses akış şeması .....	37
Şekil 3.5. Alternatif montaj hattı düzeni .....	39
Şekil 4.1. Mevcut ve alternatif montaj üretim hatlarının karşılaştırılması .....	50

**RESİMLERİN LİSTESİ**

<b>Resim</b>	<b>Sayfa</b>
Resim 3.1. Şampiyon Filtre A.Ş. ürün envanterinde olan örnek hava filtresi.....	26
Resim 4.1. 150 kullanımdan sonra plastik kalıp.....	42
Resim 4.2. Kullanılmış plastik kalıp.....	43
Resim 4.3. Kullanım ömrünü tamamlamış kalıp ile üretilen mamul.....	43
Resim 4.4. Hava kabarcık izleri oluşan mamul.....	44
Resim 4.5. Kalıp izi ve lekelenme oluşan mamul.....	45
Resim 4.6. Poliüretan döküm yapılmış teflon kaplı metal kalıp.....	45
Resim 4.7. Deforme olmuş plastik kalıp yüzey görüntüsü.....	46
Resim 4.8. Teflon kaplı metal kalıp yüzey görüntüsü.....	47
Resim 4.9. Otomatik döner tabla.....	48

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklamalar

°C

Santigrat derece

### Kısaltmalar

### Açıklamalar

AR

Arttırılmış gerçeklik

JIT

Tam zamanında üretim

RFID

Radio frequency identification

RTLS

Reel-time locating systems

SMED

Tekli dakikalarda kalıp değişimi

TPM

Toplam üretken bakım

VR

Sanal gerçeklik

## 1. GİRİŞ

Sanayi devrimini takip eden yıllarda, üretici sayısındaki artış müşterilerde daha kaliteli mamulü daha ucuza ve daha az zamanda elde etme isteğini tetiklemiştir. Bu da üreticiler arasındaki rekabetin zamanla artmasına yol açmıştır. Artan rekabet ortamında üreticilerin ana hedefi, “müşteri ihtiyaçları doğrultusunda, daha kaliteli ve zamanında üretim yapmayı hedefleyip müşteri memnuniyetini en üst düzeyde tutmayı sağlamak” olmuştur. Firmalar, rekabetçi piyasa şartlarında ayakta kalabilmek için proseslerinde israflardan arınmak ve verimliliği en üst düzeyde tutmak zorundadırlar.

Beş bölümden oluşan bu çalışmada ilk olarak yalın üretim kavramı hakkında tanımlamalar yapılmıştır. Daha sonra yalın üretimin tarihsel gelişimi hakkında bilgiler verildikten sonra israf kavramı tanımlanarak işletmelerde israfa neden olabilecek unsurlar hakkında bilgiler verilmiştir. İkinci bölümün ilerleyen konularında yalın üretim sisteminin ilkelerine ve yalın üretim tekniklerine yer verilmektedir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde Şampiyon Filtre A.Ş. bünyesinde üretimi gerçekleştiren bir hava filtresinin montaj prosesi incelenmiştir. Daha sonra alternatif olarak düşünülen yeni montaj prosesi sunulmuştur. Mevcut ve alternatif montaj prosesleri incelenirken; proses girdileri, proses akışları, montaj proseslerinin düzenleri ve özellikleri aktarılmıştır. Ayrıca alternatif olarak sunulan montaj prosesinin gereksinimlerine bu bölümde yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde mevcut ve alternatif montaj hatlarının karşılaştırmaları yapılmaktadır. Montaj hatlarından elde edilen mamullerin kalitesel farklılıkları tartışılmıştır. Ek olarak mevcut ve alternatif olarak sunulan montaj proseslerinin üretim kapasitesi ve işçilik maliyetleri mukayese edilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde çalışma hakkında kısa bir değerlendirme yapılarak mevcut montaj üretim prosesine alternatif olabilecek yeni montaj üretim prosesinin işletmeye getireceği kazanımlara yer verilmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Yalın Üretim

Kitle ve atölye üretiminin bir karışımı olmasının yanı sıra, iki üretim sisteminin olumlu yanlarını içeren sisteme yalın üretim denir. Başka bir deyişle yalın üretim, sistem içerisindeki hataları, fazla stok, fire, işçilik ve müşteri memnuniyetsizliği gibi etkenlerin en düşük seviyelere indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanabilir [1]. Kitle üretiminin sıradan yapısı, atölye üretiminin ekstra maliyetini saf dışı bırakır.

Yalın üretim, üretimin girdileri arasında bulunan tüm komponentlerden daha az kullanarak daha fazla üretim yapmayı hedefler. Bu sebeple az sayıda stok ve işçi ile daha küçük alanda üretimin gerçekleşmesi sağlanır. Bu düşünce sistemi dünyadaki en verimli ve etkin üretim sistemi olarak düşünülen Toyota Üretim Sistemini ve Tam Zamanında Üretim Sistemini (JIT) tanımlamak için de kullanılabilir. Yalın üretimin temel prensibi üretim organizasyonu içerisindeki bütün israfları bertaraf ederek daha karlı bir üretim elde etmektir. Ayrıca yalın üretim, az kaynak ve düşük maliyet ile firesiz ve doğru imalatı müşteri isteğini tam anlamıyla karşılayacak şekilde, tam zamanında, israf olamadan gerçekleştirmeyi hedefler [2].

Genel müdürden operatöre, yöneticiden destek elemanına kadar herkes yalın iş stratejisine göre düşünme ve iş gerçekleştirme şeklini değiştirmek zorundadır. Bütün süreç etüt edilip analiz sonuçlarına göre bir sonraki iş için daha iyi hizmet verecek şekilde yeniden yapılandırılmalıdır. Yalın üretim ile elde edilecek başarı, yalın üretim sisteminin günlük işlerde nasıl uygulandığına bağlıdır [3].

Yalın üretim sistemi 6 ilkedен meydana gelmektedir [4];

- İmalat ve tasarım proseslerinin aynı zamanda işlenmesi, paralel olarak süreçlerin devam etmesi.
- JIT ve Kanban; Müşteri isteklerine göre üretim proses girdileri yönlendirilir.



- Toplam kalite kontrolü, müşteri taleplerini ve hazzını gerçekleştirebilecek kalite kontrol sisteminin fabrika bünyesinde yapılandırılması gerekmektedir. Üretimin ardından kalite kontrol işlemleri yapılmamalıdır.
- Sürekli iyileştirme, mamul ve proseslerde iyileştirme işlemlerinin süreklilik kazanması için kalite kontrol sisteminin iyileştirme işlemleriyle eş zamanlı gerçekleşmesi gerekir.
- Takım çalışması ile süreç çalışanları prosesler arasındaki değişimler ile proses sahipleri imalat operasyonlarında ortak kararlar alırlar.
- Tedarikçi sayısı tedarik zinciri entegrasyonunda azdır ve bu tedarikçiler işlevlerine göre gruplandırılır.

Toyota Üretim Sistemi'nin ana teması, gereksiz faaliyetlerin bertaraf edilmesidir. JIT ve jidoka bu düşüncenin dayanağı olan unsurlardır [5]. JIT, hatasız üretilen mamulleri tam zamanında, istenen sayıda imal edip müşteriye mamulün iletiminin sağlandığı sistemdir. Ardışık proseslerde birbiri ile etkileşim halinde olan süreçlerden önceki prosesin üretiminin sonraki prosesin başlamasından hemen önce gerçekleşiyor ise bu etkileşime tam zamanında üretim denir ve tek parça akış meydana getirilmiş olur. Sistemin ana girdileri, akış, çekme, standart iş ve takt zamanı' dır [6].

JIT'in meydana gelebilmesi için aşağıdaki sistemlerin etkin bir biçimde çalışması gerekmektedir [7];

- Kanban sistemi; tam zamanında üretimi gerçekleştirmek.
- Üretim dengeleme yöntemleri; taleplerdeki değişimlere uyum sağlayabilmek.
- Üretim hazırlık zamanını minimuma indirmek için makine ayar sürelerini minimuma indirmek.
- İşlemlerin standartlaştırılması sağlanarak proses dengesinin oluşturulması.
- Çok fonksiyonlu çalışanlar ile esnek işgücüne sahip olmak.
- Sürekli iyileştirmeyi sağlamak üzere problem giderme ekipleri ve fikri, öneri sistemleri.
- Otonomasyon sistemini meydana getirmek için görsel kontrol sistemleri
- İşlevsel yönetim sistemi ile kalite kontrol sistemini uygulamak.

## 2.2. Yalın Üretim Tarihsel Gelişimi

Yalın üretim, II. Dünya Savaşı sonrası ekonomik krize giren Japonya'nın krizden minimum seviyede etkilenmesini sağlamak adına oluşturulan bir sistemdir. Savaşın ardından meydana çıkan bu sistem ile esas olarak stokların en aza indirilmesi ve malzeme ilerleyişinin sistematik biçime dönüştürülmesi için çalışmalar yapılmıştır. Böylelikle proseslerde işlenen yarı mamullerin istenilen sürede iletilmesini sağlayarak bütün israflardan kurtulunmuş olunur ve yalın imalat kültürünün meydana gelmesi gerçekleşir [2].

Üretim sistem biçimine nasıl geldiği yalın üretim tarihini açıklayabilmek için çok önemlidir. Üretim tarzlarının tarihsel gelişimi geçmişten bu güne sıralı bir sistem biçiminde ortaya konmalıdır. Çünkü tarihsel gelişim esnasında meydana gelen faaliyetler yalın üretim kültürünün oluşmasında etkili bir role sahiptir. Bu faaliyetler yalın kültürün birer parçasını oluşturmaktadır.

Üretim faaliyetlerinde tanım olarak ilk bahsedilmeye başlanan şey "süreç"tir. 18. Yüzyıl ile birlikte üretimin bir sistem biçimine dönüşmesinde etkisi olan insanlar bazı çalışmalar yapmışlardır. İlk sırada Eli Whitney'in çalışmaları gelmektedir. Eli Whitney çırçır makinesi üreterek pamuk üreticilerinin uzun süreler kaybettiği tokum ayıklama işlemlerini çok kısa bir sürede gerçekleştirmelerini sağlamıştır. Ayrıca Eli Whitney o zamanlarda silah parçalarının standardizasyonunu gerçekleştirerek, kalifiye işçilik gerektirmeden silahların basit bir şekilde montajının gerçekleştirilmesini sağlayan bir sistem meydana getirmiştir. İleriki süreçlerde süreç kavramı ve süreç-sistem ilişkisi araştırma konusu haline gelmiştir. Frank Gilberth, Frederick Taylor, ve Sakichi Toyoda 19. yüzyılın içerisinde üretim sistemi adına yeni kavram ve metotlar üretmişlerdir. Taylor, Bilimsel Yönetim Yaklaşımı ile anılarak standart iş kavramını meydana getirmiştir. Frank Gilberth ise prosesleri inceleyerek iş ve hareket etüdü çalışmalarına endeksenerek proses haritalama metodu kavramını meydana getirmiştir [9].

Henry Ford ve faaliyetleri 1910'lu yıllarda adından söz ettirmeye başlamıştır. Bir inceleme sırasında konveyör bant üzerindeki etlerin bir sonraki prosese iletilmesini örnek alarak sürekli akış sistematüğini meydana getirmiş ve 1913 yılında Michigan Highland Park'taki

işletmesinde bu sistemi uygulamıştır. Kolay sökülebilir parçalar, standart iş ve yürüyen aksama sahip bant sistemlerini birbirlerine entegre ederek "Akış Üretimi" tanımını verdiği üretim kültürünü ortaya koymuştur. Hız açısından akış üretim sistemi oldukça verimliydi; ancak tek çeşit mamul üretimine elverişli bir üretim sistemiydi. Yani Model T, siyah renk ve tek tip kaporta görünümüne sahipti. Müşteriler Model T için doyuma ulaşıldığında farklı ve çeşitli modellere olan ihtiyaç artmıştır. Esneklik kavramı akış üretim sisteminde kendine yer bulamadığından uzun teslimat süreleri meydana gelmekteydi. Bu sebeple Akış Üretim Sistemi çağın gerekliliklerini yerine getiremediği görülmektedir [9].

General Motors 1930'larda Ford'un piyasada meydana getirdiği boşluğu kullanarak sektörde büyük bir atılım meydana getirmiştir. Otomobil sektöründe General Motors, büyük hisseyi eline geçirerek Ford'un yerini almıştır. Takip eden Japon mühendisler Ford'un üretim kültürünü inceleme ihtiyacı hissetmişlerdir. Yalın üretim ve idare kültürünün tohumları 1950'lerde Toyoda ailesinin üyeleri mühendis Eiji Toyoda ve mühendis Taiichi Ohno tarafından Japon Toyota Firmasında atılmıştır [9].

Ford işletmelerini araştırmak için yaptıkları teknik incelemelerden kazandıkları bilgi ve tecrübeleri kullanarak Ford'un üretim sisteminin liderlik ettiği kitle üretim kültürünün Japonya için elverişsiz olduğuna kanaat getirirler. Bu öngörülerini yepyeni bir üretim ve idare kültürünün filizlenmesini sağlar [9]. Kitle üretiminde, her üretim girdisinden maksimum adette talep eden üretim sistemi oldukça israf içeren savurgan (muda) bir yapıdadır [8].

Kiickiro Toyoda, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo tarafından Ford'un akış sistemi örnek alınarak Toyota Üretim Sistemi meydana getirilmiştir. Toyota Üretim Sisteminde hedef sürekli akış ile birlikte esnek ihtiyaca adaptasyonun gerçekleşmesidir. Japon'lar A.B.D.'nin kitlesel üretim sistemi ile ürettiği mamullerle yarışmak için mevcut olanakları verimli kullanmak zorunda kalmışlardır. Mevcut olan az olanakla en fazla üretimi sağlamaya yönelik Japon firmalar aynı zamanda piyasa koşullarında söz sahibi olabilmek için mamul kalitesinde iyileştirmeler yapmışlardır [2]. Bu gibi araştırma ve incelemeler neticesinde üretim sistemlerinde bazı kavram ve teknikler meydana gelmiştir. Andon sistemiyle birlikte görsel kalite kontrol ve 5S çalışmaları, öneri sistemi kültürü, üretim adetlerini esnetmeye yönelik çekme kartları ve proses dengeleme, bütün firma bünyesinde uygulanan

toplam kalite kontrol programları ve sürekli akışta üretim esnekliğini sağlayacak SMED (tekli dakikalarda kalıp değişimi) teknikleri bunlardan bazılarıdır [9].

### 2.3. İsrâf

İsrâf kavramı, hem değer yaratan işlemler sırasında hem de değer yaratmayan işlemler esnasında ortaya çıkan gereksiz kaynak tüketimi anlamına gelir [10]. Yalın üretim, üretim ve organizasyondaki israfları bertaraf etmek ve sürekli olarak sistem geçerliliğini sağlamak sistemini ilke edinen bir kültürdür. Taiichi Ohno, israfi kaynak harcayan fakat değer katmayan faaliyetler olarak adlandırmıştır [5]. Diğer bir ifade ile israf, değer yaratmayan fakat maliyet arttıran kavram olarak tanımlar. Henry Ford ise değer yaratmayan her şeyi israf olarak adlandırmıştır [11,12].

Günlük planları aşan üretim adetleri, erken biten prosesler, makineler arası taşıma işlemlerinin fazlalığı, katma değer yaratmayan ancak işçilik sarfiyatına neden olan bütün işlemler, arızalar, üretim girdilerinde meydana gelen hatalar sebebi ile meydana gelen duruşlar üretim alanındaki değer katmayan faaliyetlerin küçük bir dilimini oluşturmaktadır.

Yalın üretim, tarif edilen israfların tümünü olabildiğince bertaraf etmeyi amaçlar. Her bir israfın olabildiğince sifıra indirilmesi ütöpik bir durum olarak görülebilir. Yalın üretim felsefesi bu gerçekleşmesi zor olan duruma nasıl yaklaşıldığını ve ne miktarda yaklaşılabileceğini göstermektedir. Bu yaklaşım işletmelerin dinamik bir yapıya bürünmesini hedefler.

İsrafi azaltan tüm aksiyonlar, prosesleri iyileştirmede ileriye doğru atılmış birer adım sayılır [31]. İşletmeler, fabrika içi israfi en az seviyeye indirebilmek için tüm süreçlerde iyileştirmeler yapılmalıdır. Ve bu iyileştirme çalışmalarını sürekli iyileştirme yaklaşımı ile kontrol etmelidirler [14].

İsrâf ve kayıpların tamamen bertaraf etmek için aşağıda belirtilen iki noktayı iyi akılda tutmak gerekir [5];

- Maliyet düşürüldüğünde etkinliği arttırmak anlamlıdır. Bu sonuca ulaşmak için, sadece talep edileni üretmeli ve iş gücü mümkün olan en düşük seviyede gerçekleştirilmelidir.
- Proseslerin ve çalışan operatörlerin yetkinliği analiz edilmelidir. Son olarak kısım kısım ve tüm proseslerin etkinliği ölçülmelidir.

Yalın felsefeye göre, müşteri isteklerini karşılamayan ve değer yaratmayan yani müşterinin ödeme yapmak istemediği tüm işler bertaraf edilmelidir veya minimuma indirilmelidir. Üretim sistemlerinde genel olarak 7 israf türü vardır [15].

### **2.3.1. Hatalı üretim**

Hatalı mamul veya yarı mamul üretimi ve bu üretimin tamir edilmesi değer katmayan bir faaliyettir. Mamulün teknik açıdan fonksiyonel karşılığı olmadığına hurdaya atılması zorunludur. Hatalı mamul veya yarı mamul üretimini gerçekleştirdiğinde ürünün tamir edilerek sağlam hale getirilmesi gerekir. Gerçekleşen iki faktör de işletmeler için zaman ve işçilik israfına sebebiyet vermektedir [15].

### **2.3.2. Fazla üretim**

İstenilen adetten fazla veya talep edilen süreden önce üretim gerçekleştirmek israftır. Müşteri isteğinden daha fazlasını imal etmek stok maliyetlerinin kabarmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, müşteri için mamule değer katmayan fazla bilgi ve doküman üretim israfıdır [15].

### **2.3.3. Stok üretim**

Üretim için talep edilenden fazla tutulan her şey israftır. Hammadde, yarı mamul ve mamulün depolama işlemleri sebebiyle maliyetlerin yükselmesine neden olduğu gibi hataların sonradan farkına varılmasına yol açmaktadır. Prosesler arası yarı mamul stoklanması, bu mamullerin sonraki proseslerde hatalı olduğunun görülmesi halinde hem zaman hem maliyet israfına sebep olmaktadır. Ek olarak, istenilenden çok miktarda ofis materyali, evraklar, malzemeler de stok israfıdır [15].

Taiichi Ohno'ya göre "Bir şirketin elindeki stok ne kadar fazlaysa ihtiyacı olan şeyi elde etme şansı o kadar azdır [15].

#### **2.3.4. Gereksiz işler**

Mamulün üretilmesi ve müşteriye sevk edilmesi sürecindeki faaliyetler israftan arındırılmalıdır. Proseslerdeki karmaşık yapı, gereksiz sayıda fazla kontrol ve onay süreçleri ortadan kaldırılmalıdır [15].

#### **2.3.5. Taşıma**

Fazla ekipman, makine, yarı mamul, hammadde, ve mamullerin başka bölümlere taşınması israftır. Prosesler arası malzeme ve bilgi taşınması, üretim alanının yanlış dizaynı sebebiyle ortaya çıkan fazla taşıma süreleri ve belgelerin uzun mesafelerde gezinmesi önemli maliyetlerdendir [15].

#### **2.3.6. Hareket**

İyi dizayn edilmemiş çalışma ortamı sebebiyle meydana gelen gereksiz çalışan hareketleri israftır. Sık kullanılan eşyaların çalışma alanına uzak konumlandırılması, iş planında olmayan faaliyetler ve çalışma alanında ihtiyaç duyulan dosya ve malzemelerin istifinin düzensiz olması nedeni ile arama işlemleri israftır [15].

#### **2.3.7. Bekleme**

Makinanın prosesteeki işlemini gerçekleştirmesini ve makina tamirini beklemek zaman kaybıdır. Ayrıca, bir bilgiyi veya çalışanı beklemek de israftır. Üretim prosesi ön hazırlık evrelerinde kaybedilen zaman bekleme israfına neden olmaktadır [15].

## 2.4. Yalın Üretim Sisteminin İlkeleri

Yalın düşüncenin hedefi, yalın üretim kültürünü ve şirkete, yalın değere ulaşmak ve yönetimin önceliklerini bu yöne göre değiştirmek, katma değer sağlayanı, israftan ayırt edilmesini sağlamak, mamulü etkileyecek işlemlere odaklanmak ve israflardan arınarak verimliliği elde etmektir [8].

Yalın üretimin mümkün olması aşağıdaki ilkelerin sırasıyla gerçekleşmesine bağlıdır [16];

- Değerin belirlenmesi
- Değer akışının belirlenmesi
- Değerin akış haline çevrilmesi
- Çekme sisteminin meydana getirilmesi
- Mükemmellik

### 2.4.1. Değer kavramı

Değer, yalın kültüründe en temel unsurdur. Bu kültür üretici firma tarafından oluşturulur. Kritik nokta üretici tarafından oluşturulan bu kavramın nihai tüketici ile uyuşmasıdır. Organizasyonlardaki esneklik ile müşteri tarafından yenilenen değer kavramına ayak uydurularak sürekli iyileştirilmeler yapılmalıdır. Bu kavramın anlamlı olabilmesi için müşteri gereksinimlerini, tam zamanında ve uygun maliyette olacak şekilde belli bir ürün ve hizmete dönüştürmek gerekir. Yanlış ürün ve hizmet veya olması gerekenden önce yapılan üretim israftır [8].

Değer, yalın kültürün çıkış noktası olup müşteri açısından üreticilerin var olma sebebidir. Bu sebeple üreticiler değer kavramını çok iyi analiz ederek uygulamalıdır [6].

Lead time (teslim zamanı) beş aşamada gerçekleşir [16];

- İşlem zamanı
- Kontrol zamanı

- Taşıma zamanı
- Bekleme zamanı
- Depolama zamanı

Fabrika içi bütün organizasyonlarda her bir birim kendini müşteri yerine koymalıdır. Hizmet ve ürünün onun için neden gerekli olduğunu ve ne için bu ürüne ihtiyacı olduğunu çok iyi bilmelidir. Yani her birim kendini nihai müşteri yerine koyarak iş planlarını gerçekleştirmeli ve bu doğrultuda tüm önlemlerini almalıdır. Değer yaratmayan faaliyetlerin kendisi için hiç bir şey ifade etmediğini bildiğinden kendi biriminde meydana gelen değer yaratmayan faaliyetleri bertaraf etmesi gerektiğini anlamalıdır.

#### **2.4.2. Değer akışı**

Üretilen mamul ve hizmetin hammadde formundan bir takım prosesler sonucu mamul haline gelmesi ve müşteriye ulaşmasına kadar geçen tüm operasyonel faaliyetler değer akışıdır. Entegre firmalarda meydana gelen tüm bu işlemler karmaşık bir hal alabilir ve birçok israfa neden olabilir.

Değer akış haritaları, hammaddeyi tamamlanmış ürüne çeviren sürecin bütününde ne kadar israfa neden olduğunun anlaşılmasında çok iyi bir araçtır. Girdiler montaj hatlarında müşterinin değer olarak tanımladığı kavrama dönüşmüş ise tüm operasyonlar başarı ile gerçekleşmiş demektir. Ancak bahsedilen tüm operasyonlar ürün üzerinde değer yaratmalıdır. Değer yaratmayan tüm faaliyetler üreticiye israf olarak döner. Bu haritalar organizasyondan sorumlu tüm personellere ürünün hammaddeden işlemler dahilinde ürüne nasıl dönüştüğünün anlaşılmasında yardımcı olur [17].

Bunu kamyonlarda kullanılan bir hava filtresi üzerinden basit bir şekilde anlatmak mümkündür.

Üretilen filtreyi 4 ana başlıkta inceleyebiliriz.

1) Pres



- 2) Saca şekil verme ( kılıf üretimi )
- 3) Süzücüye şekil verme ( süzücü kağıt üretimi )
- 4) Montaj

Yukarıda bahsedilen süreçler incelendiğinde:

1) Pres

- Kalıp yükleme işlemi
- Kalıp yüklemesinin ardından filtrenin alt ve üst kapaklarının şekil verilmesi
- Bir sonraki proses için taşıma

2) Saca şekil verme ( kılıf üretimi )

- Helisel şekil verme makinalarında sacın dairesel hale getirilmesi
- Bir sonraki proses için nakliye

3) Süzücüye şekil verme ( süzücü kağıt üretimi )

- Müşterinin isteğine göre kağıt cinsinin belirlenmesi ve istenilen forma göre üretilmesi
- Bir sonraki proses için taşıma

4) Montaj

- Girdi olarak üretilen tüm yarı mamullerin müşteri isteği doğrultusunda birleştirilmesi

Yukarıda belirtilen adımlar daha ayrıntılı aşamalardan oluşmaktadır. Bu akıştaki amaç değer katmayan işlemlerin belirlenmesini sağlamak olup müşteri tarafından istenilen hedefe ulaşmak için bir araç ve üretici karlılığını koruyacak adımlar silsilesidir.

Yukarıda bahsedilen süreçler montaj proseslerine kadar gelirken müşteri değer kavramına göre dizayn edilmeli ve son olarak montaj proseslerinde değer kavramı tamamlanmalıdır.

### 2.4.3. Akış

Entegre bir firmanın yalın üretim metodolojisine göre yeniden tasarlanması için en uygun nokta, belli başlı üretim proseslerinin her yerinde kesintisiz akış oluşturmaktır. Akış, yalın üretimin can damarıdır. Hammaddeden nihai ürüne kadar olan tüm süreçleri inceler ve en iyi kalitede ürünü müşteriye sevk etmede gereken yol haritasını üreticiye çıkartır. Akış, kestirimci bakım ve jidoka gibi araçların kullanılmasını zorunlu hale getirir [18].

### 2.4.4. Çekme

Stoku meydana getiren başlıca işlemlerde istenilen mamulün hangi miktarda olduğunu bilmeden gerçekleştirilen üretimdir.

- Müşterinin talep etmek isteyeceği her ne ürün varsa onun hakkında hatasız bir tüketim modelinin olacağıdır; ancak oluşturulan modelde mutlaka bir hata terimi olur. Ayrıca bu hata seviyesi de en az seviyede tutulmak istense de muhakkak ufak bir yanılma payı meydana gelecektir ve bu nedenle stok maliyeti oluşacaktır.
- Müşterinin ürün için talepte bulunmasıyla bilgi akışı üretimin başlayacağı ilk prosese gelene kadar önceki proseslere doğru hareket eder. Bu kademedен sonra birinci süreçten sonuncu sürece kadar bilgi iletimi yerini parça ilerleyişine bırakarak nihai müşteriye mamul teslim edilir.

Stok tutmaya yol açan nedenler incelendiğinde [7];

- Makina arızaları ara stokların meydana gelmesine neden olmaktadır. Bu durum mamulün montaj hattında ilerleyişini duraksatan en önemli unsurlardandır. Bu sebeple, JIT ortamında, sistemdeki bütün teçhizatlarına genel olarak periyodik koruyucu bakımı yapılmak zorundadır.
- Hatalı üretim, üretim prosesindeki kesintisiz ve ritmik olması gereken ilerleyişi durduran bir sebeptir. Bu sebeple, JIT ortamında güven esaslı, sıfır hata hedefli kişisel yetkinliğe ve sorumluluğa dayalı Toplam Kalite Yönetimi sistemlerinin oluşturulması gereklidir.

- Senkronizasyonun az olduğunda veya eksikliğinde; aralarında yarı mamul komponenti, güvenlik stoku olarak tutulmayan iki prosesli bir sistemde, eğer iki proses her üretim çevrimini aynı zamanda bitirmezse, prosesler birbirlerine engel olarak işleyişi durduracaktır.
- Müşteri taleplerindeki belirsizlik üretim proseslerinde stoklu çalışmaya neden olan en önemli sebeplerdendir. Belirsizliği önlemek adına, genellikle belirlenen bir zaman dilimi için istenilen adet, üretim adedi olarak dondurulur; bu miktara göre üretim hatlarında kapasite hesabı ve ayarlanması yapılır ve günlük üretim çizelgesi oluşturularak bu çizelgeler bir ay boyunca her gün tekrarlanır.
- Pazarlamacılardan kaynaklanan belirsizlik ile klasik üretim sürecinde, temin ve miktar açısından sevkiyatların tarihinin belirsizliği ve fonksiyonel olmayan mamuller nedeniyle hammadde ve malzemeler büyük partiler halinde tedarik edilir.

#### **2.4.5. Mükemmellik**

Mükemmellik, varış noktası belirli olmayan yalın bir felsefedir. Bu nedenle kavramı "sürekli iyileştirmeler" şeklinde görmek gerekmektedir. Yalın kültürün temelinde "iş doğru yapmak yerine doğru işi tek seferde yapmak" ilkesi yatar. Buna karşın israf tümüyle bertaraf edilemeyeceğinden, mükemmellik ulaşılması mümkün olmayan ütopyik bir hedef durumundadır [19].

Mükemmellik hedefine ulaşmanın bir diğer yolu da, değer akışının ilk procesten son prosese kadar tüm tedarikçileri kapsayan bir kaikaku uygulamasının uygulanmasıdır [6]. Kaikaku iyileştirmelerin ve revizyonların üretim alanı dışına çıkarak tedarikçi ve müşterilerin sisteme dahil olmasını sağlar.

### **2.5. Yalın Üretim Teknikleri**

#### **2.5.1. 5S**

İş yeri temizlik ve düzeninde çalışanların bir bütün olarak etkinliğini arttıran, proseslerde kaliteli çalışma ortamı yaratan ve bunu sürekli bir hale getiren sistemsel bir yaklaşımdır.

Bu yaklaşımın en büyük özelliği basit olmasıdır. Bu yaklaşım tüm iyileştirme çalışmalarını için gerekli olan zemini oluşturur [8].

Personellerin üretim esnasında kullandığı birçok alet, malzeme ve doküman bulunur. Bunlara her ihtiyaç olduğunda mümkün olan en kısa sürede ulaşılması gerekmektedir. Bu durum gereksiz israfların önüne geçecektir. Japonya’da Toyota bu sistemi temiz ve hoş iş ortamı olarak ifade etmektedir. Bu kavram her şeyin düzenli ve yerinde olması gerektiğini empoze ettiğinden güvenliğin temeli sayılmaktadır [17]. 5S faaliyetleri Şekil 2.1’de sıralanmıştır.

<b>Japonca</b>	<b>İngilizce</b>	<b>Türkçe</b>
Seiri	Sort	Sınıflandır
Seiton	Set in order	Düzenle
Seiso	Sweep	Temizlik
Seiketsu	Standardize	Standartlaştır
Shitsuke	Sustain	Disiplin

Şekil 2.1. 5S faaliyetleri [9]

### **Sınıflandırma**

Sınıflandırmada bütün malzemeler elden geçirilerek gerekli olanlar saklanmalı, gereksiz olanlar atılmalıdır [18]. Bu adımda her üretim alanı baştan aşağıya incelenerek kullanılan makineler, panolar, raflar, tezgahlar için “gerekli / gereksiz” sınıflandırması yapılır. Böylece gereksiz bütün materyaller saf dışı bırakılarak ferah ve düzenli bir üretim alanı meydana getirilir. Bu iş için bir 5S ekibi oluşturularak bütün tesis incelenir ve tüm bölümlerdeki sorumlu kişilere sorularak nelerin “gerekli / gereksiz” olduğunu belirler [20].

## **Düzenleme**

Sınıflandırma işleminden hemen sonra gerekli olan her malzeme için alan tespit edilir ve bütün nesnelere belirlenen yerlerde istif edilir. Düzenli bir çalışma alanı oluşturmanın planlandığı düzenleme adımının amaçları ise şöyledir [8];

- İş yerinin düzgün görünümde olması,
- Planlı yerleşim ve verimli planlama,
- Malzeme arama faaliyetlerini ortadan kaldırarak zamanı verimli kullanmak,
- Stoklama sisteminde düzenlemeler yapmak.

## **Temizleme**

Kaliteye zarar verebilecek veya makinalarda meydana gelebilecek hasar ve hataları hata öncesi giderebilecek denetleme biçimi olarak işlemektedir [18].

Temizlik olası iş kazalarını engeller, makine ve teçhizatın düzenli temizlenmesi makine ömrünü arttırabilir. Ayrıca temizlik meydana gelen israfların daha rahat görülmesini sağlamaktadır.

## **Standartlaştırma**

İlk 3S in korunup sürekli bir şekilde sürdürülebilir hale getirilebilmesi için standartlaştırma sistemi geliştirilmiştir. Standartlaştırma adımının amaçları aşağıdaki gibidir [8];

- Yönetim standardı oluşturarak 5S'i desteklemek
- Görsel yönetim hazırlanarak olumsuzlukların ortaya çıkmasını kolaylaştırmak,
- Kodlama işleminin renkli materyaller kullanılarak yapılması,

Standartlaşmanın faydası, tüm çalışanların rahatlıkla görebileceği uyarı ve kontrol tabloları oluşturularak çalışma alanındaki düzensizliklerin veya üretim hatalarının, ilk bakışta görünmesini gerçekleştirecek bir sistemini oluşturmasıdır.

## **Disiplin**

Yukarıda belirtilen bütün işlemler belirli bir disiplin ile uygulanmalıdır. Üretim ve hizmetin olduğu tüm alanlarda böylelikle iyileştirme sağlanmış olur. Bütün personeller ve yöneticiler 5S uygulamalarını sahiplenmelidirler. Doğru uygulamalar yaygınlaştırılarak, alışkanlık haline getirilmelidir. Sürekli eğitim ve iç tetkik mekanizmaları ile 5S kavramı canlı tutulmalıdır [20].

### **2.5.2. Kanban**

Günümüzde fabrika içi proses akışı Kanban denilen kartlar ile sürdürülmektedir. Kanban, Japonca kart anlamına gelmek ile beraber prosesler arasındaki çekmeyi ve üretimin ne ve ne kadar olacağına dair bilgilenmeyi sağlayan araçtır. Malzemelerin hareket kontrolünü sağlamaya yarayan bir çizelgeleme türüdür [7].

Kanban sistemi, üretim sistemi içerisinde malzemenin akış yönünün tersi yönünde hareket etmektedir. Prosesler arası stok kontrolünü gerçekleştirerek stok miktarlarını ve stok maliyetlerini hesaplamada kullanılabilir. İmalatın başlatılması ve ileriki safhalar arası ilişkinin kurulmasında ve taleplerin düzenlenmesinde kullanılan bir araçtır [13].

Taiichi Ohno, Amerikan süpermarketlerinde karşılaştığı uygulamalardan etkilenecek tam zamanında üretim fikrini 1950 yıllarında geliştirmiştir. Gözlemlediği uygulamalarda ara işlemler yoktur ve müşteriler çok miktarda mamüle doğrudan ulaşabilmektedirler. Market raflarından sorumlu çalışan sürekli boşalan rafları doldurmaktadır. Böylece fazla stokların temel israf olabileceği düşüncesi Ohno tarafından benimsenmiştir [21].

Toyota Üretim Sisteminin doğru işlemlerini sağlayan Kanban Sistemidir. Bu çizelgelerde nakliye siparişi ve üretim siparişi bulunur. Kanban, Toyota Motor Company'nin kendi üretim tesislerinde ve ona parça üreten firmalarda bilgi akışının gerçekleştirildiği bir sistem olup hem yatay hem dikey yönde bilgi akışını gerçekleştirir [5].

Bu sistemde proses ilerleyişine “bir sonraki prosesin isteği” yön verir. Personel kendi prosesinden önce gerçekleşen işi, kayıt altına alınan kanban kartları ile takip eder. Kanban

kartları yarı mamul veya mamullerin harekete geçirilmesi ya da işlenmesi için yetki belgesi özelliği taşımaktadır. Çekme sistemlerinde kanban kartları üzerinde bulunmayan yarı mamul veya mamul hareket ettirilemez ve işleme tabi tutulamaz [2].

Kanbanın İşlevleri [5];

- Sipariş veya nakliye evrakı,
- Üretim talebi,
- Stok önleme,
- Atölyedeki üretimin takibi,
- Hatalı üretim önlemi.

Kullanım Kuralları [21];

- Hatalı üretimi sevk etme,
- Talep kadar üretim,
- Talep doğrultusunda gelen yarı mamul kadar üretim,
- Hat dengeleme,
- İstikrarlı ve mantıklı prosesler.

Yalın üretim sisteminde çoğunlukla kullanılan kanban, teknolojiyi etkili bir biçimde kullanan bazı şirketlerde e-kanban'a dönüştürülmüştür. MAN Türkiye A.Ş firmasında e-kanban olarak adlandırılan planlama sistemi ile barkod sisteminin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur [1].

### 2.5.3. Smed

JIT sisteminde tek parça akışı öncesi ön hazırlık işlemleri mümkün olduğunca minimuma düşürülmelidir. Bu sebeple tek parça akış sistemine geçilmesinde kritik unsur SMED kavramıdır. Yalın üretim sistemlerinde ön hazırlık ve kalıp değişim işlemleri proses dışına çıkartılmadığı durumlarda tüm sistem ayar ve hazırlık sürelerinden olumsuz yönde etkilenmektedir. Ön hazırlık, kalıp değişim, makine ayarı gibi işlemler için geçen zaman

üretim için bir kayıptır. Bu kayıp zaman üretilen parça sayısı artırılarak önlenmeye çalışılıyor ise sistemde gereksiz işlenmiş parçalara ve stoklara sebep olur. Hazırlık sürelerinin kısaltılması, stokların azalmasına ve fazla parça işleme ile üretim hatlarında meydana gelen tıkanmaların önüne geçilmesine yardımcı olur [4].

Tam zamanında üretim gerçekleştirebilmek adına, küçük partiler halinde yapılan üretimler için kullanılan farklı kalıpların preslere yüklenmesi ve ayarlanması olabildiğinde minimum sürede gerçekleşmelidir. Shingo'ya göre tekli dakikalarda bunu gerçekleştirmek mümkündür.

Taiichi Ohno, üretim partilerinin azaltılması ve bu azalmaya bağlı olarak hazırlık zamanlarının kısaltılması ile mamul ve yarı mamul stoklarının azaltılabileceğini savunur. Parti büyüklüklerinin azaltılması, proses zamanını, dolayısıyla üretim öncesi hazırlık süresini azaltır. Böylece işletme istenilen değişikliklerine esneklik becerisi kazanır [7].

Makine ayar süreleri kıyaslanacak olur ise, ayar süresi daha uzun olan proseslerde ara stok bulundurulması gerekmektedir. Bu sistemde işçiler ve operatörler makine ön hazırlık işlemlerini kendilerinin yapmaları konusunda eğitilirler. Bu süreler programlar geliştirilerek, makine üzerinde iyileştirme çalışmaları yapılarak minimum düzeye çekilebilir [2].

Müşterinin talep ettiği değer kavramında kalıp değişimi, makine ayarı, ön hazırlık gibi durumlar söz konusu olmadığından kalıp değişimi, makine ayarı ve ön hazırlık gibi işlemler mümkün olduğunca kısa sürede tamamlanmalıdır. Smed'in uygulandığı firmalarda atılması gereken ilk adım, proses başlamadan gerçekleşmesi gereken işlemlerin henüz bir önceki proses devam ederken yapılıyor olmasıdır.

Ön hazırlık sürelerini azaltmak için dört temel kavramın tanımlanması gereklidir [7];

- İçsel ve dışsal olarak proseslerin hazırlık süreleri ayrılmalıdır.
- İçsel hazırlık işlemleri dışsal hazırlık işlemlerine dönüştürülmelidir.



- Dönüşüm ile ayar süreleri ortadan kaldırılır. İçsel hazırlık süreleri hazırlık sürelerinin %50 ile %70 ini oluşturmaktadır.
- Aynı parçanın birden fazla mamulde kullanılmasının sağlanabileceği sistem oluşturulmalıdır. Bu durum ayar sürelerini minimuma indirecektir.

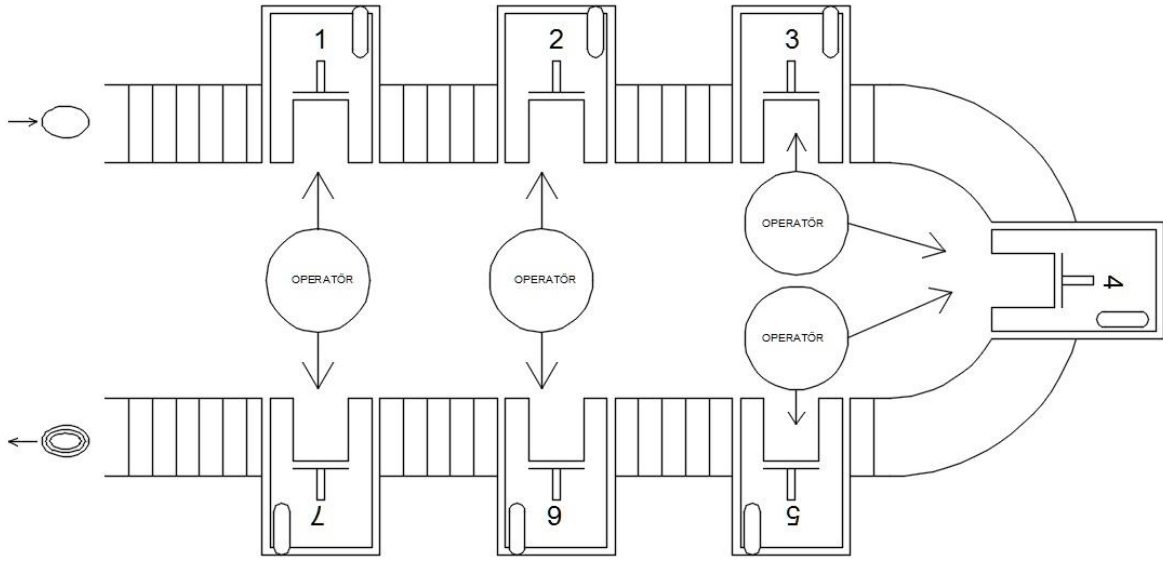
#### **2.5.4. Tek parça akışı**

Prosesler arası transfer gibi israfların söz konusu olmadığı yarı mamullerin tek olarak işlenerek mamule dönüştüğü sistemdir [23]. Tek parça akışını, süreçler/makinalar arası bileşen transferinin bir adete düşmesiyle stoğun sıfırlanması olarak da tanımlayabiliriz [1].

Temel anlayışı gün içerisinde üretilmesi gereken bir ürünün tüm parçaları tüm üretim proseslerinde aynı gün olan fabrikalar, kanban ve üretimde düzenlilik ilkesine uymalıdır. Az miktarda üretimler ile çalışabilmek bazı koşullara bağlıdır. Bu koşulların iyileştirilmesi halinde üretkenlik ve stok maliyetleri azalacağı gibi müşteri taleplerinde meydana gelen değişikliklere karşı çevik bir üretim tarzı yakalanmış olur. İşlenmekte olan parçanın beklenmesi demek sıradaki prosesin hemen başlayamayacağı anlamına gelir. Ara stoklu çalışmalar bu sebeple meydana gelmektedir. Yalın üretim, herhangi bir yarı mamul veya mamulün son halini alması için gereken bütün makinaların, parçaların proses akışına dayanarak arka arkaya yerleştirilmeleri ve parçaların bu akış içerisinde beklemeden diğer işleme geçişini hedefler. Ekipmanların bu şekilde dizilmesine “süreç bazlı yerleşim” ya da “süreç bazlı hat” denir. Parçaların prosesler arasında beklemeden aktarılmasına “tek parça akışı” denir [24].

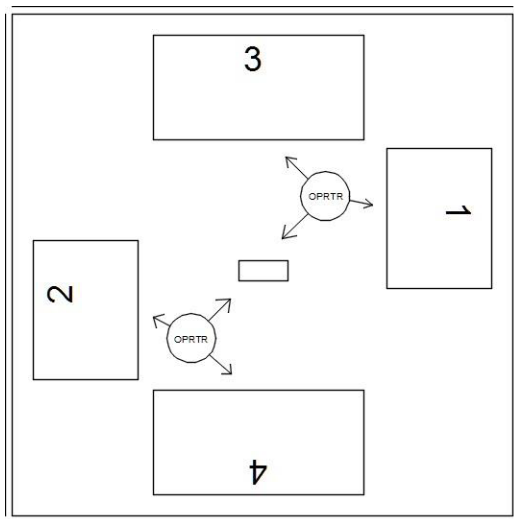
#### **2.5.5. U tipi üretim hatları ve hücresel imalat**

Bir fabrika veya atölyenin proses işleyişlerinde meydana gelen en büyük israflardan biride çalışan personelin bir yerden bir yere sürekli gitmesi, makinenin çalışıp çalışmadığını kontrol etmesi ya da makine başında makine devrinin tamamen bitmesini beklemesidir. Bu gibi ürüne hiçbir katma değer kazandırmayan işlemler büyük israflara yol açıp işletmenin verimliliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Şekil 2.2’de görüleceği üzere bu sorun U tipi üretim hattı ile giderilebilir.



Şekil 2.2. U tipi hücresel imalat [9]

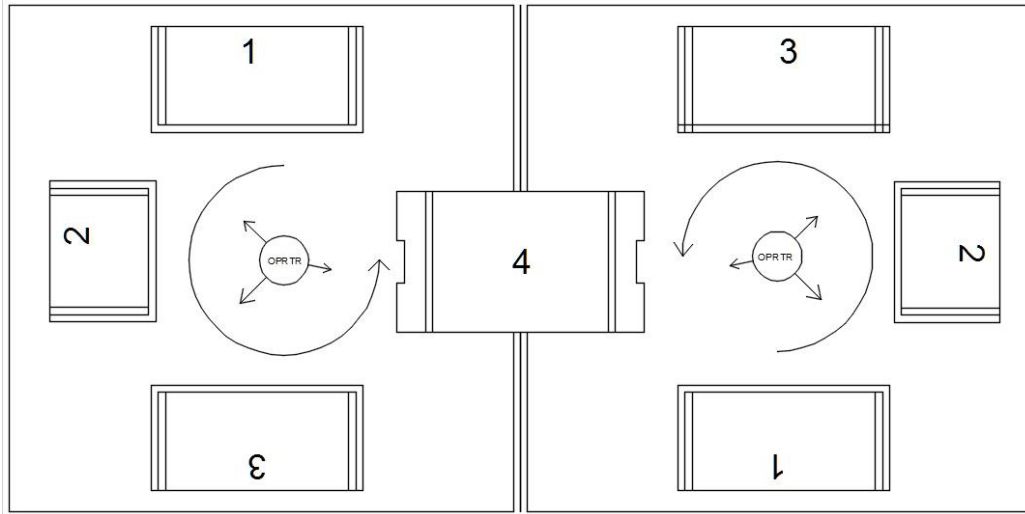
Yukarıdaki şekilde tek parça akışı ile üretim gerçekleştirilmektedir. Buradaki mantık; bir makine devre dışı kalırsa aynı parçanın üretilmesi için kullanılan makinelerin duruşa geçmesi, devre dışı kalan makine tekrar çalışır ise bütün makinelerin eş zamanlı devreye girmesidir. Şekil 2.3'te görüldüğü üzere hücresel imalatın amacı; hızlı çalışan makinelerin yavaş çalışan makinelere göre dışsal hale getirerek zamanı verimli kullanmaktır. Bazı koşullarda çalışan sayısı değiştirilerek üretim miktarında artma veya azalma sağlanabilir.



Şekil 2.3. Hücresel imalat yerleşimi [9]

Yukarıdaki şekilde, üretim esnasında sıfır stok ile çalışmayı amaçlayan çevrimlere dahil edilen personellerin iş bağlılığını arttıran hücresel imalat yerleşimi görülmektedir.

Şekil 2.4'te prosesin her bir aşaması tamamlanıp diğer aşamaya geçildiğinde sıfır stok ile çalışılmak istendiği ve ilk üç aşamadan çıkan mamulün son işleme geçişinde oluşan proses içi stoku engellemek adına ortak makineli hücresel imalat düzeni gösterilmektedir. Dördüncü işlemi gerçekleştiren makineden, tek seferde iki adet ürün alınmaktadır. Proses operatörlerinde meydana gelebilecek uyum sorunlarında son makineye bir kişi daha eklenebilir.



Şekil 2.4. Ortak makineli hücre [9]

Süreç bazlı hatların etkin bir şekilde çalışabilmesi için, aynı hatta bulunan makinelerin tempolarının veya kapasitelerinin denk olması gerekmektedir [8].

Veri analitiği yöntemi ile parça-makine matrisleri oluşturulur ve gruplandırma analizi yapılır. Değişen teknoloji ile robotik sistemler ile yapılan malzeme yükleme, boşaltma ve taşıma işlemlerinin kolaylaşması sağlanmaktadır [25].

### 2.5.6. Kaizen

İsrafı azaltıp verimliliği ve üretkenliği arttıracak, üretim aşamasındaki tüm maliyetleri düşürecek fabrika içi organizasyonu ve ürün kalitesini sürekli geliştirerek daha iyi hale

getirecek tüm önerilere “kaizen” denir [21]. Kaizen faaliyetleri yalın uygulamanın mihenk taşıdır [17].

Proseslerin standartlaştırılması, verimliliğin artırılmasında önemli bir araç olarak görülmektedir. Öneri sistemlerinin iyileştirilmesi ile tüm çalışanlar motive olmuş bir şekilde faaliyet gösterebilirler.

### **2.5.7. Poka-Yoke**

1986 yılında Japon Mühendis Shigeo Shingo tarafında kullanılan bu kavram; üretim esnasında yapılan hataları ve tekrarlarını önlemek adına bir takım uyarıcı sistemlerin geliştirilerek uygulanmasıdır.

Shingo'nun en büyük buluşu, kusur ile hatayı ayırt etmektir. Ona göre hatalardan kaçınılamaz ve operatörlerin bütün çalışma saati boyunca mutlak konsantrasyon halinde bulunmaları mümkün değildir. Bu sebeple insani kusurlardan meydana gelen hataları yok etmek için otomatik cihazlar kullanılmalıdır. Ayrıca Poka-yoke, yüzde yüz kontrol gibi gerekenden fazla görevlerin yapılmasını engelleyerek personel verimliliğini arttırmaktadır [8].

Hatalar ürüne yansıdığı anda ortaya çıkmaktadır. Proses sonu ürün kalitesindeki farklılıkları ayırt etmek işletme için son derece maliyetli bir konudur. Eğer tüm hatalar ürün meydana gelmeden önce önlenbilirse hatasız üretim ortamı yakalanmış olur. Bu gibi durumlarda poka-yoke teknikleri devreye girmektedir [13].

Yorgunluk, doğru beslenmeme veya dikkatsizlik gibi bir takım nedenler personellerin her zaman aynı performansta üretim yapmalarını engeller. Poka-yoke'de amaç oluşabilecek hataları sıfıra indirerek kaliteli üretim gerçekleştirmektir.

Yalın üretimde meydana gelen bir hata anında ve yerinde çözülerek bir sonraki prosesin bu hatadan etkilenmemesi sağlanmalıdır. İstatistiksel proses kontrol ile bu tür yalın üretim sistemlerinde hatalara müdahale etmek uzun süre alabilmektedir. Bu geç müdahale bir takım maliyetlerin meydana gelmesine neden olabilir.

Hata önleyen araçları kullanmadan önce kök-neden analizi ile beş kere neden metodu kullanılarak hataya sebep olan etkenler analiz edilmelidir.

### **2.5.8. Toplam üretken bakım**

Toplam üretken bakım (Total Productive Maintenance), önleyici bakıma odaklanarak makine ve ekipmanların verimliliklerini en üst seviyede tutmayı hedeflemektedir. Çalışanlara verilen eğitimler doğrultusunda makine ve ekipmanların günlük ve periyodik bakımlarını gerçekleştirmeleri istenilmektedir. Böylece üretim ve bakım birimleri arasındaki kopukluk ortadan kalkacak olup arıza durumlarında bekleme kaynaklı israfların önüne geçilecektir. TPM, değişen malzeme ve mamul yapısına önlemler almayı sağlayan bir sistemdir. Sensörler ile veri kayıtları analiz edilerek periyodik bakım faaliyetlerinin planlanması yapılabilir. Ek olarak gelişen mobil teknoloji ile RFID sistemleri üretimin izlenebilirliğinin sağlanmasına yardımcı olmaktadır [26].

İşletmeler, gelişen rekabet ortamında müşteri memnuniyetini sağlamak ve üretimi verimli gerçekleştirmek için israfsız ve kaliteli üretim gerçekleştirmek zorundadır. Bu zorunluluğu gerçekleştirebilmek için geleneksel tamir ve bakım yöntemlerinden toplam üretken bakım uygulamalarına yönelmeleri gerekmektedir.

Üretim esnasında makine ve teçhizatlar sık sık bozulmakta ve bu nedenle meydana gelen kayıplar, kalitesiz ürünler, sipariş teslimlerinde sapmalar, üretim programlarının aksaması, müşteri memnuniyetsizliklerine neden olmaktadır. İşletmeler beklenmeyen arızalar ile karşılaşmamak için önleyici koruyucu bakıma yönelmektedirler.

TPM sistemi ile hata, kaza ve arızaların oluşması önlenerek tüm üretim sisteminde meydana gelebilecek israflar bertaraf edilebilmektedir. Verimliliğin üst seviyelere çıkabilmesi için TPM kurum kültürü için büyük önem arz etmektedir. Bu bakım faaliyetleri ile üretim güvence altına alınarak müşteri memnuniyeti sağlanabilmektedir [27].

### 2.5.9. Kalite çemberleri

Çalışan personellerin belirli konularda eğitim alarak katılımlarının sağlanması ile üretim yapılan yerlerde iç müşteri kavramını temsil eder. Kalite çemberi ile işe aidiyetlik duygusu artar. Prosesler arası iş birliği artar.

Dr. Kaoru Ishikawa'ya göre işletme genelinde kalite kontrol kavramının üç temel özelliği vardır [7];

- Kalite kontrol fonksiyonlarına bütün süreçler katılır.
- Kalite kontrol fonksiyonlarına bütün personeller katılır.
- Diğer işletme fonksiyonları kalite kontrol fonksiyonlarına entegre olmalıdır.

Hatalı üretiminin gerçekleştiği durumlarda süreç sahipleri toplanır ve balık kılıcı diyagramı, pareto diyagramı ve beyin fırtınası gibi metotları kullanılarak hataların kök sebepleri araştırılır ve çözüm önerileri tartışılır.

Toyota'da kalite uzmanları ve ekip üyeleri tarafından dört temel araç kullanılır [22];

- Kendi gözünle gör.
- Durumu tahlil et.
- Andon'u kullanarak sorunları gün yüzüne çıkar.
- "Niçin?" diye beş kez sor.

### 2.5.10. Heijunka

Montaj hatlarında farklı tür ve çeşitlilikte farklı miktarlarda mamuller üretilmektedir. Buradaki kritik nokta hangi montaj hattında hangi makine veya hücrede ne kadar adet üretim yapılacağıdır.

Toyota üretim sisteminde yıllık üretim planı iki aşamalı olacak şekilde planlanır. Sonraki yıl için üretilecek araç miktarı ve kaç adet araç satılacağını belirten yıllık üretim planı ve

aylık üretim planı hazırlanmaktadır. Aylık üretim planlarında iki aylık süreçler baz alınarak üretilecek çeşit ve adetler belirlenmektedir ve bunun sonucunda bir sonraki ay için üretim planı hazırlanmaktadır. Böylece ilk olarak öneri şeklinde ve daha sonra kesinleştirilmiş plan oluşturulmaktadır. Bu planlar tüm tedarik zincirine gönderilmektedir. Daha sonra günlük çizelgeler oluşturulmaktadır. Toyota sisteminde üretim dengeleme bu günlük üretim çizelgeleri ile yapılmaktadır [7].

### **2.5.11. Shojinka**

Shojinka kavramında kritik nokta ürün miktarı olmakla birlikte üretim proseslerinde faaliyet gösteren operatör sayısıdır. Shojinka, müşteri isteklerindeki değişimlere karşılık çalışan sayısının artırıldığı veya azaltıldığı yöntemdir. Genel olarak U tipi hatlarda kullanılmaktadır. Müşteri talepleri arttığında proses içerisinde çalışan operatör sayısı artırılarak veya azaltılarak kapasite ayarlanmaktadır.

Bu kavramı üretim sistemine empoze edebilmek için proseslerde çalışan operatörlerin birçok iş istasyonunda çalışabilir yetkinlikte olması gerekmektedir. Talebin azaldığı üretim hattından çekilen operatörler talebin arttığı üretim hatlarına transfer edilirler. İş uyum problemlerini önlemek için çalışanlara eğitimler verilerek iş rotasyonu yapılmalıdır. Böylece çalışanlar farklı üretim hatlarına kolaylıkla adapte olabilirler.

Shojinka kavramının gerçekleştirilebilmesi üç temel ön koşula bağlıdır [7];

- Makine ve teçhizatlarına yerleşimi iş istasyonuna uygun ve ergonomik olmalı,
- Rotasyon yapılabilir kalifiyeli iş gücü,
- Üretim operasyonlarının sürekli analiz edilmesi ve revize edilmesi.

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada mevcut bir üretim prosesinin modeli çıkartılmış, mevcut proses süreleri tayin edilmiş, alternatif bir üretim prosesinin modeli çıkartılmış, yeni proses süreleri tayin edilmiş, elde edilen kalite kazanımları belirlenmiş ve karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir.

Üreticiler, artan rekabet ortamında var olabilmek için üretim sitillerinde esnekliğe ve otomasyona yönelmektedir. Bu yönelim sayesinde, üretim verimliliklerinde artış sağlayıp, minimum maliyetle ve azami insan gücüyle ürün üretmeye odaklanmışlardır. Böylece bu rekabetçi ortamda değişen müşteri isteklerine çevik bir şekilde cevap verip piyasa koşullarında konumlarını belirlemektedirler.

Otomotiv dünyasında yer edinen yüzlerce araç markası ve bu markaların birçok araç çeşidi mevcuttur. Yüzlerce çeşit ürün, birçok müşteriye hitap etmekle birlikte giderek artan ihtiyaçlar ve yükselen teknoloji sayesinde ürün çeşitliliği de sürekli artmaktadır. Resim 3.1’de bu ürünlere bir örnek olarak hava filtresi görülmektedir.



Resim 3.1. Şampiyon Filtre A.Ş. ürün envanterinde olan örnek hava filtresi



### **3.1. Mevcut Montaj Üretim Hattının İncelenmesi**

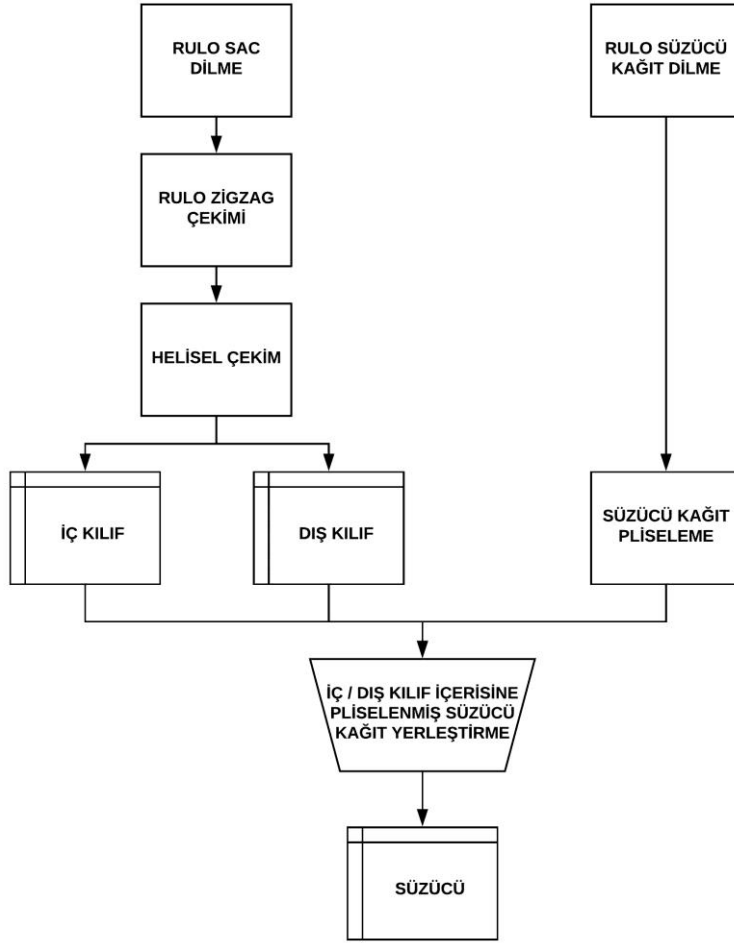
Şekil 3.1’de gösterilen hava filtresinin üretimi için kullanılan mevcut montaj hattı incelemesi yapılırken proses girdileri, proses akışı, proses düzeni ve prosesin özellikleri ele alınacaktır.

#### **3.1.1. Mevcut montaj üretim hattının proses girdileri**

Mevcut montaj üretim prosesi; yarı mamul, sarf malzemeler, kullanılan makineler ve insan olmak üzere dört girdiden meydana gelmektedir.

##### **Yarı mamul**

Hava filtresi üretiminde, pliselenmiş süzücü kağıdın iki uç yan yüzeyine sıcak silikon malzemesi dökülerek yapıştırma işlemi gerçekleştirilir. Daha sonra kağıt, dış kılıf içerisine iç kılıfta kağıdın içerisine yerleştirilerek süzücü (medya) yarı mamul üretimi gerçekleştirilmiş olur. Süzücü üretimindeki proses akış şeması Şekil 3.1’de verilmektedir. Yarı mamuller paletlerde istiflenerek montaj hattına sevk edilir.



Şekil 3.1. Süzücü üretim proses akış şeması

### Sarf malzemeler

Montaj hattında kullanılan sarf malzemeler; poliüretan, plastik kalıp, yapıştırıcı tutkal ve ambalaj malzemeleri olup, montaj hattı üzerinde önceden belirlenmiş olan alanlara sevk edilir.

### Makineler

Montaj hattı prosesinde; poliüretan döküm makineleri, yapıştırıcı tutkal döküm makinesi ve konveyör bant kullanılmaktadır. Kullanılan makinelerin özellikleri ve işlevleri aşağıda belirtilmiştir.

### **Poliüretan döküm makineleri**

Mevcut proses diziliminde iki adet poliüretan döküm makinesi mevcuttur. Makine yanına getirilen poliöl ve izosiyanat sıvıları öncelikle makine üzerindeki haznelere aktarılır ve daha önce belirlenmiş olan oranlarda karışım sağlanarak istenilen sertlik değerine ulaşılacak şekilde makine ayarı yapılır ve diğer makine ayarlar ile birlikte döküm makinesi hazırlık işlemleri tamamlanmış olur. Bu makina ile montaj hattında filtrelerin alt ve üst kapaklarının üretimi hedeflenmektedir.

### **Yapıştırıcı tutkal döküm makinesi**

Sıcak döküm makinesi olarak da bilinen makine haznesine, yapıştırıcı hammadde granülleri dökülerek eritme işlemi başlatılır ve filtrenin boyuna ve kullanılacağı alana göre daha önceden belirlenmiş aralıklarda döküm yapabilmek için döküm başlıkları konumlandırılarak sabitlenir. Ayar işlemleri tamamlandıktan sonra döküm makinesi montaj prosesi için hazır hale gelir.

Bu işlem ile montaj işlemi gerçekleşmiş olan filtrenin kullanılacağı alanda maruz kalacağı hava basıncı nedeni ile süzme işlemini gerçekleştirecek olan pile aralıklarının sabit tutulması amaçlanmaktadır.

### **Konveyör bant**

Prosesin işlemesi esnasında ürünlerin bir diğer işleme taşınması için konveyör bant kullanılmaktadır.

### **İnsan**

Montaj prosesi esnasında çeşitli işlemlerde insan gücüne ihtiyaç duyulmaktadır.

### 3.1.2. Mevcut montaj hattı proses akışı

Bu çalışmada ambalaj ve sevkiyat prosesi incelenmemiş olup sadece üretim prosesi incelenmiştir. Montaj hattı proses akış şeması Şekil 3.2’de verilmektedir.



Şekil 3.2. Mevcut montaj hattı proses akış şeması

**Birinci döküm işlemi**

Yarı otomatik döküm makinesi tablasına plastik kalıp yerleştirilir. Bu makinede çalışan operatör poliüretanın plastik kalıp içerisinde homojen dağılmasından ve daha önce belirlenmiş olan miktarda döküm gerçekleştirilmesinden sorumludur. Operatör döküm tablasından aldığı kalıbı kendi ekseninde eliyle çevirerek poliüretanın plastik kalıp içerisinde eşit dağılımını sağlar ve döküm yapılmış kalıbı konveyör banda bırakır.

**Süzücüye mandal takma işlemi**

Operatör bir önceki proste palete dizilmiş olan süzücüyü alır ve iki adet mandalı süzücüye takar. Bu işlemde operatör süzücü kağıt ile kılıfların sabitlenmesinden ve masaya dizilmesinden sorumludur.

**Birinci kapatma ve ağırlık koyma işlemi**

Operatör masadan aldığı mandal takılmış süzücüyü birinci döküm işleminden gelen poliüretan dökülmüş kalıba kapatır ve daha önce belirlenmiş ağırlıktaki tabakayı süzücü üzerine bırakır. Bu işlemde operatör süzücünün kalıp içerisine düzgün bir şekilde oturtulması ve süzücü üst tarafına ağırlık bırakılmasından sorumludur.

**Kalıp sökme ve diğer banda aktarma işlemi**

Birinci kapatma işlemi tamamlanmış olan filtrenin plastik kalıbını söker ve filtreyi ikinci döküm için diğer banda aktarır.

**İkinci döküm işlemi**

Yarı otomatik döküm makinesi tablasına plastik kalıp yerleştirilir. Bu makinede çalışan operatör poliüretanın plastik kalıp içerisinde homojen dağılmasından ve daha önce belirlenmiş olan miktarda döküm gerçekleştirilmesinden sorumludur. Operatör döküm tablasından aldığı kalıbı kendi ekseninde eliyle çevirerek poliüretanın plastik kalıp içerisinde eşit dağılımını sağlar ve döküm yapılmış kalıbı montaj bandına bırakır.

**İkinci kapatma ve ağırlık koyma işlemi**

Operatör tek tarafı poliüretan dökülmüş filtreyi ikinci döküm işleminden gelen poliüretan dökülmüş kalıp üzerine kapatır ve üzerine ağırlık bırakır. Bu işlemde operatör süzücünün kalıp içerisine düzgün bir şekilde oturtulması ve süzücü üst tarafına ağırlık bırakılmasından sorumludur.

**Yapıştırıcı tutkal döküm işlemi (Hot-Melt)**

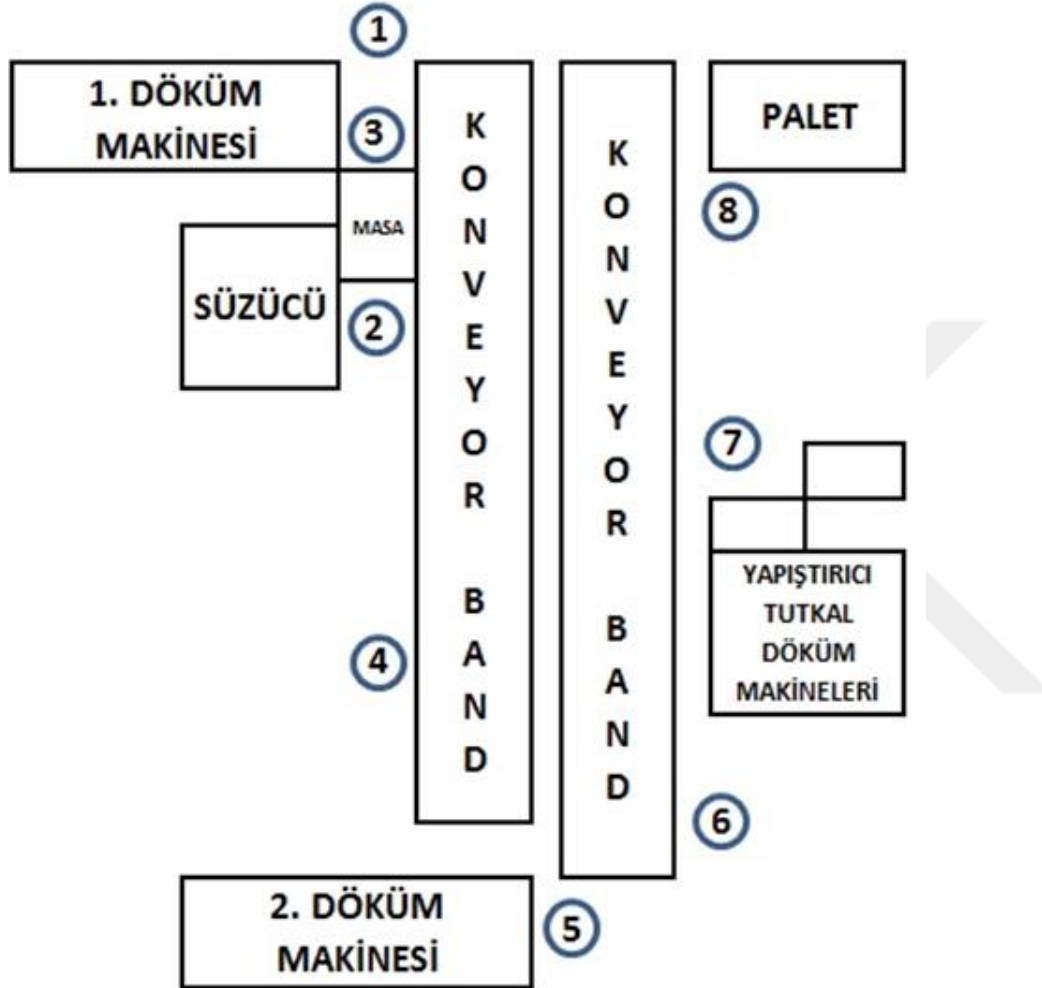
Operatör konveyör bantta ilerleyen filtreyi alır yapıştırıcı tutkal döküm makinesindeki hazneye yerleştirir ve daha önce filtre boyuna ve çalışacağı ortama göre karar verilen aralıklarda şerit halinde döküm gerçekleştirir. Kuruma işleminin ardından filtreyi tekrar konveyör banda bırakır. Operatör bu işlemde döküm yapılan dairesel şeritlerin filtre etrafında tam tur dağılımının sağlanmasından ve görsel kontrolünden sorumludur.

**Kalıp sökme ve ambalaj bandına sevk işlemi**

Banttın gelen filtrenin plastik kalıbını söker ve filtreyi ambalaj bandına sevk eder.

### 3.1.3. Mevcut montaj hattının proses düzeni

Mevcut montaj hattının düzeni Şekil 3.3'te gösterilmektedir.



Şekil 3.3. Mevcut montaj hattı düzeni

### 3.1.4. Mevcut montaj hattının özellikleri

#### Birim Saniyeler, kapasite ve açıklamalar

Mevcut montaj hattındaki birim üretim saniyeler çizelge 3.1'de verilmektedir. Bu üretim hattındaki kişi başına düşen üretim miktarı 155 adettir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.3'te belirtildiği üzere mevcut montaj hattı prosesi 8 işlem ve 8 kişiden meydana gelmektedir. En yüksek birim saniyeye göre hesaplanan günlük kapasite tek vardiyalı sistemde 1244 adettir. Kişi başına düşen üretim miktarı 155 adettir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.1. Mevcut montaj hattı birim üretim saniyeler

İŞLEM	SÜRE
BİRİNCİ DÖKÜM İŞLEMİ	14,57
SÜZÜCÜYE MANDAL TAKMA İŞLEMİ	1,05
BİRİNCİ KAPATMA VE AĞIRLIK KOYMA İŞLEMİ	6,58
KALIP SÖKME VE DİĞER BANDA AKTARMA İŞLEMİ	2,22
İKİNCİ DÖKÜM İŞLEMİ	23,15
İKİNCİ KAPATMA VE AĞIRLIK KOYMA İŞLEMİ	8,19
YAPIŞTIRICI TUTKAL DÖKÜM İŞLEMİ	23,01
KALIP SÖKME VE AMBALAJ BANDINA SEVK İŞLEMİ	13,15

Çizelge 3.2. Mevcut montaj hattı kapasitesi ve kişi başına düşen üretim adedi

BAZ ALINAN BİRİM ÜRETİM ZAMANI (SANİYE)	23,15
BAZ ALINAN TOPLAM ÜRETİM ZAMANI (SANİYE)	28800
KAPASİTE (ADET)	1244,06
MONTAJ HATTI ÇALIŞAN SAYISI	8
KİŞİ BAŞI ÜRETİM ADEDİ	155,51

Çizelge 3.3. Mevcut montaj hat işlemleri ve kişi sayısı

İŞLEM	KİŞİ
BİRİNCİ DÖKÜM İŞLEMİ	1
SÜZÜCÜYE MANDAL TAKMA İŞLEMİ	1
BİRİNCİ KAPATMA VE AĞIRLIK KOYMA İŞLEMİ	1
KALIP SÖKME VE DİĞER BANDA AKTARMA İŞLEMİ	1
İKİNCİ DÖKÜM İŞLEMİ	1
İKİNCİ KAPATMA VE AĞIRLIK KOYMA İŞLEMİ	1
YAPIŞTIRICI TUTKAL DÖKÜM İŞLEMİ	1
KALIP SÖKME VE AMBALAJ BANDINA SEVK İŞLEMİ	1



## 3.2. Alternatif Montaj Üretim Hattı

Alternatif montaj hattı incelemesi yapılırken proses gereksinimleri, proses akışı, proses düzeni ve prosesin özellikleri ele alınacaktır.

### 3.2.1. Alternatif montaj üretim hattının proses gereksinimleri

#### 24 İstasyonlu döner tabla

Şampiyon Filtre A.Ş. bünyesindeki tüm hava filtreleri göz önüne alındığında ortalama döküm süresi 23 saniye ve poliüretan katılaşma reaksiyonunun tamamlanma süresi ortalama 7 dakika olduğu tespit edilmiştir. Üretim için gerekli istasyon sayısını veren formül Eşitlik 3.1’de verilmiştir.

$$\text{İstasyon Sayısı} = \frac{\text{Ortalama Reaksiyon Süresi (Dakika)} \times 60}{\text{Ortalama Döküm Süresi (Saniye)}} \quad (3,1)$$

$$7 \times 60 / 23 = 18,26$$

Üretim tesisi için 19 istasyon gereklidir. Ancak filtrelerin kalıplardan rahat sökülebilmesi için ve kalıp ayırıcı sıvısının metal kalıplara rahat bir şekilde uygulanması adına 24 istasyon tercih edilmiştir.

Tabla istasyonunun döküm bloğu altında bekleme süre ayarı, tablaların ısı ayarı, otomatik baskı süre ayarı ve basınç ayarı yapılabilir olmalıdır.

Döner tabla üzerine metal kalıplar smed metodolojisine uygun bir şekilde montaj edilebilmesi için tasarımlarının bu metodolojiye uygun yapılması gerekmektedir. Ayrıca kalıpların ısıtılması için ısıtıcı rezistansların kullanılması gerekmektedir.

**Tam otomatik poliüretan döküm makinesi**

Metal kalıp, poliüretan döküm bloğu altına geldiğinde önceden belirlenmiş miktar kadar döküm yapabilecek otomasyona sahip olmalıdır.

**Yapıştırıcı tutkal döküm makinesi**

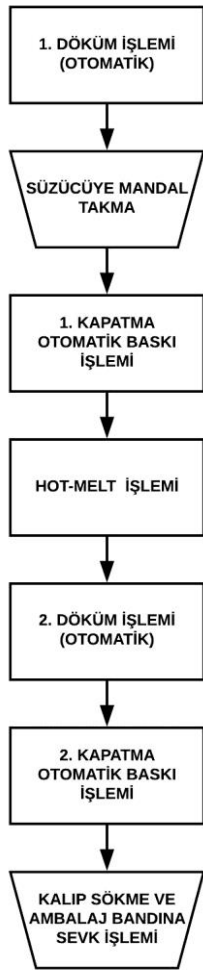
Mevcut montaj hattında kullanılan yapıştırıcı tutkal döküm makinesi kullanılacaktır.

**İnsan**

Montaj prosesi esnasında çeşitli işlemlerde insan gücüne ihtiyaç duyulmaktadır.

### 3.2.2. Alternatif montaj hattı proses akışı

Bu çalışmada ambalaj ve sevkiyat prosesi incelenmemiş olup sadece üretim prosesi incelenmiştir. Bu çalışmada geliştirilen alternatif montaj hattı proses akış şeması Şekil 3.4'te gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Alternatif montaj hattı proses akış şeması

**Birinci otomatik poliüretan döküm işlemi**

Döner tabla hareketi ile döküm makinesi dökme bloğu önüne gelen metal kalıba poliüretan döküm işlemi uygulanır ve kalıp kendi ekseninde dönme hareketi yaparak poliüretanın kalıp yüzeyine eşit dağılması sağlanır. Bu işlemde operatör çalışmaması hedeflenmektedir.

**Süzücüye mandal takma işlemi**

Operatör bir önceki proseste palete dizilmiş olan süzücüyü alır ve iki adet mandalı süzücüye takar. Bu işlemde operatör süzücü kağıt ile kılıfların sabitlenmesinden ve masaya dizilmesinden sorumludur.

**Birinci kapatma ve otomatik baskı işlemi**

Operatör masadan aldığı süzücüyü döner tabla hareketi ile önüne gelen poliüretan döküm yapılmış metal kalıba kapatır.

**Yapıştırıcı tutkal döküm işlemi (Hot-Melt)**

Operatör döner tabla hareketi ile önüne gelen filtreyi metal kalıptan söker ve tutkal dökme işlemi ve kurutma işlemini gerçekleştirdikten sonra tabla üzerinde belirlenen boşluğa bırakır.

**İkinci otomatik poliüretan döküm işlemi**

Döner tabla hareketi ile döküm makinesi dökme bloğu önüne gelen metal kalıba poliüretan döküm işlemi uygulanır ve kalıp kendi ekseninde dönme hareketi yaparak poliüretanın kalıp yüzeyine eşit dağılması sağlanır.

### İkinci kapatma ve otomatik baskı işlemi

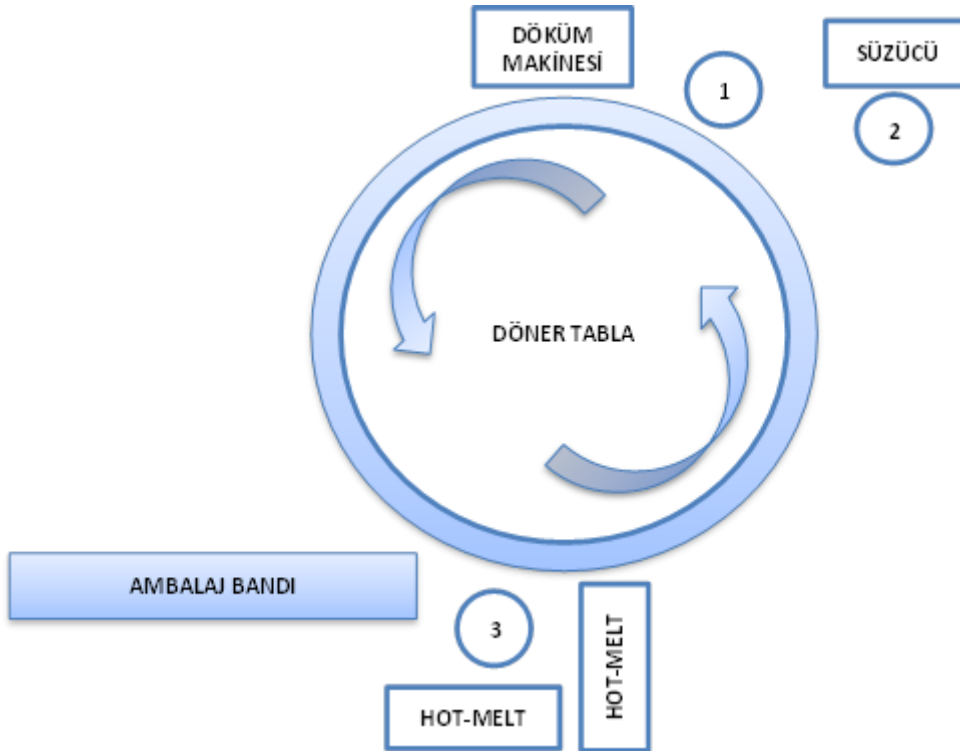
Operatör daha önce döner tabla üzerinde belirtilen boşluğa bırakılan filtreyi alır ve döner tabla hareketi ile operatörün önüne gelen poliüretan döküm yapılmış kalıba kapatılır. İkinci kapatma esnasında mandal takma işlemi olmadığından hatta transpalet ile süzücü istiflenmiş paletleri taşır.

### Kalıp sökme ve ambalaj bandına sevk işlemi

Operatör döner tabla hareketi ile önüne gelen filtreyi metal kalıptan söker ve ambalaj bandına sevkini gerçekleştirir.

### 3.2.3. Alternatif montaj hattının düzeni

Şekil 3.5'te alternatif montaj hattı düzeni görülmektedir.



Şekil 3.5. Alternatif montaj hattı düzeni

### 3.2.4. Alternatif montaj hattının özellikleri

#### Birim Saniyeler, kapasite ve açıklamalar

Aşağıdaki çizelgelerde görüleceği üzere (Çizelge 3.4 ve Çizelge 3.5), mevcut montaj hattı prosesi 7 işlem ve 3 kişiden oluşmaktadır. Üretimde tek makine kullanıldığından 1. ve 2. döküm saniyeleri toplanarak birim saniye baz alınmıştır. Çizelge 3.6’te görüleceği üzere en yüksek birim saniyeye göre hesaplanan günlük üretim miktarı 764 adet olup kişi başına düşen üretim adedi 255’dir.

Bir adet otomatik döküm makinesi ve 24 istasyonlu döner tabla platformu ile montaj hattı oluşturulmuştur. Döner tabla üzerinde metal kalıplar bulunmaktadır ve döner tabla platformu metal kalıpları ısıtma özelliğine sahiptir. Ayrıca ağırlık koyma işlemleri otomatik gerçekleşmektedir.

Çizelge 3.4. Alternatif montaj hattı birim üretim saniyeler

İŞLEM	SANIYE
1. OTOMATİK POLİÜRETAN DÖKÜM İŞLEMİ	14,57
SÜZÜCÜYE MANDAL TAKMA İŞLEMİ	1,05
1. KAPATMA VE OTOMATİK BASKI İŞLEMİ	2,22
YAPIŞTIRICI TUTKAL DÖKÜM İŞLEMİ	23,01
2. OTOMATİK POLİÜRETAN DÖKÜM İŞLEMİ	23,15
2. KAPATMA VE OTOMATİK BASKI İŞLEMİ	8,19
KALIP SÖKME VE AMBALAJ BANDINA SEVK İŞLEMİ	13,15

Çizelge 3.5. Alternatif montaj hat işlemleri ve kişi sayısı

İŞLEM	Kişi
SÜZÜCÜYE MANDAL TAKMA İŞLEMİ	1
1. ve 2. KAPATMA İŞLEMİ	1
HOTMELT İŞLEMİ, KALIP SÖKME VE AMBALAJ BANDINA SEVK ETME İŞLEMİ	1

Çizelge 3.6. Alternatif montaj hattı kapasitesi ve kişi başına düşen üretim adedi

BAZ ALINAN BİRİM ÜRETİM ZAMANI (SANİYE)	37,72
BAZ ALINAN TOPLAM ÜRETİM ZAMANI (SANİYE)	28800
KAPASİTE (ADET)	763,5
MONTAJ HATTI ÇALIŞAN SAYISI	3
KİŞİ BAŞI ÜRETİM ADEDİ	254,5



#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Mevcut montaj hattının 1. ve 5. proseslerinde kullanılan kapak kalıpları plastik yapıdadır. Fakat kullanılan plastik kalitesi değişkenlik göstermekte ve ömrü ile bir ilişki kurulamamaktadır. Resim 4.1’de görüleceği üzere bu plastik kalıplar zamanla aşınmakta veya çarpılarak şekil değiştirmektedir. Kullanılmamış plastik kalıp Resim 4.2’de gösterilmektedir. Resim 4.3 ve Resim 4.4’te görüldüğü gibi bu durum üretim esnasında filtrelerin alt ve üst kapaklarında kalitesel problemlere yol açmaktadır. Bu problemler görsel veya fonksiyonel müşteri memnuniyetsizliklerine yol açmakla birlikte üretim esnasında fire miktarında artışa ve ürün teslimatlarında termin gecikmelerine sebebiyet vermektedir.



Resim 4.1. 150 kullanımdan sonra plastik kalıp





Resim 4.2. kullanılmamış plastik kalıp



Resim 4.3. Kullanım ömrünü tamamlamış kalıp ile üretilen mamul



Resim 4.4. Hava kabarcık izleri oluşan mamul

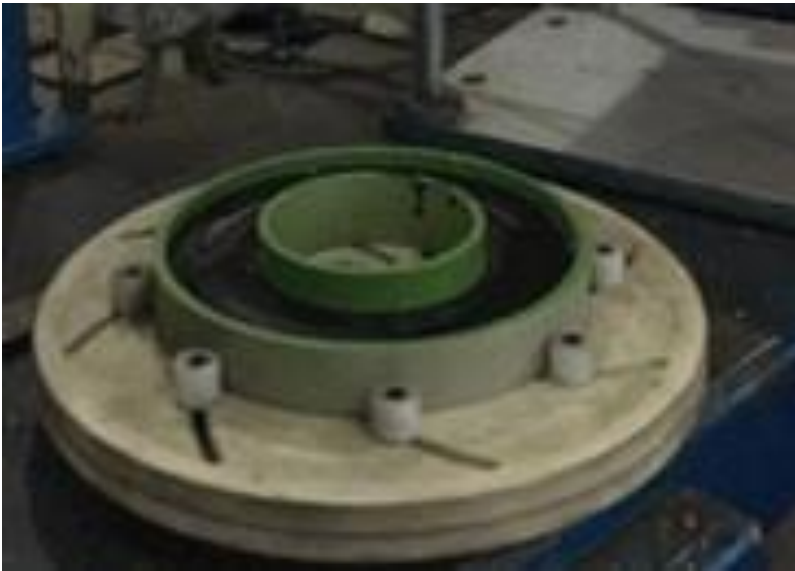
Mevcut plastik kalıpların iyileştirilmesi için birçok yöntem denenmiştir. Plastik kalıpların ömrünü arttırmak için yüzey ayırıcı maddeler kullanılmıştır. Yüzey ayırıcı madde, plastik kalıba dökülen poliüretan ile plastik kalıp yüzeyi arasında ince bir tabaka (katman) oluşturarak poliüretanın reaksiyon sonrasında kalıptan rahat çıkmasını sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Yüzey ayırıcı madde kullanılmaz ise kalıptan sökme prosesinde poliüretan döküm, plastik kalıba yapışarak kapaktan parça kopmasına, sökme işlemi için fazla güç kullanılmak zorunda kalınacağından plastik kalıbın çarpılmasına, şekil bozukluklarının meydana gelmesine neden olmaktadır.

Resim 4.5'te görüleceği üzere yüzey ayırıcı madde poliüretan kapak üzerinde lekelenmelere neden olarak görsel bozukluklara sebebiyet vermektedir. Ayrıca kalıp ömrünü arttırmak için plastik kalıplar üzerinde yapılan tasarımsal revizyonlar filtre üzerinde görsel problemlere yol açmaktadır.



Resim 4.5. Kalıp izi ve lekelenme oluşan mamül

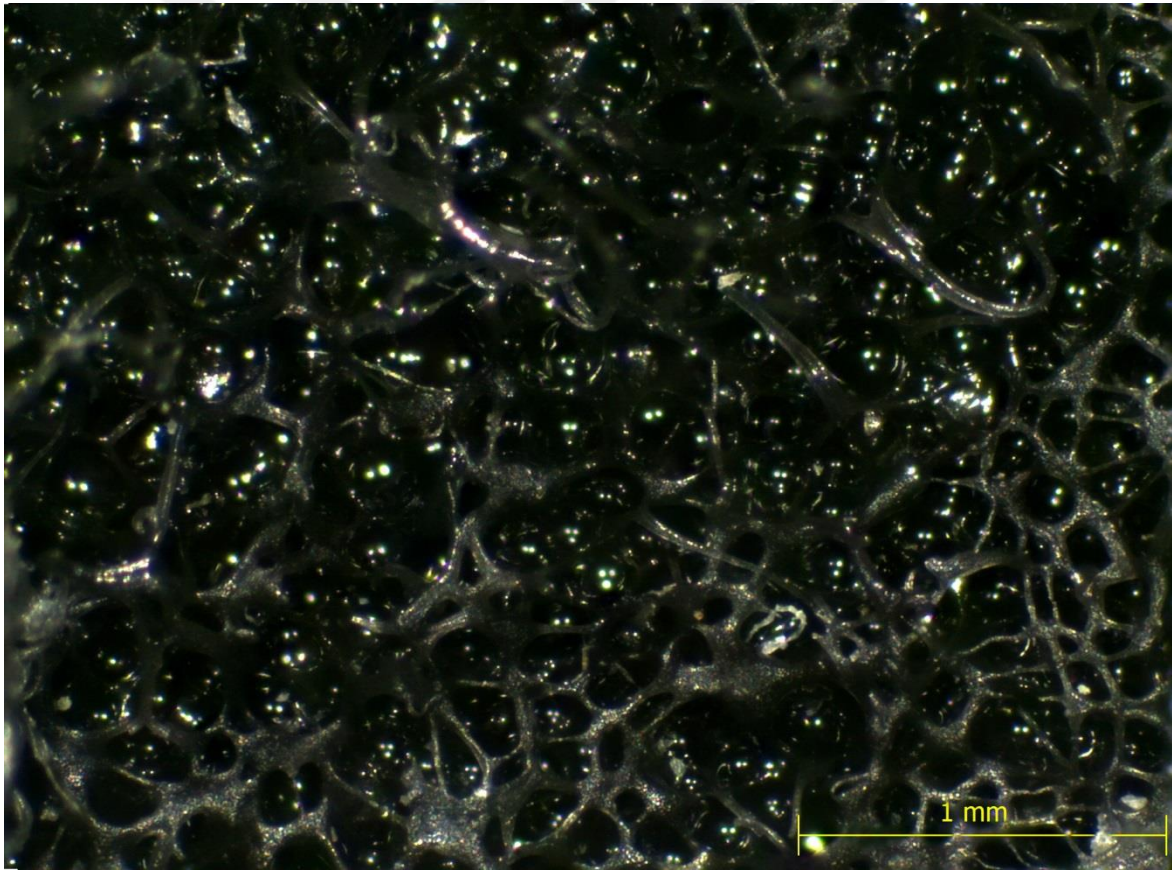
İstenilen performansı sağlayabilmek için plastik kalıplara alternatif malzeme arayışlarına gidilerek teflon kaplamalı metal kalıplar önerilmektedir (Resim 4.6). Teflon kaplı metal kalıpların ısıya, kimyevi maddelere, neme karşı dayanımının yüksek olması, yüzey dayanımı ve kalitesinin plastik malzemeye göre daha iyi olması plastik kalıba tercih sebeplerindendir.



Resim 4.6. Poliüretan döküm yapılmış teflon kaplı metal kalıp

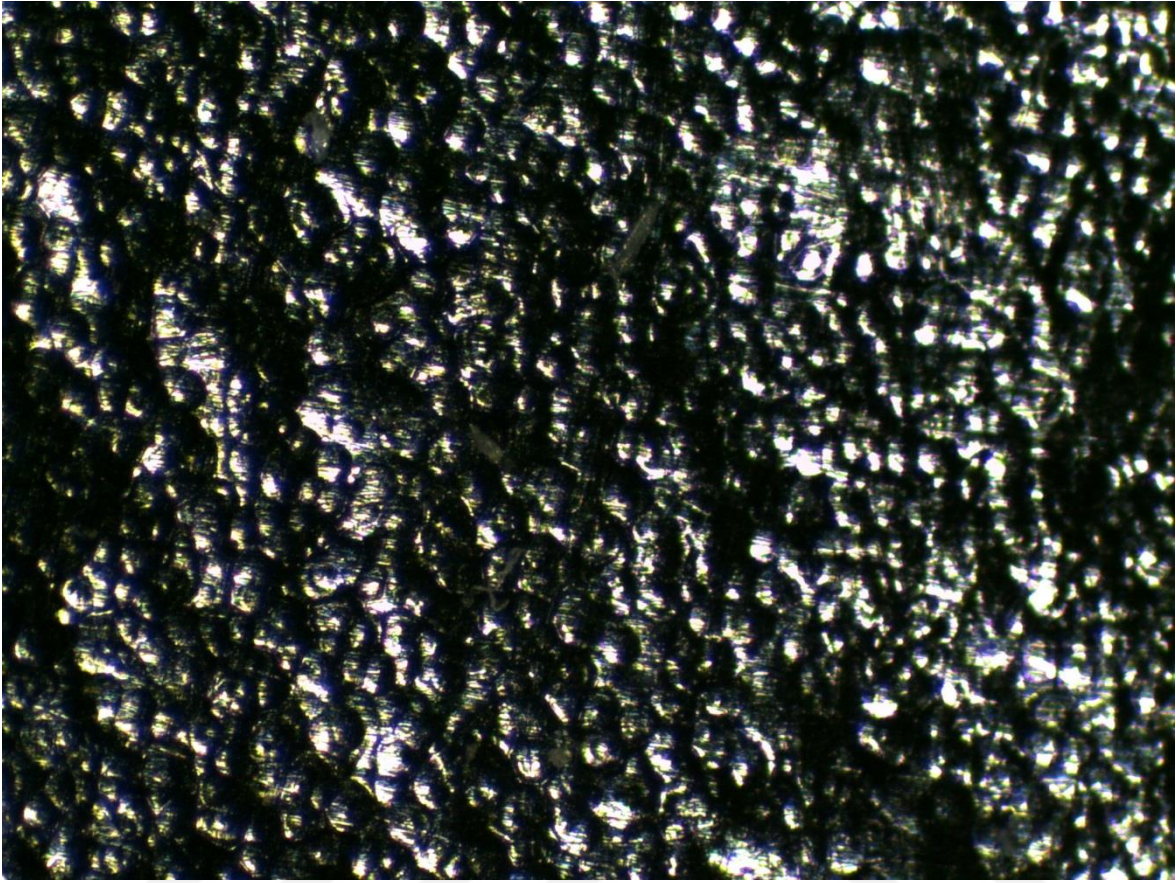
Alternatif montaj prosesi ile birlikte, metal kalıplarda aşınma ve çarpımalardan kaynaklı şekil değişimlerinin önüne geçilerek müşteri memnuniyetsizliği oluşturacak görsel veya fonksiyonel kalite problemlerinin önüne geçilmesi öngörülmektedir. Çünkü metal kalıpların kullanım ömürleri plastik kalıplara nazaran çok daha fazladır.

Filtre alt ve üst kapaklarının poliüretan yüzeylerinde pürüzsüzlük oranının artması öngörülmektedir. Mikroskop ile yapılan kontrollerde deforme olmuş plastik kalıbın yüzey görüntüsü (Resim 4.7) ve teflon kaplı metal kalıbın yüzey görüntüsü (Resim 4.8) mukayese edildiğinde müşteri memnuniyetsizlikleri minimuma indirilerek yüzey özellikleri ile daha kaliteli ürün üretmek hedeflenmiştir.



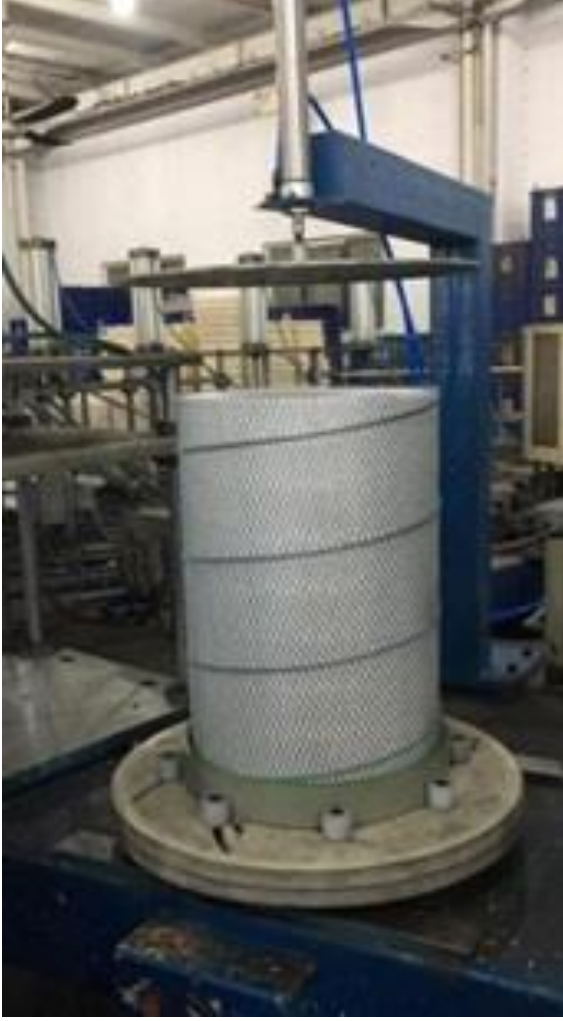
Resim 4.7. Deforme olmuş plastik kalıp yüzey görüntüsü





Resim 4.8. Teflon kaplı metal kalıp yüzey görüntüsü

Mevcut montaj hattının 1. ve 5. proseslerinde plastik kalıba poliüretan döküm işlemleri esnasında operatörün döküm yapılmış plastik kalıbı eliyle kendi ekseninde çevirerek poliüretan dağılımının tam sağlanmasından sorumlu olduğu aktarılmıştı. Bu çevirme kalıp ile poliüretan yüzeyinde hava kalmaması içinde gereklidir. Ayrıca iki yüzey arasında hava kalmaması için kalıbın yeterli sıcaklığa ulaşmış olması da gereklidir. Daha ergonomik ve insan kontrolünde olmayan bir sistem geliştirilmek üzere otomatik döner tabla kullanılması düşünülmektedir (Resim 4.9). Bu tabla ısıtıcı rezistanslar ile gerekli sıcaklığa ulaşarak yukarıda bahsedilen problemlerin önüne geçilmek istenmektedir.



Resim 4.9. Otomatik döner tabla

Mevcut ve alternatif montaj hattındaki kişi sayısı Çizelge 4.1’de mukayese edilmektedir.

Çizelge 4.1. Mevcut / Alternatif durum işlem ve kişi sayısı

DURUM	İŞLEM	Kişi
MEVCUT	BİRİNCİ DÖKÜM İŞLEMİ	1
MEVCUT	SÜZÜCÜYE MANDAL TAKMA İŞLEMİ	1
MEVCUT	BİRİNCİ KAPATMA VE AĞIRLIK KOYMA İŞLEMİ	1
MEVCUT	KALIP SÖKME VE DİĞER BANDA AKTARMA İŞLEMİ	1
MEVCUT	İKİNCİ DÖKÜM İŞLEMİ	1
MEVCUT	İKİNCİ KAPATMA VE AĞIRLIK KOYMA İŞLEMİ	1
MEVCUT	YAPIŞTIRICI TUTKAL DÖKÜM İŞLEMİ	1
MEVCUT	KALIP SÖKME VE AMBALAJ BANDINA SEVK İŞLEMİ	1
ALTERNATİF	SÜZÜCÜYE MANDAL TAKMA İŞLEMİ	1
ALTERNATİF	1. ve 2. KAPATMA İŞLEMİ	1
ALTERNATİF	HOTMELT İŞLEMİ, KALIP SÖKME VE AMBALAJ BANDINA SEVK ETME İŞLEMİ	1

Mevcut montaj hattı 8 kişi ile çalışırken alternatif olarak sunulan montaj hattı 3 kişi ile çalışmaktadır. Mevcut durumda yapılan döküm işlemlerinde 2 adet poliüretan döküm makinesi kullanılmaktadır ve bu işlemler için 2 operatör çalışmaktadır. Alternatif montaj hattında ise 1 adet otomatik poliüretan döküm makinesi kullanılacak olup bu makinede operatör çalışmayacaktır. Mevcut montaj hattında 1. ve 2. kapatma işlemlerinde 2 operatör çalışmaktadır. Alternatif montaj hattında ise bu işlem 1 operatör ile sağlanacaktır. Mevcut montaj hattı 4. ve 8. İşlemlerde 2 operatör filtreleri kalıptan sökerek diğer banda veya ambalaj bandına sevk etmektedir. Alternatif montaj hattında yapıştırıcı tutkal dökme işlemini gerçekleştirecek olan operatör bu işlemleri yapacaktır.

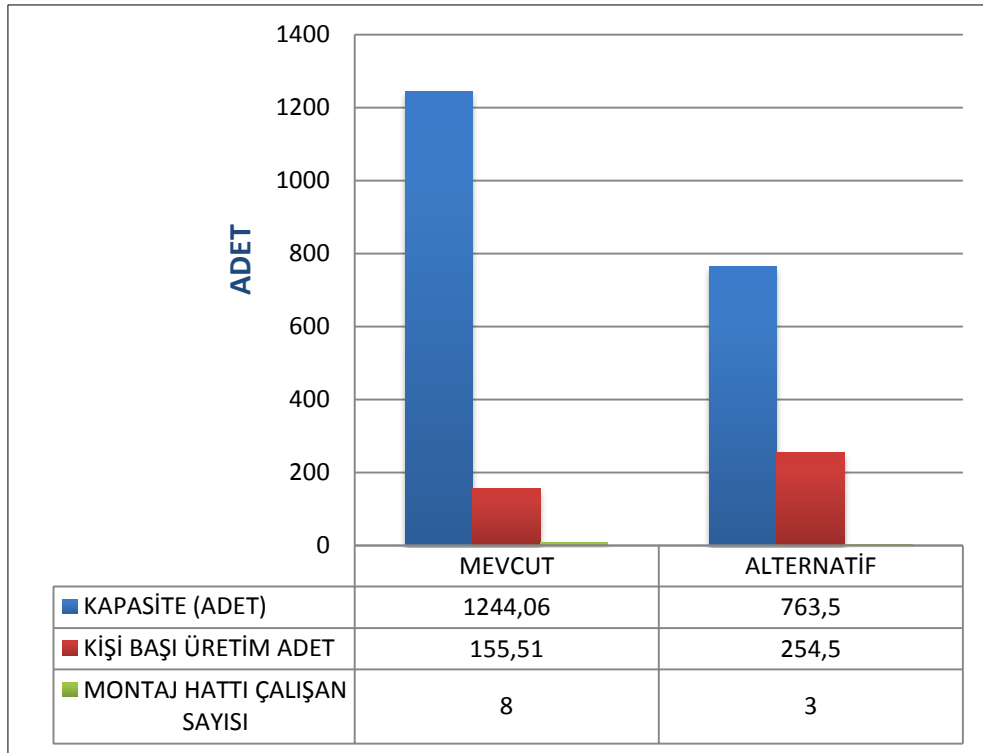
Çizelge 4.2’de de mevcut ve alternatif montaj hattındaki kapasite ve kişi başına düşen üretim adetleri karşılaştırılmaktadır.

Çizelge 4.2. Kapasite ve kişi başına düşen üretim adedi

	MEVCUT	ALTERNATİF
BAZ ALINAN BİRİM SANİYE	23,15	37,72
BAZ ALINAN NET ÜRETİM SANİYE	28800	28800
KAPASİTE (ADET)	1244,06	763,5
MONTAJ HATTI ÇALIŞAN SAYISI	8	3
KİŞİ BAŞI ÜRETİM ADET	155,51	254,5

Mevcut montaj hattı 8 kişi ile çalışırken alternatif olarak sunulan montaj hattı 3 kişi ile çalışmaktadır. Mevcut montaj hattının günlük kapasitesi 1244 adet olup alternatif montaj hattının günlük kapasitesi 764 adettir. Kapasite ve çalışan operatör sayısındaki azalma kişi başı üretim adedini 155'ten 255'e çıkartmıştır. Kişi başına düşen üretim miktarındaki artış alternatif montaj hattında üretilen filtrelerin üretim işçilik maliyetlerinde büyük bir kazanım sağlamaktadır.

Şekil 4.1'de mevcut ve alternatif montaj üretim hatlarının karşılaştırması verilmiştir.



Şekil 4.1. Mevcut ve alternatif montaj üretim hatlarının karşılaştırması



## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİ

Alternatif montaj prosesi ile birlikte, metal kalıplarda aşınma ve çarpımalardan kaynaklı şekil değişimlerinin önüne geçilerek müşteri memnuniyetsizliği oluşturacak görsel veya fonksiyonel kalite problemlerinin önüne geçilmiştir. Çünkü metal kalıpların kullanım ömürleri plastik kalıplara nazaran çok daha fazladır.

Filtre alt ve üst kapaklarının poliüretan yüzeylerinde pürüzsüzlük oranı artmıştır. Yapılan nitel ve nicel testler sonucunda müşteri memnuniyetsizlikleri minimuma indirilerek yüzey özellikleri elde edilerek daha kaliteli ürün elde edilmiştir.

Mevcut montaj hattında çalışan personel sayısı %38 oranında azaltılarak alternatif montaj hattı tasarlanmıştır. Ayrıca alternatif montaj hattında kişi başına düşen üretim miktarı %65 oranında artmıştır. Hem işçilik maliyetinde meydana gelen bu azalma hem de kişi başına düşen üretim miktarındaki artış montaj prosesinin verimliliğini arttırmıştır.

Tek döner tablalı ve tek döküm makineli alternatif montaj prosesinde işçilik maliyetinde azalma ve kalite kazanımları söz konusu olmasının yanı sıra günlük üretim kapasitesinin düştüğü gözlemlenmektedir. Bu nedenle kurulması planlanan yeni montaj hattı 2 üretim tesisi olarak kurgulanabilir. Böylelikle günlük üretim kapasitesi mevcut günlük kapasitenin üzerine çıkacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Aslantaş, T. (2014)., Yalın Üretim Felsefesi, Yöntemleri ve Kanban Tekniğinin Otomotiv Sektörüne Uygulanması, Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Ankara.
2. Ersoy, M. S., Ersoy, A., (2011). Üretim/İşlemler Yönetimi, İmaj Yayınevi, 454s, Ankara.
3. Katko, N., (2014). Yalın CFO. Çev. Sancı, T., Optimist Yayınları, 166s, İstanbul.
4. Çelikçapa, F. O., Şenol, G., (2015). Üretim Yönetimi, Ekin Yayınevi, 298s, Bursa.
5. Ohno, T., (2012). Toyota Ruhu. Çev. Feyyat, C., Scala Yayıncılık, 203s., İstanbul.
6. J.P.Womackand D.T.Jones., (2016). Yalın Düşünce, (çev: Z. Dicleli), Optimist Yayıncılık, İstanbul.
7. Acar, N., (2003). Tam Zamanında Üretim, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 153s, Ankara.
8. Ercan, S., (2013). Uygulamalı Nitel Yöntemlerle Kalite İyileştirme Teknikleri. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Makine Mühendisleri Odası, 642s, İstanbul.
9. Kılıç, A., (2016) Otomotiv Yan Sanayinde Yalın Üretim Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
10. Özen İ. (2015) Yalın Düşünce Uygulaması: Hastanelerde Değer Katmayan Faaliyetlerin Ortadan Kaldırılması. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, Cilt 11, Sayı 44, Sayfa 205-209.
11. Suzaki, K., (1988). The New Manufacturing Challenge - Techniques for Continuous Improvement, The Free Press, 255s, NY.
12. Birgün, S., Gülen, K. G., Özkan, K., (2006). Yalın Üretime Geçiş Sürecinde Değer Akışı Haritalama Tekniğinin Kullanılması: İmalat Sektöründe Bir Uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5, 9, 47-59s.
13. Yaman, R., (2011). Üretim Planlama Kontrol ve Bütünleştirme, Nobel Yayın, 190s, Ankara.
14. Arslan, H. M., Yıldız, M. S. ve Uysal, H. T. (2015). Kesim hattında süreç iyileştirme ve etkin tasarruf: Ağaç işleri atölyesine yönelik bir uygulama. *Journal of World of Turks*, Cilt 7, Sayı 1, Sayfa 121-136.

15. Öksüz, M. K., Öner, M., Öner, S. C., (2017). Yalın Üretim Tekniklerinin Endüstri 4.0 Perspektifinden Değerlendirilmesi, 4. Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı Bildiri Kitabı
16. Tütek, H., Öncü, S., (1993). JIT (Just In Time) Felsefesinin İşletme Fonksiyonları Ve Verimlilik Üzerinde Etkileri. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı 10, Sayfa 112-129.
17. Liker, K. J., Hoseus, M., (2008). Toyota Kültürü Toyota Tarzının Ruhu. Çev. Tanrıyar, K., Optimist Yayınları, 640s, İstanbul.
18. Liker, J. K., (2004). The Toyota Way. Mc Graw Hill Yayınları, New York.
19. Türkan, Ö. U., (2010). Üretimde Yalın Dönüşüm Temel Performans Kriterleri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 12, Sayı 2, Sayfa 28-41.
20. Sezen, B., (2011). Üretim Yönetiminde Yeni Yaklaşımlar ve Uygulamalar, Efil Yayınevi, 152s, Ankara.
21. Yazgan, H. R., Sarı, Ö., Seri, V., (1998). Toyota Üretim Sisteminin Özellikleri. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı 2, Sayfa 129-134.
22. Liker, K. J., (2015). Toyota Tarzı. Çev. Şensoy, Ü., Optimist Yayınları, 381s, İstanbul.
23. Gornicki, B. (2014). A better way of production: small-batch and one-piece-flow, *Industrial Heating*. Cilt 82, Sayı 6, Sayfa 35,36,37.
24. Shingo, S., (1989). "A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering View". 257s, New York.
25. Satoglu, S.I., Ustundag, A., Cevikcan, E. & Durmusoglu M.B., (2018). Lean Production Systems for Industry 4.0, *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation Springer Series in Advanced Manufacturing*, 293s, Birmingham.
26. Bal, A., & Satoglu, S. I. (2014). Maintenance Management of Production Systems with Sensors and RFID: A Case Study. In *Global Conference on Engineering and Technology Management (GCETM)*, Sayfa 82-89.
27. Sarı, E. B., (2018). *Yalın Üretim Uygulamaları ve Kazanımları, UIİİD-IJEAS*, (17. *UIK Özel Sayısı*):585-600 ISSN 1307-9832
28. Yamak, O., (2015). Kalite Odaklı Mükemmellik. Nobel Yayıncılık, Ankara.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖNER, Hakan  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 12.10.1990, Hatay  
 Medeni hali : Bekar  
 Telefon : 0 (537) 773 35 77  
 Faks :  
 e-mail : oneerhakan@gmail.com



### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / Makina	2019 (Devam Ediyor)
Lisans	Erciyes Üniversitesi / Malzeme Bilimi ve Mühendisliği	2014
Lise	Cumhuriyet Lisesi	2007

### İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2015-Halen	ŞAMPİYON FİLTRE A.Ş.	Üretim Mühendisi

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayımlar

2. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Kongresi Bildiri Tam Metin Kitabı Mayıs 2018 Sayfa 239-254
2. Uluslararası Multidisipliner çalışmalar kongresi bildiri sunumu. Bildiri numarası Multi2018-322

### Hobiler

Futbol

## DİZİN

**A**

Abstract · V  
Akış · 12,35,37

**B**

Bekleme · 8,10  
Bulgular · 44

**Ç**

Çizelge · 34,40,41,49,50  
Çekme · 12

**D**

Dizin · 55  
Değer · 9,10  
Döküm · 31  
Depolama Zamanı · 10

**E**

Ekipman · 23

**G**

Giriş · 1  
Gereksiz İşler · 8

**H**

Hammadde · 7,8,10,12  
Hatalı Üretim · 7  
Hareket · 8  
Hücre İmalat · 19

**K**

Kaynak · 55,56,57  
Key Words · IV, V

Kontrol · 3,9,16,24  
Kanban · 16  
Kaizen · 21

**M**

Makine · 27,28,29,31  
Mükemmellik · 13  
Materyal Metot · 26  
Montaj · 11

**Ö**

Özet · IV  
Özgeçmiş · 54  
Öneriler · 52

**P**

Poka-Yoke · 22  
Pres · 10

**R**

Resim ·  
26,42,43,44,45,46,47,4  
8

**S**

Simgeler ve kısaltmalar ·  
XIV  
Sonuç ve öneriler · 47  
Stok Üretim · 7  
Smed · 17  
Shojinka · 25

**Ş**

Şekil ·  
15,21,22,23,34,36,39,4  
3,45

**T**

Teşekkür · VI  
TPM · 23  
Taşıma · 8  
Tartışma · 44  
Teflon · 45,47

**Y**

Yayınlar · 52,53  
Yalın Üretim · 2,4  
Yarı Mamul · 27



**TEKNOVERSİTE**



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

**İSTE**

