T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YALIN ÜRETİM VE LASTİK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End.Müh. Murat Salih DEMİRKIR

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Orhan TORKUL

Haziran 2008

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YALIN ÜRETİM VE LASTİK SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End.Müh. Murat Salih DEMİRKIR

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 16 / 06 / 2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr.	**Prof. Dr.**	**Yrd. Doç. Dr.**
Orhan TORKUL	**Harun TAŞKIN**	**Ömer Kadir MORGÜL**
Jüri Başkanı	**Üye**	**Üye**

ÖNSÖZ

Ülkemizin ve dünyanın içinde bulunduğu ekonomik koşullar nedeniyle verimlilik artışına bugün her zamankinden daha fazla ihtiyaç vardır. Çünkü, ekonomideki iyileşmenin sağlanması ve bu iyileşmenin topluma yansıması, dış ticaret açığının azaltılması ve işsizlik oranının düşürülmesi gibi önemli faktörlerin başarılmasında verimlilik çok önemli bir role sahiptir. Günümüz rekabet ortamında verimlilik artışının sağlanması, yeni makineler satın alma veya mevcut işgücünü işçi alımıyla arttırma gibi ürün maliyetini arttıran yöntemlerle değil, mevcut üretim ve yönetim sistemine bir takım verimlilik yöntemlerinin uygulanması ile mümkündür. McKinsey Global Institute tarafından 2002 yılında hazırlanan "Türkiye, Verimlilik ve Büyüme Atılımının Gerçekleştirilmesi" adlı raporda bu gerçek şöyle vurgulanmıştır; "Faaliyetlerin daha iyi planlanmaması ve organize edilmemesi, bugün modern kesimin mevcut ve potansiyel işgücü verimlilik seviyeleri arasındaki toplam farkın yüzde 64'ünü oluşturmaktadır, bu nedenle de en önemli verimlilik artırma alanıdır." Bu çalışmada yalın üretim ve yalın üretim teknikleri araştırılmış ve yalın üretim uygulaması ile verimlilik artışı sağlanabileceği gösterilmiştir. Yalın üretim tüm dünya ülkeleri tarafından son yıllarda yaygın olarak kullanım alanı buldu. Bu nedenle yalın üretimin nasıl uygulanması gerektiği ve uygulanırken nasıl bir sistemin takip edilmesi gerektiği araştırıldı. Yalın üretimin bu denli uygulama alanı bulması ve uygulanması küreselleşmenin sert rekabet koşullarına uyumlu yapıda olmasından kaynaklanmıştır. Yalın ile verimliliği artırmak milli gelirin hızlı büyümesi, yeni iş kapılarının açılması ve ihracat artarken, ithalatın azalması anlamına gelmektedir.

Tez çalışmam sırasında yardım ve desteğini esirgemeyen ve yardımlarıyla beni yönlendiren tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Orhan TORKUL Hocam'a ve yardımlarından dolayı Araştırma Görevlisi Endüstri Yüksek Mühendisi İhsan Hakan SELVİ'ye teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ..... ii
İÇİNDEKİLER iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ..... Vi
ŞEKİLLER LİSTESİ Vii
TABLOLAR LİSTESİ..... Viii
ÖZET..... iX
SUMMARY..... X

BÖLÜM 1.
GİRİŞ..... 1

BÖLÜM 2.
YALIN ÜRETİM..... 2
2.1. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi..... 2
2.2. Yalın Üretimin Literatür Araştırması..... 4
2.3. Yalın Üretimin Özellikleri……..... 6
2.4. Yalın Üretimin Tanımı..... 7
2.4.1. Değer…...……..... 8
2.4.2. İsraf…...……..... 9
2.4.3. Yalın üretimde temel yedi israf..... 9
2.4.4. Değer ve israfa yalın üretimin yaklaşımı..... 11
2.5. Yalın Üretim Uygulama Nedenleri…….…….. 12
2.5.1. Yalın üretim tercihi stoksuz çalışma…… 13
2.6. Yalın Düşünceye Geçiş..... 15
2.6.1. Yalın düşüncenin ana prensipleri…..... 16
2.6.1.1. Ürün bazında değerin tanımlanması..... 17

2.6.1.2. Ürün bazında değer akış yollarının tanımlanması..... 18
2.6.1.3. Değer akışının kesintisizce sağlanması..... 18
2.6.1.4. Müşterilerin üreticiden değeri çekmeleri sağlanması..... 18
2.6.1.5. Mükemmelliğe doğru yol alınması……..... 19
2.7. Yalın Üretimde Değer Akış Haritalama…..... 19
2.7.1. Değer akışı haritası oluşturma…..... 21
2.7.2. Değer akışı haritalamanın amacı..... 27

BÖLÜM 3.
YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ…….. 28
3.1. Tam Zamanında Üretim…..... 28
3.1.1. Tam zamanında üretimin temelleri…..... 29
3.1.2. Tam zamanında üretimin özellikleri..... 29
3.1.3. Tam zamanında üretim yaklaşımları..... 30
3.1.4. Tam zamanında üretim yaklaşımının ana unsurları…..... 30
3.1.5. Tam zamanında üretim yaklaşımının hedefleri..... 31
3.1.6. Tam zamanında üretimin avantajları ve yararları..... 31
3.2. Kanban……..... 32
3.2.1. Çekme sistemi……..... 33
3.2.1.1. Çekme sistemi avantajları..... 34
3.2.2. Kanban sisteminin uygulanması…..... 35
3.2.3. Kanban sisteminin bileşenleri……..... 36
3.2.4. Kanban temel çalışma prensipleri…… 37
3.2.5. Kanban kart çeşitleri…… 38
3.2.6. Kanban nerelerde uygulanabilir..... 39
3.2.7. Kanban nerelerde uygun değildir…..... 39
3.2.8. Kanbanın avantajları……..... 40
3.3. Bir Dakikada Kalıp Değişimi (SMED)..... 40
3.3.1. SMED'i uygulayabilmek için bazı teknikler..... 41
3.3.2. Temel SMED uygulama şekli…..... 43
3.3.3. SMED uygulama admları..... 44
3.3.4. SMED'in yararları……..... 47
3.4. Poka-Yoke……..... 48

3.4.1. Poka-Yoke tekniğinin temel felsefesi..... 50
3.4.2. Yalın üretimde poka-yoke yöntemleri..... 51
3.5. 5S..... 52
3.5.1. 5S adımları..... 52
3.5.2. 5S'in yararları..... 54
3.6. Toplam Verimli Bakım (TVB)..... 55
3.6.1. Yalın üretimde TVB'nin önemi..... 55
3.6.2. Toplam verimli bakımın anlamı……... 56
3.6.3. Ekipman verimliliğini etkileyen altı büyük kayıp..... 57
3.6.4. TVB adımları……..... 57
3.6.5. TVB'nin hedefleri ve yararları……..... 60
3.7. Kaizen……..... 61
3.7.1. Kaizen'in dört temel yaklaşımı..... 62
3.7.2. Yalın üretimde kaizen..... 62
3.7.3. Kaizen süreci..... 64
3.7.4. Yönetimde kaizen..... 65
3.7.5. Kaizen'in yararları..... 65

BÖLÜM 4.
YALIN ÜRETİM UYGULAMASI..... 67

BÖLÜM 5.
SONUÇLAR VE ÖNERİLER..... 81

KAYNAKLAR…….. 85
EKLER…….. 90
ÖZGEÇMİŞ…….…….. 94

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

FPS	: Ford Üretim Sistemi (Ford Production System)
TPS	: Toyota Üretim Sistemi (Toyota Production System)
TZÜ	: Tam Zamanında Üretim
IMVP	: International Motor Vehicle Project
SMED	: Bir Dakikada Kalıp Değişimi (Single Minutes Exchange of Die)
TVB	: Toplam Verimli Bakım (Total Productive Maintenance)
VSM	: Değer Akış Haritası (Value Stream Map)
APICS	: The American Production and Inventory Control Society
DOE	: Design of Experience
CIS	: Sürekli Gelişim Sistemleri (Continuous Improvement Systems)
WIP	: Proses İçi Stok (Work In Process)
CT	: Çevrim Zamanı (Cycle Time)
CO	: Değişim Zamanı (Change Over Time)
Set-Up Time	: Hazırlık Zamanı
PPM	: Milyonda Hata (Parts Per Million)
PC	: Kişisel Bilgisayar (Personel Computer)
FIFO	: İlk Giren İlk Çıkar (First In Fırst Out)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. VSM Şekilleri……. 22
Şekil 2.2. Şimdiki Durum Değer Akış Haritası….....……... 24
Şekil 2.3. Gelecek Durum Değer Akış Haritası....……. 27
Şekil 3.1. Kanban Temel Çalışma Prensibi…..... 38
Şekil 3.2. Spagetti Diyagramı……..... 42
Şekil 3.3. 5S Adımları……..... 52
Şekil 3.4. Kaizen Şemsiyesi……..... 62
Şekil 3.5. İyileştirmede Kaizen Yaklaşımı..... 63
Şekil 3.6. Kaizen Süreci..... 64
Şekil 4.1. Yalın Üretim Uygulama Aşamaları..... 67
Şekil 4.2. Yalın Ekibi..... 68
Şekil 4.3. Belt Paketi Oluşturma Adımları ve Kullanılan Makine Sayıları.... 69
Şekil 4.4. Şimdiki Durum VSM'i..... 71
Şekil 4.5. Kesme ve Bölme Makineleri İyileştirmesi..... 72
Şekil 5.1. Uygulama Sonrası Değer Akış Haritası..... 81

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. Gelecek Durum Soruları.....…….. 26

Tablo 3.1. SMED Kademeleri.....…… 44

Tablo 4.1. Ürün Makine Rotalama Matrisi.....……. 70

Tablo 4.2. Kod Dönüşümü Aşamaları…..... 75

Tablo 4.3. İyileştirmeler Sonrası Kod Dönüşüm Süresi……..... 77

ÖZET

Anahtar kelimeler: Yalın, Yalın Üretim, Yalın Düşünce, Kanban, SMED, 5S, Toplam Verimli Bakım, Kaizen, Poka-Yoke

Bugün yaşanan problemlerin temel nedeni "Kitle Üretimi"dir. Makineler ve araçlar kitle üretimde büyük hacimli üretim yapmak üzere tasarlanmışlardır. Bu nedenle müşteri taleplerindeki değişmelere uyumlu değildir. Kitle üretimin aksine değeri müşterinin sesine göre tanımlayan ve müşterinin sesini her prosese yansıtan yalın üretim müşteri taleplerini karşılayacak esnekliğe sahiptir. Bu çalışma mevcut üretim anlayışı içerisinde darboğaz kabul edilen bir lastik prosesine uygulanan yalın üretim teknikleriyle sağlanan gelişmeleri ve gelişimleri gerçekleştirmek için yapılan çalışmaları anlatmaktadır. Çalışmanın amacı yalın üretimin ve tekniklerinin tanımlarını vermek daha sonra lastik sektöründe seçilen bir proseste yalın üretim uygulamasının başarılı olabilmesi için izlenmesi gereken yalın üretim adımlarını ve kullanılması gereken yalın üretim tekniklerini göstermektir.

Çalışmanın ilk üç bölümünde yalın tarihi, yalın kavramları ve tanımları, yalın düşünce, yalın üretim teknikleri farklı bakış açılarıyla tanımlanmış ve açıklanmıştır. Uygulama çalışması içeren dördüncü bölüm daha önceki bölümlerde açıklanmış olan tüm teorik bilgilerin bir Lastik İmalat Fabrikasında uygulanmasıdır. Ve çalışmanın son bölümü yalın uygulamasının sonuçlarını göstermektedir. Yalın üretim tekniklerinin uygulanmasıyla incelenen proseste 14,27 gün 0,0363 saat olan toplam üretim zamanı 2,26 gün 0,0357 saate düşürülmüştür.

LEAN MANUFACTURING AND AN IMPLEMENTATION AT SECTOR OF TIRE

SUMMARY

Key Words: Lean, Lean Manufacturing, Lean Thinking, Kanban, SMED, 5S, Total Productive Maintenance, Kaizen, Poka-Yoke

The root cause of problems that were encountered today is mass production. Machinery and equipments are designed to produce high volumes in mass production. That is why it is not available for variation of customer demands. Contrary to mass production, lean manufacturing has great flexibility to meet the customers' needs, especially reflecting customer voice on the process and describing its value as what the customer deserve. This study shows that obtained improvements through applied lean manufacturing techniques to an accepted bottleneck tire process in current manufacturing system and studies to perform the improvements. Aim of the study is to give definitions of lean manufacturing and it's techniques after to show that need to be followed lean manufacturing steps to achieve lean manufacturing implementation and lean manufacturing techniques that must be used at a process which was chosen in tire manufacturing.

In first three section of this study, lean history, lean concepts and definitions, lean thinking, lean manufacturing techniques were defined and explained in terms of different aspects. In the fourth section which includes the application study, the application of all the theoretical knowledges that are explaned in the previous sections in a Tire Manufacturing Plant. And last section of the study shows conclusion of lean implementation. Total lead time was decreased from 14,27 days 0,0363 hours to 2,26 days 0,0357 hours for the process was observed during this study by implementing of lean manufacturing techniques.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzün rekabet koşullarında firmaların pazardaki yerlerini koruyabilmeleri ve büyümeleri için giderek kişiselleşmekte olan müşteri taleplerine bağlı olarak çok çeşitli ürünleri en kısa teslim zamanında, mükemmel bir kalitede ve düşük fiyatta üretebilmeleri gereklidir. Giderek kısalan ürün ömürleri çok hızlı değişimlerle küçük miktarlarda üretim yaparak taleplere cevap vermeyi gerektirmektedir. Kalitenin artık milyonda hata düzeyiyle ölçülmesi kalitede sıfır hata düzeyini yakalamayı zorunlu kılmaktadır. Günümüz teknoloji koşullarında sınır tanımayan rekabet ortamındaki fiyat düşüşleri maliyet unsuruna odaklanmayı zorunlu hale getirmiştir. Tüm bu zorlu faktörler ve küresel etkileşime karşı ayakta kalabilmek ve ileriye gidebilmek için Yalın Üretim önce içerisinde bulunulan mevcut sistemin tüm aksaklıklarını ve sorunlarını ortaya çıkartan daha sonrada gelecek için daha iyi, mükemmeli kovalayan ve hiç durmadan sürekli gelişim yolunu izleyen üretim tekniklerini, yönetim düşüncesini, yalın prensiplerini ve ilkelerini içermektedir. Yalın üretim tüm dünyada şirketler tarafından uygulanan, çalışma ortamında gerekli ve üretken olmayan görevleri, aktiviteleri ve davranışarı azaltmayı amaçlayan prosesler, teknikler, stratejiler ve girişimlerdir.

Bu çalışma da üretim sistemlerinden olan Yalın Üretim tanımı, ilkeleri, düşünce ve kullanılan yalın teknikleri ile ele alınmış, lastik sektöründe seçilen belirli bir proses için klasik üretimden yalın üretime geçiş boyunca karşılaşılan durumlar, geçiş aşamaları ve geçildiğinde mevcut duruma göre yalın ile elde edilen kazanç gösterilmiştir.

BÖLÜM 2. YALIN ÜRETİM

2.1. Yalın Üretimin Tarihsel Gelişimi

Bugün yalın üretim diye adlandırılan üretim ve yönetim sisteminin temel ilkeleri, ilk kez 1950'lerde Toyoda ailesinin bireylerinden mühendis Eiji Toyoda ve beraber çalıştığı deha, mühendis Taiichi Ohno'nun öncülüğünde, Japon Toyota firmasında atılmıştır. Bu ikili Eiji Toyoda'nın 1950'de Ford firmasını incelemek üzere Amerika'ya yaptığı gezisinde edindiği bilgilerin de ışığında Ford'un yüzyılın başlarından itibaren öncülük ettiği kitle üretim sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığına karar vermişlerdir ve bu karar yepyeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına yol açmıştır [1].

Toyota motor şirketi, Japonya'da 1937 yılında Toyoda ailesi tarafından kurulmuştur. Bu şirket 1950 yılında genç bir mühendis olan Eiji Toyoda'nın Ford'un Detroit'teki Rouge otomobil fabrikasını inceleyene kadar pek bir varlık gösterememiştir. Eiji gayet kabiliyetli ve hırslı bir mühendistir. Rouge'un her yerini dikkatlice inceledikten sonra tüm ayrıntıları bir üretim dahisi olan Taiichi Ohno ile görüşmüş ve seri üretimin Japonya'da asla başarıya ulaşamayacağına kanaat getirmişlerdir [2].

İkilinin saptamaları şöyledir; Kitle üretiminde, her üretim faktörü ya da unsuru olabildiğince çok sayıda kullanılıp, üretim pek çok gereksizlik ya da israf içermektedir. İsrafın kaynağı, sistemin aşırı bir iş bölümüne dayanması yani gerek makinalar gerek de işçilerin, çoğu kez sadece tek bir ürün için tek bir operasyon gerçekleştirecek şekilde organize edilmeleri, literatürdeki deyimiyle, tek bir işe/operasyona adanmış olmalarıdır. Hatta, makinalar özellikle bu tür bir adanmışlık sağlayacak şekilde tasarlanmışlardır. Üretim organizasyonuna bu şekilde yaklaşılması, bir yandan üretim faktörlerinin gereksiz yere kitlesel boyutta kullanılmalarına yol açmakta çok büyük fabrika mekanlarında, binlerce işçi ve pahalı

makina, aynı işlemi aylarca, hatta yıllarca sürdürebilmektedirler. Öte yandan da, üretime aşırı bir hiyerarşi getirip, üretimde esnekliğe set çekmektedir.

Toyota dehaları, sistemin bütününü incelemeleri sonucu şu yargıya varırlar: Kitle üretim sistemi, esneklikten yoksundur, katı bir hiyerarşiye dayanmaktadır ve kitlesellik israf içermektedir. Ancak ne var ki, tüm bunlar 1950'ler Amerika'sında bir sorun oluşturmamaktadır. Amerika, 1950'lerde, farklılaşmamış ama geniş, yani kısıtlı tipte aracın çok sayıda satılabileceği, çoğunluğunu elinde harcayacak parası olan orta sınıfın oluşturduğu henüz doymamış bir pazardır. Şirketlerde zaman içinde büyük sermayeler birikmiştir ve rekabet düşüktür. Otomobil piyasasında sadece üç firma çekişmektedir. Dolayısıyla, kitlesellik ve israf, şirketlerce bir sorun olarak algılanmadığı gibi, tersine aşırı iş bölümüne ve her şeyin bonkörce kullanılmasına dayalı bu sistemde, üretim adetleri olabilecek en yüksek düzeyde tutulabildiği ve pahalı makineler uzun vadede tam kapasite kullanılabildiği sürece ölçek ekonomile-rine ulaşılmakta, yani birim maliyetler çok düşük tutulabilip, karlar azami düzeye çıkabilmektedir [1].

1950'lerin Amerika'sı ve Japonya'sı çok farklı yapılar sergilemektedir. Toyoda ve Ohno'nun seri üretim sistemine eleştirici bir gözle yaklaşmasının en büyük nedeni de 2.Dünya Savaşı sonrası Japonya'nın içinde bulunduğu durumdur. 1950'lerde Japonyanın içinde bulnduğu durum ise şöyle özetlenebilir; Yerli Pazar oldukça küçüktür fakat pazarın küçük olmasına karşın tek tip değil farklı tip araçlara ihtiyaç vardır. Kişi başına düşen milli gelir oldukça düşüktür ve sermaye birikimi yetersizdir. Savaştan zarar gören Japon ekonomisi sermaye ve dövize açtır ve bu da en son batı üretim teknolojisinin büyük çapta satın alınmasını imkansız kılmaktadır. Toyota ve diğer firmaların kısa zamanda öğrendikleri gibi yerel Japon işgücü artık değişken bir maliyet yada değiştirilebilir parça muamelesi görmeye hevesli değildir. Daha da fazlası Amerikan işgali ile devreye giren yeni iş kanunu işçilerin daha iyi iş koşulları için pazarlık edebilme konumlarını oldukça kuvvetlendirmiştir. Yönetimin işçi çıkarması kesinlikle yasaklanmıştır ve tüm çalışanları temsil eden şirket sendikalarının pazarlık güçleri yükselmiştir. Şirket sendikaları mavi ve beyaz yaka işçileri arasındaki farkı ortadan kaldırarak güçlerini herkesi temsil etmek için kullanmışlar ve şirketin karından bir payı temel ücrete ek olarak ikramiye ödemesi

şeklinde garantiye almışlardır [3].

Japonya'da rekabet Amerika'ya göre çok daha yüksektir (1950'lerde Japonya'da aynı pazar diliminde rekabet eden toplam 12 otomobil üreticisi bulunuyordu). Bu koşullarda Japon üreticileri için adanmış işçi ve makinalar topluluğu ile kısıtlı tipte araçtan yılda milyonlarca üretmek gündem dışı kalmaktadır. Tam tersine 1950'ler Japonya'sında üreticilerin gündeminde olan aynı anda farklı tip araçları hem de her birinden çok düşük sayıda üretip yine de rekabet ve halkın gelir düzeyi dolayısıyla düşük maliyet tutturma zorunluluğudur. Üretim adetlerindeki sınırlılık ve sermaye birikiminin yetersiz oluşu dolayısıyla çok daha az sayıdaki üretim faktörünü esnek ve etkin kullanmanın yollarını bulmaktır. Üretimi, maliyeti artırıcı tüm etkenlerden, tüm gereksizliklerden arındırmaktır.

İşte tüm bu koşullar ve zorunluluklardır ki başta Toyota'nın dehaları Toyoda ve fakat özellikle Ohno'nun öncülüğünde, adım adım ilerlenilerek, üretim gün ve gün adeta bir mikroskop altına yatırılıp, titizlikle incelenerek ve geliştirilerek, bugün yalın üretim diye tanımladığımız sistemin ortaya çıkması ve kısa sürede tüm Japon ekonomisine yayılması sonucunu vermiştir [1].

2.2. Yalın Üretimin Literatür Araştırması

Henry Ford 1927'de bugün ve gelecek için kendi üretim felsefesini oluşturdu ve Ford Üretim Sistemi adı altında bir devrimi temel prensipleriyle kurdu. 1937'de Toyoda (daha sonraki adıyla Toyota) Motor Şirketi Japonya Koroma'da kuruldu. Toyoda kuzenler Kiichiro ve Eidji, Taichi Ohno ile birlikte FPS (Ford Üretim Sistemi) üzerinde çalışarak TPS (toyota üretim sistemi) ni oluşturdular. TPS'nin anahtar fonksyonu ise TZÜ (tam zamanında üretim) idi. 1978'de Taichi Ohno "Toyota Production System" i Japonca yayınladı. Ohno'ya göre TPS' nin öncelikli tek amacı maliyetleri düşürmekti, yani israfları ortadan kaldırmak , buda ancak miktarın kontrol edilmesi, kalite güvencesi ve insan haklarına saygıyla başarılabilirdi. Ohno sadece ihtiyaç duyulan çeşitleri ihtiyaç duyulan zamanda ve ihtiyaç duyulan miktarda üretilmesini öneriyordu. 1973'de Kuzey Amerikayı vuran petrol krizi Japon imalat ve yönetiminde yapılan uygulamalarda büyük bir ilgi meydana getirdi ve bu olayları

Japonya'da imalat ve yönetimle ilgili yazılan çok sayıda makale ve kitaplar izledi. 1977'de ilk akademik makale Sugimori Et Al tarafından yayınlandı. Makaleler Kanban ve tam zamanında üretime odaklanmıştı. Üretim düzeltme ve seviye arttırma ilk olarak yazıldı. 1984 Toyota motor şirketi ve General Motors Californiya'da ortak bir girişimde bulundular. 1980'lerin ortası Yasuhiro Moden'in Toyota Üretim Sistemleri (1983) dahil olmak üzere Taichi Ohno'nun Toyota Üretim Sistemleri (1988) gibi kayda değer kitaplar ingilizce olarak yayınlandı [4].

Toyota Motor Company 1980'li yılların basında piyasaya sürdügü 3,5 milyon otomobille dünya üreticileri arasında bir anda ikinci sıraya yerleşmiştir. Bu aynı zamanda Japon otomobil endüstrisinin Amerikan otomobil endüstrisini geçtiği tarihi andır. Amerika'nın toplam 8 milyon adet otomobiline karşılık Japon otomobil endüstrisi 11 milyonu bulan olağanüstü bir performans sergiliyordu ve bu başarıya en büyük katkıyı sağlayan şirket Toyota Motor Company idi [5].

Yalın üretim, ABD'deki Massachusetts Institute of Technogy University bünyesinde dünya otomotiv sanayi üzerine çalışmalar yapan International Motor Vehicle Project (IMVP)'de arastırmacı olan John Krafcik tarafından ortaya atılmış bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır [6].

Bu terimin dünya çapında geçerlilik kazanması James P. Womack, Daniel T. Jones ve Daniel Roos'un Dünyayı Değiştiren Makine isimli kitabının 1990'da piyasaya çıkmasıyla mümkün olmuştur. Yazarlar dünyanın yalın üretimi deneme konusunda istekli olduğunu kitabı tanıtım seyahatleri sırasında görmüşler ancak yalın üretimi nasıl yaparız, sorusu ile karşılaşmışlardır [7]. 1990 ortalarında tam zamanında üretim, toplam kalite yönetimi ölçü değerleri ile ilgili makaleler yayınlandı. 1994' de Yalın düşünce Womack ve Jones tarafından yayınlandı. Kitap yalın felsefesini genişletiyordu ve yalını şirket seviyesinde prensipler oluşturacak şekilde yönlendiriyordu. Çok sayıda kitap ve makaleler danışmanlar ve destekleyiciler tarafından yazıldı ve birkaç tane akademik kavram oluşturuldu. 2006 da Toyota Motor şirketi Kuzey Amerikada 1 numaralı otomobil imalatçısı haline geldi [4].

2.3. Yalın Üretimin Özellikleri

Endüstri tarihinin ilk yıllarından beri firmalar rekabet halindedirler ve satışlarını arttırabilmek için küresel bir yarış içersindedirler. Firmalardaki yöneticiler ürün ve hizmetlerin üretiminin ve dağıtımının en hızlı ve en ekonomik yollarını aramaktadırlar. Küresel rekabetteki baskı doğudan dünyaya yayılırken üretim firmalarının ayakta kalması üretim maliyetlerinin azaltılabilmesine, ürünlerin sürekli geliştirilebilmesine ve sosyo-teknolojik gelişmelerdeki değişimlere ayak uydurabilme becerisine bağlıdır. Bu nedenle randımanlı, verimli ve kusursuz olabilmenin anahtarı yalın üretimdir [8].

Yalın üretim, yalın organizasyon ve yalın yönetim kavramları son yıllarda sıkça kullanılmaktadır. Genel olarak bir mekanizmanın yada düzenin yalın olması onun hantal olmadığını ifade eder. Yalın bir düzen sadece işlevsel olmak için ihtiyaç duyduğu unsurlara sahip olan, hantallığa ve yavaşlığa neden olan unsur ve işlevlerden arındırılmış, gereksiz yük/külfet taşımayan, gereksiz enerji ve zaman harcamayan bir düzendir. Bir düzenin yalın olması onun basitleştirilmiş olması anlamına gelmez. Ekonomik, teknik veya örgütsel boyutları ile inceltilmiş bir düzen olduğuna işaret eder. Böyle bir düzenin organizasyonunda yada yönetiminde hiyerarşik örgüt yapısıda ister istemez sorgulanır ve mercek altına alınır.

Yalın bir düzen fazla işlerden, iş aşamalarından ve işlemlerden arındırıldığı veya daha hızlı hareket kabiliyeti kazandığı, gereksiz kaynak, hareket ve zaman israflarına yol açmadığı içinde nispeten daha düşük maliyetle işleyen bir düzendir. Üretim düzeninin yalın olması, bu düzenin gereksiz yüklerden arındırılmış olmasını; üretim faktörleri, hareket ve zaman israflarının en düşük seviyeye indirilmiş olmasını ifade eder [9].

Yalın üretim yalındır çünkü seri üretimle kıyaslandığında herşeyin daha azını kullanır. (Fabrikadaki insan gücünün yarısını, imalat alanının yarısını, araç-gereç yatırımının yarısını, yeni bir ürünün yarı zamanda geliştirilmesi için gereken mühendislik saatlerinin yarısını vb.). Ayrıca yerinde ihtiyaç duyulan stokların

yarısından çok daha azının bulundurulmasını gerektirir, çok daha az bozuk mal çıkar ve daha fazla ve gittikçe de artan çeşitlilikte ürünler üretir [10].

Yalın üretim, mal akışını hızlandırabilmek için ara stokları sıfırlamayı hedefler. İhtiyaç doğmadan hiçbir zaman üretim yapılmaz. Gerektiğinde işçilerin yaptığı üretimi ve makine kapasitesi kullanım oranlarında fedakarlık eder [11].

Yalın üretimde 'ilk defada doğru sonuç' elde etmek için bir alt yapı oluşturulur. Bu amaçla geliştirilmiş ve operatörler tarafından dahi kolay uygulanabilir istatistiksel problem çözme teknikleriyle olayların oluşumu tesadüflerden kurtarılıp, tahmin edilebilir şekillere getirilir [12].

Yalın üretim daha fazla profesyonel yeteneklerin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade oluşturucu bir takım atmosferi içinde uygulanmasını gerektirir [13].

Yalın üretimde doğrudan işçilikler asgariye indirilir. Esasen sabit giderlerin tüm kalemleriyle mücadele edilir. Örneğin, çok yönlü eğitim verilen işçiler her işi yapabilir duruma getirilir. Böylece süreç gereği çalışmayan makinaların işçileri diğer faal makinalara kaydırılabilir veya aynı işçiler makina bakım-parti değişimi gibi işlerde de görevlendirilebilirler [14].

2.4. Yalın Üretimin Tanımı

Yalın üretimin basit ve detaylı bir şekilde ne anlama geldiğini anlayabilmek için yalın üretim tanımları ve bu tanımlarda geçen bazı temel yalın kavramları bilmek gerekir. Yalın üretim; yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların, en aza indirgendiği üretim sistemidir [15].

Yalın Üretim çok basit bir tanımlamayla daha az zamanda, daha az stok miktarları, daha az boş çalışan ve sermaye kullanımı ile daha fazla üretim yapma esasına dayanmaktadır. Yalın üretim sistemine, tam zamanında üretimi de içeren kapsamlı

bir üretim sistemi gözüyle bakılmaktadır. Daha geniş bir ifade ile yalın üretim en az kaynak kullanımıyla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi müşteri talebine bire bir cevap verecek şekilde en az israfla ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp potansiyellerin tümünden yararlanmak olarak tanımlanabilmektedir. Mutlak kabul görmüş tüm kural ve ilkeleri sorgulayan, hiçbir yerleşik kanıyı mutlak görmeyen şüpheci bir yaklaşımın, ya da felsefenin ürünü olarak doğmuş ve gelişmiştir [1].

Yalın üretimin ana stratejisi hızı arttırıp, akış süresini azaltarak kalite, maliyet, teslimat performansını aynı anda iyileştirmektir. Yalın üretim, müşteri ihtiyaçları doğrultusunda, malzeme veya bilgiyi dönüştüren veya şekillendiren ve katma değer oluşturan faaliyet ile zaman ve kaynak kullanan, ancak ürün üstüne müşteri ihtiyaçları doğrultusunda değer ilave etmeyen ve katma değer oluşturmayan faaliyeti ayırt etmeye yarar. Sıfır hatalı, tam zamanında, küçük partiler halinde, yüksek çeşitlilikte üretim yapılması öngörülür [16].

Sürdürülebilir rekabet ortamında var olabilmek için şirketlerin özellikle kalite, maliyet ve sevkiyatlarını iyileştirmesi gerekmektedir. Yalın düşüncenin temel amacı, israflardan arındırılmış mükemmel proseslerin etkinlik ve verimlilik analizlerini yaparak, maliyetleri azaltmak ve sonuçta müşteriye mükemmel değerler sunmaktır.

Bu tanımları anlayabilmek için bilinmesi gereken iki önemli temel kavram değer ve israftır.

2.4.1. Değer

Burada değer müşteriye sunulan fayda olup;

- İhtiyaçları karşılayacak özelliklere sahip
- Tercih edilen zamanda ve yerde bulunabilen
- Müşterinin bedelini ödemeye istekli olduğu
- Ürün veya hizmettir

2.4.2. İsraf

İsraf değer oluşturmaksızın maliyete eklenen her şeydir ve genel olarak hangi üretim sistemi içerisinde olursa olsun israf [17] ;

- Hatalı üretim, düzeltme, tamir, kontrol
- Aşırı üretim(stoklar), gereksiz işler, beklemeler ve hareketler
- Gereksiz taşımalar, aktarmalar, tasnif
- Ham madde, mamul, yarı mamul stokları
- Uzun mesafeler, gereksiz yürüme ve hareketler
- Gerekenden fazla işleme, gereksiz prosesler
- İhtiyaçtan önce, ihtiyaçtan fazla üretim
- Çalışanların yeteneklerinden yararlanmamak
- Reaktif kalite kontrol etkinlikleri israftır çünkü ürün kontrol edildiği için değil, kaliteli olduğu için değer kazanır
- Stoklu çalışmak israftır çünkü ürünün bekletilmesi genelde katma değer getirmez, fiyatını artırmaz
- Taşımalar israftır çünkü ürünün üretim süreci içinde taşınmasının ürün değeri üzerinde hiçbir etkisi yoktur
- Beklemeler israftır çünkü kalıp değiştirme,ayar zamanları, arızalar ve diğer nedenlerden kaynaklanan beklemeler, aynı süre içinde katma değeri olan etkinliklerin yapılmasını engeller
- Fazla üretim israftır çünkü atıl stok oluşmasına neden olur

2.4.3. Yalın üretimde temel yedi israf

Japoncada “muda” israf demektir, özellikle hiçbir değer oluşturmayan kaynakları tüketen faaliyetleri gösterir. Yeniden işlemeyi gerektiren hatalı ürünler, talep edilmeden üretilen ve sonuçta stoklarda biriken üretim, gerçekten gerekli olmayan süreç aşamaları, çalışanların ve ürünlerin zorunlu olmadığı halde bir yerden başka bir yere nakledilmesi önceki aşamalarda zamanında tamamlanmayan işler nedeniyle sonraki aşamalarda boş bekleyen çalışanlar ve müşterinin beklentilerini karşılamayan ürün ve hizmetler [18].

İmalat sistemlerinde yedi adet temel israf vardır. Bunlar ilk olarak Taichi Ohno (1998) tarafından Toyotada tanımlanmış ve P.J Womack ve D.T Jones (1996) ile de ilk kez bir kitapta yayınlanmıştır.

Temel yedi israf şöyle tanımlanmıştır [19] :

1- Fazla Üretim : Operasyonların durması gerektiğinde devam etmesinden kaynaklanır. Sonuçta fazla üretim, erken üretim ve yüksek envanter olmasına sebep olur.
2- Bekleme : Bazen kuyruktan dolayı meydana gelir bazende yapılması gereken üretimin yapılmaması gereken bir üretimin bitmesini beklemesinden kaynaklanır. Yapılmaması gereken üretimin yapılması hem ürüne bir değer eklemez hemde fazla üretimle sonuçlanır.
3- Taşıma : Proses içi envanterin bir operasyondan diğerine taşınması gibi gereksiz malzeme hareketleridir.
4- Fazla İşlem : Tamir, tekrar işleme, fazla üretimden veya hatalı üretimden dolayı meydana gelen depolama hareketleri.
5- Envanter : Mevcut müşteri isteklerini yerine getirmek için gerekli olmayan her envanter. Envanter hammadde, proses içi envanter ve bitmiş ürün envanterinden oluşur.
6- Hareket : Verimsiz bir yerleşime dayalı olarak çalışanlar tarafından yapılan fazla hareketlerdir. Bu hareketler zaman alır ve hiçbir katkı değeri yoktur.
7- Hatalar : İstenilen şartları veya müşteri isteklerini karşılayamayan ve bu yüzden müşteri tatminsizliğine yol açan bitmiş ürün veya hizmetin yapılması.

İsrafların Nedenleri ise şöyle sıralanabilir [17] :

- Yetersiz çalışma metodları
- Uzun hazırlık zamanları
- Yetersiz prosesler
- Eğitim eksikliği
- Yetersiz bakım
- Uzun mesafeler

- Lider eksikliği

Ürün veya hizmet üretiminde israfın ortadan kaldırılması, müşteri memnuniyetini ve karlılığı arttırırken maliyetleri azaltılır.

2.4.4. Değer ve israfa yalın üretimin yaklaşımı

Yalın Üretim;

- Değer ile israfı ayırmak
- Değer oluşturmayan işleri yapmamak, bunlara ayrılan süreyi azaltmak
- Akış süresini kısaltmaya odaklanmak
- Küçük partiler halinde üretmek, model dönüş kayıplarını azaltmak
- Farklı ürünlerin akış yollarını ayırmak
- Ürünleri bir işlemden diğerine bekletmeden akıtmak, makineleri yakınlaştırmak
- İşi ilk defada hatasız yapmak
- Çalışanların çok yönlü becerilerini geliştirmek
- Problemlerin kök nedenini ortadan kaldırmak
- Uygun tekniklerden yararlanmak, gibi unsurları bünyesinde barındırır

İsrafları yok ederek akış süresi azaltıldığında;

- Teslim süresi kısalır
- Para dönüş hızı artar
- Stoklar azalır
- Kaynak kullanım etkinliği artar
- Maliyetler düşer
- İşletme sermayesi ihtiyacı azalır
- Kalitenin izlenebilirliği artar
- Tahmin yerine kesin siparişe üretim mümkündür
- Demode olma riski yoktur, atıl stok oluşmaz

bütün bu işletmede kar sağlayacak faaliyetler sağlanmış olur.

2.5. Yalın Üretimin Uygulama Nedenleri

Günümüzün küresel rekabet ortamında işletmeler giderek daha talepkar olan alıcılara hizmet vermektedir. Müşterileri ister bireysel tüketici isterse bir başka üretici/satıcı firma olsun, işletmeler varlıklarını sürdürebilmek için müşterilerinin iyi kalite, düşük fiyat ve kısa teslim süresi beklentilerini hızla karşılayabilmek, daha fazla çeşit üründen daha küçük miktarlarda verilen ve anlık olarak değiştirilen siparişlere uyum sağlamak zorundadır.

Gelinen noktada belirli birkaç tip ürün ile pazardaki değişik ihtiyaçları karşılayabilmek de mümkün değildir. Satış alanının genişletilmesi adına giderek kişiye özel ürünlerin oluşturulması ve bunun hızla ve düşük maliyetle yapılabilmesi gereklidir. Ürün ömrü kısalmaktadır ve tamamlandığında hâlâ talep edilen bir ürüne yatırım yapmış olmak için ürün geliştirme süresinin kısaltılması zorunludur. Yalın Üretim iş yapma şeklimizdeki problemleri ortaya çıkararak ve daha etkin çalışma yollarını göstererek hem kuruluşlar hem de ülke için rekabet avantajı sağlar [20].

Yalın üretimin neden farklı ve üstün olduğu üzerinde biraz durmak gerekir. Yalın üretimle ilgili tüm çalışmalara baktığımızda, hemen herkesin yalın üretimin sanayi örgütlenmesine yepyeni bir soluk getirdiği, hatta dünyanın en iyi uygulaması olarak kabul edilmesi gerektiği doğrultusunda hemfikir olduklarını görmek mümkündür. Ne var ki, yalın üretim en iyi uygulama olarak kabul edilirken, birçok kez dar anlamıyla üretim olayına kazandırdığı teknikler ön plana çıkarılmakta, sistem sadece bir teknikler bütünüymüş gibi sunulmaktadır. Hiç kuşkusuz, yalın üretimi yalın üretim yapan en önemli etkenlerden biri, üretim olayına kazandırdığı özgün tekniklerdir. Ancak ünlü Japon uzmanlar Shingo ve Monden'in de vurguladıkları gibi, yalın üretimin göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir başka boyutu daha vardır ki, sistemin temel dayanağı aslında bu boyutunda gizlidir. O da, yalın üretimin, içinde yer alan her kesimi, aktörü, ya da tarafı aynı anda memnun etmesi, kitle üretiminin tersine, herkesin kazanmasını sağlayabilecek güçlü bir potansiyele sahip olmasıdır.

İlk kez yalın üretimde yüzyıllara dayanan bu eğilimin tersine çevrilmesine ve sadece bir kesimin değil, herkesin kazanmasına katkıda bulunacak bir potansiyel saptanıyor. Bu potansiyel sanayi örgütlenmesine ve toplumsal yaşama yepyeni bir içerik kazandırabilecek güçte bir potansiyeldir, mutlaka tüm boyutlarıyla keşfedilmeyi ve daha da güçlendirilmeyi hak etmektedir. Ünlü uzman Shingo da yalın üretimi üretime devrimci bir yeni felsefeyle yaklaşmak olarak tanımlarken sistemin başta çalışanlar olmak üzere herkesin kazanması yönündeki bu güçlü potansiyelini kastetmektedir. Yalın üretimin kendisine ait önemli özellikleri bu özgün boyutunda saklıdır [6].

2.5.1. Yalın üretimin tercihi stoksuz çalışma

Yalın üretim teknikleri itibari ile en çok göze çarpan ve neredeyse yalın üretim ile eşleştirilen TZÜ gerçektende yalın üretim için en temel uygulanması gereken bir tekniktir. TZÜ dolayısıyla yalın üretim yığın üretimin aksine stoksuz çalışma prensibine dayanır. İşte bu açıdan neden yalın üretim dendiğinde uygulama teknikleri açısından ilk akla gelen ve verilecek en önemli cevaplardan biri stoksuz çalışmadır.

Üretimi aksatmamanın iki yolu vardır [17] ;

1) Stoklu çalışmak: Ancak bu durumda aşağıda belirtilen problemlerle karşılaşılabilir.

- Stok maliyetleri ürün maliyetlerine yansır
- Beklemeler (katma değer getirmeyen etkinlik) artar
- Değişikliklerinin yönetimi zorlaşır
- Dengesiz iş yükleri oluşur
- Müşterinin istediği esnekliğe,maliyetlerden veya rekabet gücünden taviz verilmedikçe ulaşılamaz
- Yüksek stoklar gerçek problemleri saklar ve genelde çözümleri için gayret sarfedilmez
- Yönetim tüm zamanını gündelik ve acil durumlarla uğraşmakla geçirir

- Müşteri isteklerinin çok değişken olduğu ortamlarda,ani talep değişikliklerine hızlı bir şekilde yanıt vermek zorlaşır

2) Stokları azaltmak: Bu amaçla akış değer analizi, KANBAN (transfer stoklarını azaltmak), SMED (uzun ayar ve kalıp değiştirme sürelerini düzenlemek), TVB (sık tezgah arızalarına çözüm getirmek) vb. yönetim teknikleri uygulanır.

Stoksuz çalışmanın yararları aşağıdaki gibi sıralanabilir [21] ;

1) Stok, her şeyden önce zamanından önce ve gerekenden fazla üretmek demektir. Gerekenden önce ve fazla üretmek, gerektiğinden fazla işgücü, ekipman, mekan ve enerji kullanılması anlamına gelir.

2) Ünlü uzman Shigeo Shingo'nun konuya yaklaşımı ise çok daha ilginçtir. Shingo'nun bakış açısıyla, stok, üretim sürecinin tümü içinde bir beklemeyi ifade eder. Gerek işlenmekte olan parçaların, gerek fabrika içi atölyelerden ya da yan sanayiden gelmiş bitmiş parçaların, gerek de nihai ürünün stoklanması demek, bir yerde hiçbir işlem görmeden beklemeleri demektir. Oysa, üretimin hangi aşamasında olursa olsun, bekleme, ürüne hiçbir değer katmayan, üstelik üretkenliği düşürücü, maliyetleri artırıcı, üretim sürelerini uzatıcı bir faktördür, bir israftır.

3) Stoğun en büyük zararlarından biri de, sermaye dönüşüm hızını ve dolayısıyla karlılığı düşürmesidir. Bir firma, bugün yaptığı bir yatırımı ne kadar kısa sürede geri alabilirse, karlılığı o kadar yükselir, çünkü yatırımı üretken bir şekilde kullanmış demektir.

4) Stoğun bir başka olumsuz yan etkisi de fırsat maliyetleri ile ilgilidir. Bir firma stoğa yatırdığı nakiti, örneğin bankaya yada üretken bir başka girişime yatırmış olsa, kendine faiz ya da kar şeklinde bir getiri sağlayabilecektir. Aynı nakiti stoğa yatırmakla, bu fırsattan yoksun kalmaktadır.

5) Stok, gerek nihai ürün, gerek bitmiş parçalar, gerek de işlenmekte olan parçalarda hata/ıskarta oranını ve olasılığını da artırır. Dolayısıyla stok, hatasız üretimi

kısıtlayıcı, hatasız üretime ulaşma çabalarını sınırlayıcı, bir başka deyişle, üretime gevşeklik getiren bir mekanizmadır.

6) Stok, müşteri talebinin değişkenliğini takip etme, müşteri talebine anında yanıt verme olanağını da önler, çünkü talep ne olursa olsun, stoktaki ürünün kullanılması, satılmasını, daha doğrusu müşteriye empoze edilmesini gerekli kılar.

7) Stok, müşteri talebine yanıt verme hızını da düşürür.

8) Ve nihayet şirketlerin stoklu çalışmalarının, özellikle enflasyonist ortamlarda ekonomilerdeki dalgalanmayı kamçılayıcı bir özelliği de vardır. Bu tür ortamlarda stok artmasının bir nedeni de, firmaların ileride fiyatların artacağı şeklindeki spekülatif beklentileridir. Oysa, arz talep yasasına göre, ürünler stokta tutulup, pazara sunulmadığında fiyatlar giderek artmakta ve bir noktada fiyat artışı talebi frenleyip, düşürmektedir. Bu durumda firmalar, üretimi durdurup, stoklarını eritmeye çalışırlar. Stoksuz çalışma, ekonomilerdeki bu dalgalanmaları da dizginleyici istikrarı teşvik edici bir özellik taşır ve bundan da sonuç olarak, sadece halk değil, firmaların kendileri de kazançlı çıkarlar.

2.6. Yalın Düşünceye Geçiş

Yalın Düşünce'nin amacı, yalın bir üretim sistemine, yalın bir şirkete, yalın bir değer zincirine ulaşmaktır. Yönetimin ilgi merkezini değiştirerek, değerin israftan ayırt edilmesini sağlamak, organizasyonlar-teknolojiler-sabit kıymetler yerine kaynakları ürüne ve ürünü etkileyecek çalışmalara odaklamak, israflardan arınarak zenginliği yakalamaktır [22].

Yalın üretim özelliği, yüksek rekabete sahip pazar ürünlerinde müşteri isteklerine hızlı cevap verebilmedir. Yalın üretim uygulaması adaptasyon kabiliyeti, kültürel değişme, bölgesel değişme ve karaktersitik değişiklikler gerektirmektedir. İnsan teknoloji ve organizasyon karakteristiklerini ve bunların ilişkileri olan etkileşimleri dikkatlice analiz etmek için bütün sitemi kapsayacak sistematik bir yaklaşıma ihtiyaç

vardır. Yalına geçiş yapılırken unutulmaması gereken önemli bir nokta sistematik bir yaklaşım izlenmesidir.

Endüstriyel imalatçılar yalın filozofisini adapte etmek için uğraşmaktalar fakat bunu başarmak hiçte kolay değildir. Toyota'nın bir çok gözlemi sistemin parça parça anlaşılmasıyla ön plana çıkmakta ve uygulamaya teşebbüs edildiğindede sistemin bazı parçalarının dışarıda kalmasından dolayı başarısızlıkların meydana geldiğidir.

Yalın üretim sadece bazı teknikler ve prensipler değil üretime yeni bir bakıştır. Bundan dolayı insanların çalışma metodlarını değiştirmek çok uzun zaman alabilir. Çünkü bu değişiklik çalışma kültüründe de değişiklikler meydana getirebilecektir. Yalın üretim her ne kadar prensip, kural, alet ve teknikler toplamı olsada sadece bunlarla ilgili projelerde kısıtlı kalmamalıdır. Gerçek bir yalın üretime geçiş sadece projeler değil öğrenme ve tecrübe ister.

Üretim teorisi olarak yalın üretim şu üç ortak faaliyeti gerçekleştirmek olarak düşünülebilir [23] :

1- Yönetim düzeyinde üretim sisteminin dizayn edilmesi
2- İstenilen hedefleri yakalamak için üretim sisteminin kontrol edilmesi.
3- Üretim sisteminin geliştirilmesine liderlik etmek

2.6.1. Yalın düşüncenin ana prensipleri

Yalın Yönetimin 5 temel ana prensibi vardır [7] :

- Değerin tanımlanması
- Değer akımının saptanması
- Değer akışının sağlanması
- Çekme sisteminin sağlanması
- Mükemmellik

2.6.1.1. Ürün bazında değerin tanımlanması

Değer : Müşterinin ihtiyaçlarını belli zaman ve yerde belli bir fiyattan karşılayan ürün veya hizmettir. Ürün üzerine doğrudan katkı yapan, ürüne müşterinin bedelini ödemeye hazır olduğu özellik ve nitelik katan faaliyetlerdir. Yanlış ürün/hizmet üretmek kadar zamanından önce doğru ürün/ hizmet üretilmesi de israftır. Bu tanım çerçevesinde değerin tanımlanması için aşağıdaki yöntem uygulanmalıdır [18] ;

- Belli bir müşteri grubu belirlenir
- Bu müşterilerle ilişkiye geçilir
- Müşterinin üründe olmasını istediği özellikler belirlenir
- Mevcut üretim kaynakları engel olarak görülmez
- Ürünle ilgilenecek özel ekipler oluşturulur
- Ürüne ait birim maliyet belirlenir

Ürün bazında değer, müşteri tanımlarına uygun bir şekilde üretici tarafından oluşturulan, müşterinin gereksinimlerini belli bir zaman diliminde, belli bir fiyattan karşılayan, belli özelliklere sahip ürün ya da hizmettir [24].

Değeri üretici oluşturur. Müşteri açısından üreticilerin varoluş nedeni budur. Ancak klasik kitle üretimi organizasyonlarında üreticiler değeri doğru tanımlayamamaktadırlar. Mevcut yaklaşımlara göre yalınlaşma eğiliminde olan organizasyonlar bu tip bir iyileşme ivmesinin yeterli olmadığını fark etmişlerdir. Daha ileriye uzanan bir sıçramayı başarabilmek için, kavramdan piyasaya, siparişten teslimata, hammaddeden müşterinin elindeki ürüne kadar uzanan değer akışına bir kanal oluşturabilmek üzere firmaların, fonksiyonların ve kariyerlerin rolleri hakkında tamamen yeni bir düşünce biçimine ihtiyaç vardır [25].

Yalın üretim bakış açısına göre değer kavramı yalnızca müşteriler tarafından tanımlanabilir ve ürünün fiyat ve diğer özellikleri bakımından müşterinin ihtiyaçlarına cevap verip verememesinin ölçüsüdür [7]. Değeri müşteri belirler ve en başta belirlenen bu değere göre yalın üretim imalatın tüm proseslerinde şekillenir, dolayısıyla müşterinin sesini üretimin her aşamasında görmek mümkündür.

2.6.1.2. Ürün bazında değer akış yollarının tanımlanması

Değer Akışı: Yalın üretim, sisteme bir bütün olarak bakar. Sistemde değer oluşturmayan (israf) süreçlerin ortadan kaldırılması esastır [22]. Ürün bazında değer akışı yollarının tanımlanması için yöntem aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır [18] :

- Değer akış yollarının haritalandırılması
- Akış yolu üzerindeki israfların tespit edilmesi
- İsrafların ortadan kaldırılması

2.6.1.3. Değer akışının kesintisizce sağlanması

Sürekli Akış: Bir üründen fazla üretmek yerine; talep edildiği kadar ve talep edilen zamanda üretmek. Ürünün şekillenmesinde müşterinin önerilerini dikkate almak.

Yöntem :

- Akışı sağlanan ürün üstüne odaklanılır.
- Akışı engelleyen iş tanımları, prosedürler, talimatlar, fonksiyonlar ve departmanların getirdiği engeller elimine edilir.
- Özgün iş sistemlerini kurarak akış yollarında israfların (duruş, geri dönüş, hurda vb) oluşmasını engellenir

2.6.1.4. Müşterilerin üreticiden değeri çekmelerinin sağlanması

Çekme: Üretim müşteri talep etmeden başlamaz, ürün talep edildiği zaman üretilir. Bunun sonucunda fazla üretim israfının önüne geçilmiş olur.

Değer, müşterinin istediği zamanda, istediği ürünler için ve talep ettiği hızda üretilmeli ve akmalıdır. Bu durumda talep edilmeyen mal üretilmez, değer zinciri üzerinde istenmeyen stoklar oluşmaz, atıl stok, dizayn değişikliği nedeniyle ürünün yeniden işleme tabi tutulması veya atılması gibi problemlerle karşılaşılmaz.

2.6.1.5. Mükemmelliğe doğru yol alınması

Mükemmellik: Sistem, stok yapmadığından her defasında üretilen ürünlerde sürekli iyileştirme yapılabilir. Böylece ürün yığılmadan hatalar düzeltilip iyileştirmeye gidildiğinden israf önlenir [22].

İyileştirmeyi gerçekleştirenlere sistem anında geri bildirim sağlayabilmektedir. Mükemmelliğe ulaşmak imkansızdır. Ancak bu yolda gösterilecek çabalar daha iyiye ulaşmak için gereklidir. Mükemmellik hayal edilmelidir çünkü bu yolla nelerin yapılabileceğini rahatça görebilmek ve normal koşullarda elde edilebileceklerden çok daha fazlasını başarmak mümkün olabilecektir. İşletmeler mükemmellik arayışlarını sürdürürken gerekli olacak ürün tasarımları ile işletme teknolojilerini zihinlerinde canlandıracaklardır. Hızlı gelişimin önündeki en önemli engellerden birisi mevcut süreç teknolojilerinin yalın işletmenin gereksinimleri için uygun olmayışıdır. Ürünlerin daha esnek bir biçimde ufak partiler halinde ve akış içinde üretilmelerinin açıkça bilinmesi özgün tasarımları ve ekipmanları geliştirenler bir yön verecektir [26].

2.7. Yalın Üretimde Değer Akış Haritalama

Yalın Değer Akışı Metodolojisi, bu yöntem Toyota üretim sistemi çalışanları tarafından yalın üretim sisteminin yerleştirilmesi için uygulama planları oluştururken mevcut ve gelecek veya ideal durumun resmedilmesi için kullanılmıştır. Toyota'da ilk başlarda değer akış değişimi çok az biliniyor olmasına rağmen dikkat akışı düzenlemek israfı yok etmek ve değer katmak üzerine odaklanılmıştı. Değer akış bakış açısı büyük resimle çalışmaktır, sadece prosesler değil bütünü geliştirmektir, sadece parçaları optimize etmek değildir. Eğer gerçek anlamıyla bütüne bakmak gerekirse en başından başlayıp müşteriye kadar olan yolda ürünün değer akışını birçok firma ve tesiste izlemek gerekecektir. Ancak tüm akışı haritalamak başlangıç için çok fazla olacaktır.

Öncelikle fabrikadaki bölümden bölüme üretim akışı fabrikanın müşterilerine sevkiyatı ve tedarik edilen parçaların sevkiyatı dahil olacak şekilde incelenmelidir.

Böylelikle gelecek durumla ilgili bir vizyon tasarlanabilir ve doğru şekilde uygulanmaya başlanabilir.

Değer akış haritalama ürün değer akış yolunda ilerlerken malzemenin ve bilginin akışını görmek ve anlamak için bir araçtır. Değer akış haritalama ile ifade edilmek istenen bastiçe şudur; Bir ürünün üretim rotasını müşteriden tedarikçiye takip edilir ve dikkatlice malzeme ve bilgi akışındaki her proses çizilir. Daha sonra anahtar birkaç soru sorulup değerin nasıl akması gerektiğini gösteren bir gelecek durum çizilir. Bunu tekrar tekrar yapmak değeri görmenin ve israf kaynağını bulmanın bilinen en basit ve en kolay yoludur [27].

Değer akışı her ürün için esas olan ana akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan katma değer oluşturan ve oluşturmayan faaliyetlerin bütünüdür.

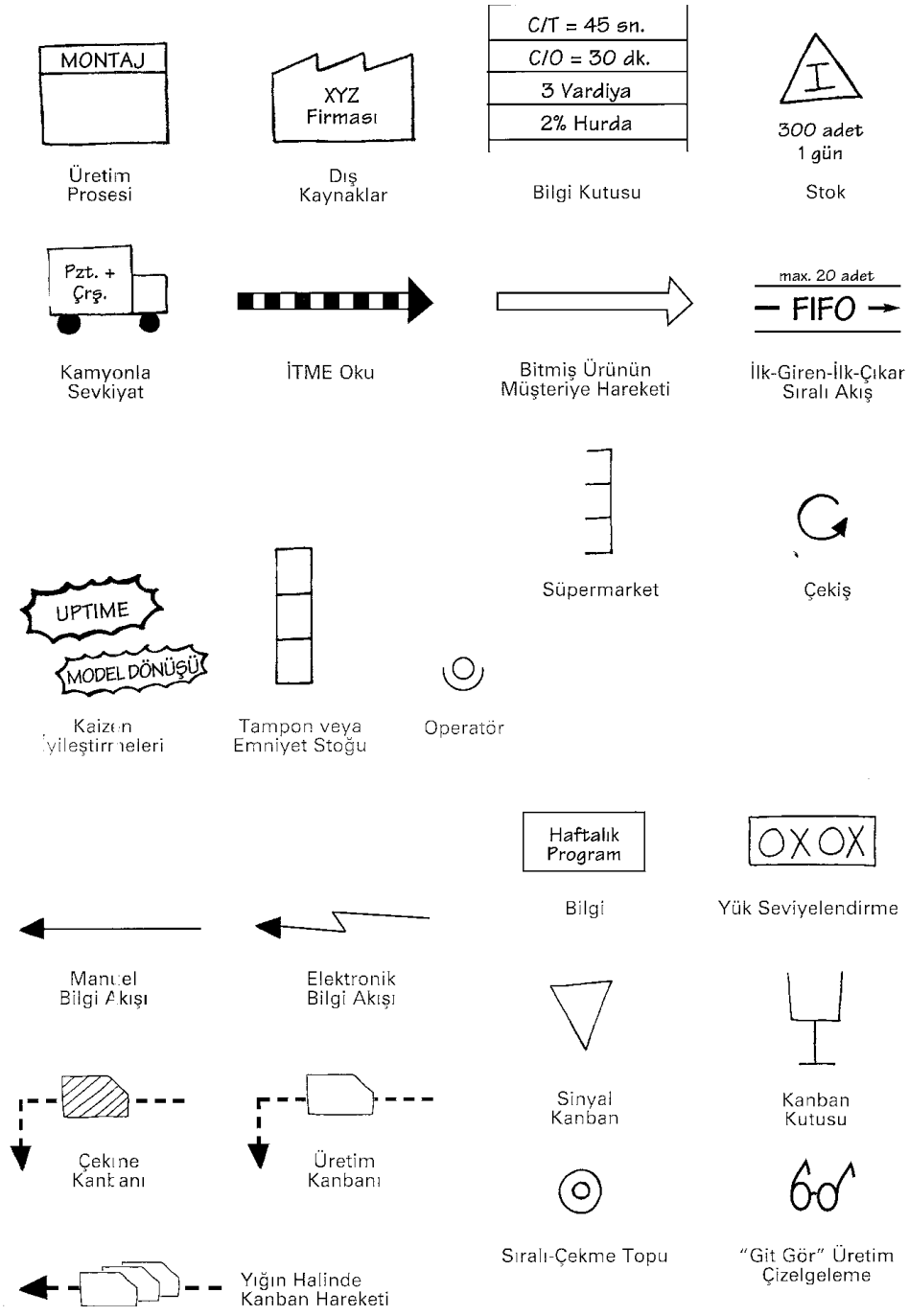
VSM (Value Stream Map) bir yalın üretim konseptidir ve bütün çalışanlara israfların nerelerde meydana geldiğini görebilme ve gelecek durum için bu israfların azaltılması için geliştirmeler yapılmasını sağlar. VSM siparişten sevkiyata kadar olan hizmet ve üretime ait bütün değer katan ve değer katmayan faaliyetlerin bir kümesidir. VSM bütün üretim prosesini görebilmeyi sağlayan bilgi ve malzeme akışını temsil eden israfı ve israfın kaynaklarını tanımlayarak üretim proseslerini geliştirmeyi sağlayan bir geliştirme tekniğidir [28].

Bununla birlikte VSM bir kalem kağıt metodu olduğundan kendi modelleme gücüyle sınırlıdır. Ayrıca VSM statik bir araç olduğundan sistemdeki dinamik davranışların takibini sağlayamaz ve tanımsız ve kompleks durumlarıda ele almaz. Çünkü VSM hazırlanırken hazırlanmaya başladığı andaki üretimin adeta bir resmi çekilerek o anda içerisinde bulunulan mevcut durum yansıtılır. Bundan başka değişikliklerin ve gelişmelerin etkisini görebilmek için en azından birkaç ay süren devamlı takipler yapılmalıdır. Öte yandan VSM modelleme dili kullanış kolaylığı açısından korunmak istenir ve VSM'in başarısı mevcut durumdan yalın duruma geçerken meydana gelen bütün gelişmeleri adım adım gösterebilmektir [29].

2.7.1. Değer akışı haritası oluşturma

VSM için ilk adım geliştirme için hedef olarak bir ürün veya ürün ailesinin seçilmesidir. İkinci adım ise o anda yapılan işlerin nasıl yapıldığını fotoğraflayan bir şimdiki durum haritası çizilmesidir. Bu gerçekte proses devam ederken yapılır ve sistemin analiz edilip zayıf noktalarının görülmesini sağlar. Üçüncü adım ise gelecek durumla ilgili sistemde ve mevcut durumda var olan ve bütün zayıflıkların ortadan kaldırılmasıyla elde edilecek olan haritanın çizilmesidir. Gelecek durum haritasını çizebilmek bir dizi verimlilikle ilgili soruların cevaplanması ve yalın araçlarının teknik konularda kullanılması ile mümkündür. Bu harita böylelikle sistemde yapılması gereken zorunlu değişiklikler için bir temel oluşturacaktır [30].

VSM oluşturulurken öncelikle şekil 2.1'de gösterilen ön tanımlama safhası olarak belirtilen şekiller kullanılır. Bu şekiller ile üretim kalem kağıt metodu kullanılarak çizilmiş olur. Üretimdeki malzeme, bilgi ve proses akışı bu şekillerden herbiri ile ifade edilir. Elektronik veya bilgisayar gibi otomatik bir yol ile prosesler arasında bilgi akışı sağlanması ile iş emirleri gibi kağıt üzerinden prosesler arası haberleşmenin sağlanması gibi ince ayrıntılar bile bu çizilen VSM üzerinde görülebilir. Ayrıca kullanılan bu evrensel şekiller yolu ile tüm çalışanların haritaya baktığında aynı şeyleri anlaması sağlanmıştır. VSM'in bu özelliği özellikle uluslararası firma çalışanları için ortak bir dil kullanmada çok faydalı olmaktadır. VSM üzerinde seçilen ürün ailesi ile ilgili tüm proses adımları çizildikten sonra prosesin tümünde zayıf olan noktalar görülebilir. Özellikle prosesler arası envanterin görülebilmesi de ne tür iyileştirmelere gidilebileceği hakkında bilgi vermektedir. Bu yüzden VSM için veri toplama aşamasında elde edilen bilgilerin doğruluğu ve hangi zaman aralığında alınmış oldukları çok önemlidir. Örneğin iki proses arasında envanterin çeşitli malzeme eksiklerinden dolayı çok düşük veya çok yüksek olduğu bir zamanda yapılan envanter sayımı gerçeği yansıtmayacaktır. Dolayısıyla geleceğe yönelik yapılan tüm hazırlıklar yanlış olacaktır. VSM bir defalığına yapılan ve yapıldığı anda çizilip ortaya konulan bir tekniktir. Bu tür detaylarla VSM hesaplarında gösterilen hassasiyet gelecek için yapılan iyileştirme ve yalın faaliyetlerinin doğruluğu ile paralel bir ilerleme gösterecektir.



Şekil 2.1. VSM Şekilleri

VSM bilgi ve malzemenin nasıl işlem görmesi gerektiğini göstermek suretiyle yalın üretimin uygulanmasını sağlayacak bir proje tedarik eder. VSM iki kısma bölünmüştür; Büyük resim haritası ve Detaylı haritalama. Herhangibir prosesin özü için detaylı haritalamasına başlamadan önce bütün prosesi kapsayan anahtar

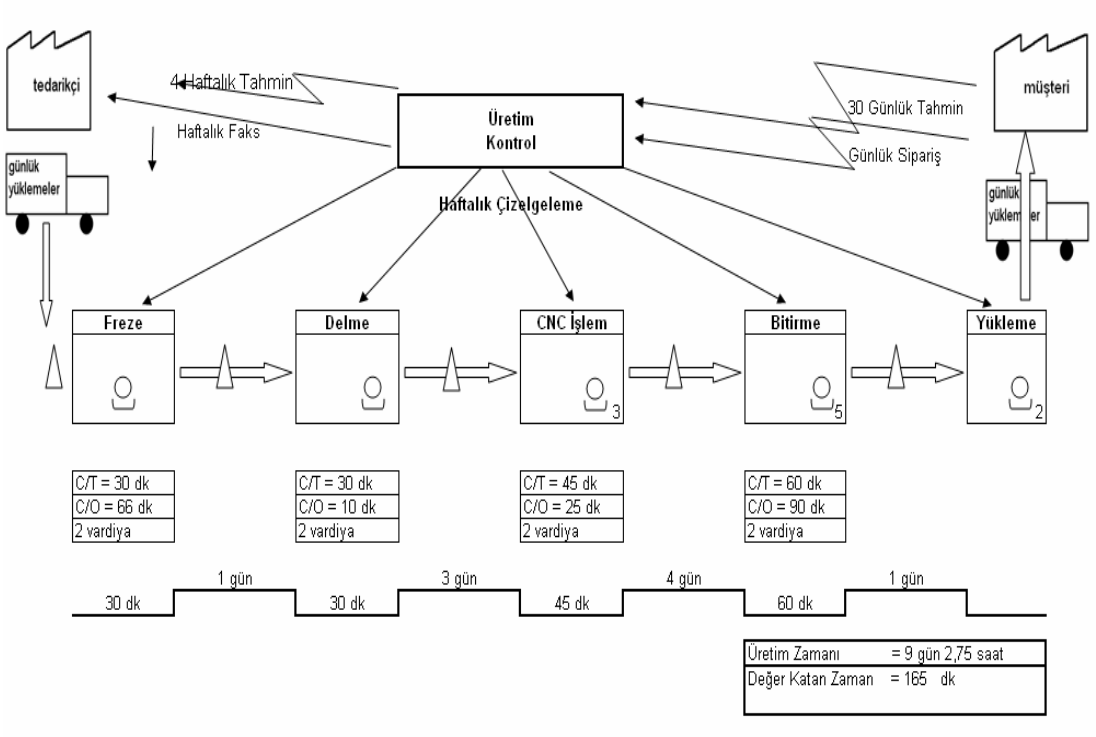
özellikleri gözden geçirmek yararlıdır. Bu gözden geçirim aşağıdakileri tamamlamak için yardımcı olacaktır:

- Akışı görebilme
- İsrafın nerede meydana geldiğini bulma
- Yalın üretim prensiplerini birleştirme
- Kimin uygulama takımında olacağına karar verme
- Bilgi ve fiziksel akış arasındaki ilişkileri gösterme

Akışı görebilmek organizasyon içinde bilgi ve ürün akışlarının nerede, ne zaman ve nasıl olduğunu anlamayı sağlar.

Bir üretim prosesinin genel görünüşünü çıkarabilmek için büyük harita metodu kullanılır. Şekil 2.2 bir transfer hattının şimdiki durumunu belirten büyük haritalamanın örneğidir ve aynı zamanda büyük haritalamadaki beş temel aşamayı özetlemektedir.

- Müşteri ihtiyaçlarını tanımla
- Bilgi akışını haritala
- Fiziksel akışı haritala
- Fiziksel ve bilgi akışını birleştir
- Haritayı değer katan zaman ve toplam üretim zamanını gösterecek şekilde tamamla



Şekil 2.2. Şimdiki Durum Değer Akış Haritası

Harita yukarıdakilerin toplam üretim zaman, değer katan zaman vs.. haritanın alt kısmına ekleyerek tamamlanır.

Ürün ailesi, müşteri talebi, üretilecek parçalar, paketleme ihtiyaçları ve tutulan müşteri stoğuna dair bilgiler müşteri ihtiyaçları bölümünde toplanır. Bilgi akışı bölümü müşteri tahminleri ve bu bilginin organizasyon içersinde nasıl işleneceği bilgilerini toplar. Fiziksel akışlar iç prosesler, gelen hammaddeler ve bileşenlerle ilgilidir. Talepteki, sevkiyat sayısı, sevkiyat miktarı, paketleme, üretim zamanları gelen hammadde bilgisi için toplanır. İç proses, organizasyon içersindeki anahtar adımlar, her adımın zamanları, her proses için makine duruş zamanları, envanter stok noktaları, kontroller, geri dönüşümler, çevrim zamanları, hazırlık zamanları, işçi sayıları ve her günkü operasyon sayılarına dair bilgileri kullanır. Fiziksel ve bilgi akışını birleştirme, kullanılan çizelgeleme bilgisi, iş talimatları ve problem meydana geldiğinde ne yapılacağı ile ilgilenir. Haritayı tamamlamak için haritanın sonuna üretim zamanlarını ve değer katma zamanlarını gösteren bir zaman hattı eklenmiştir.

Büyük harita tamamlandıktan sonara detaylı haritalama yapılır. Detaylı VSM'in parçası olarak yedi standart araç aşağıda tanımlanmıştır. Bu araçlar sistemdeki herhangi bir israfı tanımlama amaçlı olarak konulmuştur.

VSM işleminde bir sonraki adım gelecek durumu için harita düzenlemektir. Bu şekil 2.3'te gösterilmiştir. Gelecek durumu ile ilgili VSM haritasının yapısını oluşturmak için cevaplanması gereken sekiz soru tablo 2.1'de listelenmiştir. İlk beş soru gelecek durumu haritasının yapısı için temel oluşturan konularla ilgilidir. Sonraki iki soru teknik uygulama detaylarıyla ilgilenir (heijunka gibi). Bunlar ürün yapısı, sipariş açma zamanı gibi haritalanmayan detayların tanımlanmasına yardımcı olurlar. Son olarak son soru şimdiki durum haritasından gelecek durum haritasına aktarılması gereken faaliyetlerle ilgilidir [31].

Detaylı VSM Yedi Standart Aracı :

Proses aktivite haritalama: Prosesleri operasyonlar, taşımalar, kontroller, gecikme, depolama ve iletişimlerin meydana geldiği yerler olarak sınıflandırır. Gereksiz faaliyetleri elemeyi, faaliyetleri birleştirmeyi ve basitleştirmeyi, israfı önlemek için operasyonları tekrar sıraya koymayı amaçlar. (bekleme, taşıma, uygun olmayan proses, gereksiz hareket, gereksiz envanter)

Tedarik Zinciri Cevap Matrisi: Envanter seviyelerini ve kritik üretim zaman kısıtlarını tanımlamak ve değerlendirmektir. (bekleme, gereksiz envanter, fazla üretim)

Ürün çeşitliliğini kanalize etmek: Görsel haritalama tekniği imalat prosesindeki her aşamada bulunan değişken sayısını çizme tekniğidir. Tedarik zincirinin nasıl işlediğini anlamamıza ve karmaşık yapıdaki işlerin belirlenmesi işlerini anlamamızı sağlar. Tampon stokların müşteri ihtiyaçları önceliğine göre nerelerde tutulabileceğinin, envanter azaltmalarının nerelerde hedeflenebileceğinin ve ürün proseslerinin nerelerde değiştirilebileceğinin tanımının yapılmasına yardımcı olur. (uygun olmayan proses, gereksiz envanter)

Kalite filtresi haritalama: Kalite problemlerinin nerelerde olduğunu tanımlar. Hataları ürün, hizmet veya iç ıskarta olarak sınıflandırır. Her hata tedarik zinciri boyunca haritalanır. İç ve dış kalite seviyelerini oluşturur.

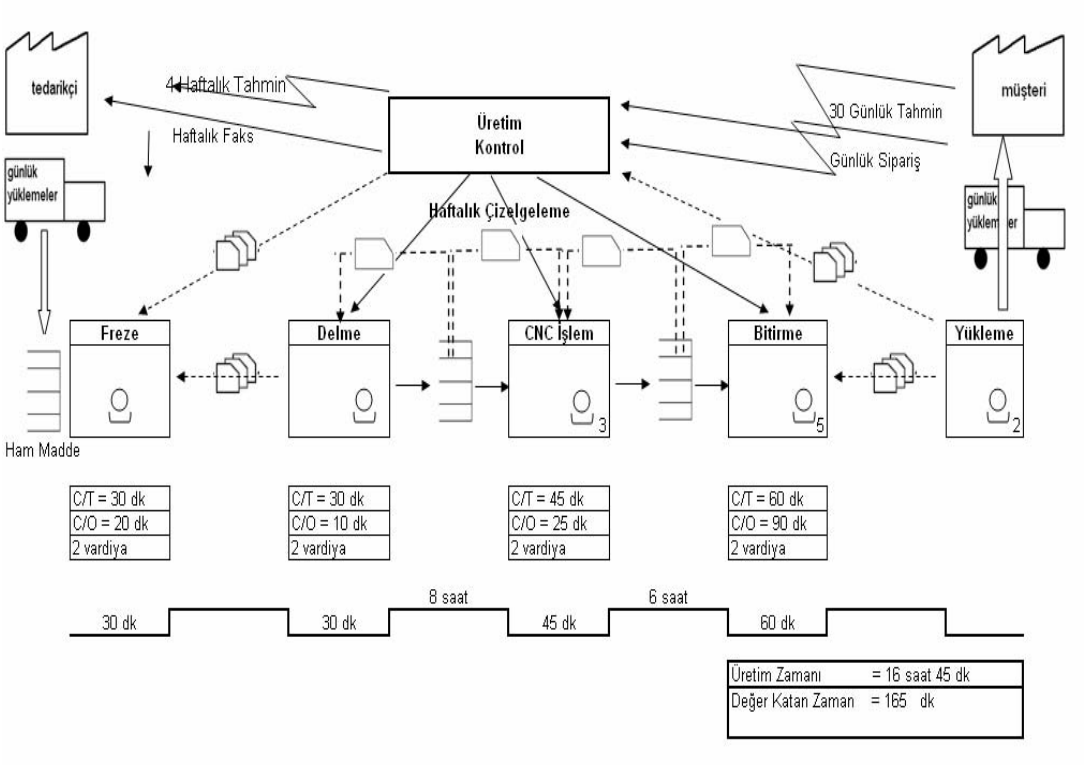
Talep büyümesi haritalama: Zamana karşı miktarın grafiği. Gereksiz envanter, fazla üretim, bekleme grafikte gösterilebilir.

Karar noktaları analizi: Değer akışının hangi noktada çekmeden itmeye gideceğini belirler. Karar noktasının değiştirilmesi takdirinde değer akışı operasyonlarında ne gibi senaryo değişikliklerinin meydana gelebileceğini görmemizi sağlar.

Fiziksel yapı haritalama: Değer akışına genel bir bakış yapılmasını sağlar. Endüstrinin genel görünümünün tanımlanmasına, operasyonların nasıl olduğuna ve yeterince dikkat edilmeyen fakat dikkat edilmesi gereken bölgelere odaklanmaya yardım eder.

Tablo 2.1. Gelecek Durum Soruları [32].

Gelecek durum soruları:
Temel Sorular
1. Takt time nadir?
2. Üretim süper marketlere mi yapılacak yoksa doğrudan sevkiyata mı gidecek?
3. Sürekli akış prosesleri nerelerde kullanılabilir?
4. Değer akışı içersinde çekme sistemi süper marketine ihtiyaç var mı?
5. Üretimi çizelgelemek için üretim zincirindeki hangi tek nokta kullanılacak?
Heijunka Soruları
6. Karışık üretimin seviyesi nasıl belirlenecek?
7. Hangi işlerde sürekli artırmalar yapılmalı?
Kaizen Soruları
8. Hangi proses iyileştirmeleri gerekli?



Şekil 2.3. Gelecek Durum Değer Akış Haritası

2.7.2 Değer akışı haritalamanın amacı

Değer akışı haritalamasının amacı, kısa sürede gerçekleştirilecek olan gelecek durum değer akışının uygulanması ile israf kaynaklarını ortaya çıkarmak ve onları ortadan kaldırmaktır. Amaç her prosesin müşterisine sürekli akış veya çekme sistemi ile bağlandığı ve her prosesin yalnızca müşterisinin ihtiyacı olan şeyi ihtiyacı olduğunda üretmeye çalıştığı bir üretim zinciri oluşturmaktır [27].

BÖLÜM 3. YALIN ÜRETİM TEKNİKLERİ

Yalın Üretimin temel yedi adet tekniği incelenecektir.

1. TZÜ
2. KANBAN
3. SMED
4. POKA YOKE
5. 5S
6. TVB
7. KAIZEN

3.1. TZÜ (Tam Zamanında Üretim)

The American Production and Inventory Control Society (APICS) TZÜ'i şöyle tanımlıyor; Geniş anlamda bir imalat şirketinde mükemmeli başarmak için sürekli olarak israfların elimine edilmesine dayanan bir yaklaşım. Bu tanımda israf ürüne hiçbir değer katmayan her şeydir. Daha dar kapsamdaki tanımıylada TZÜ gerekli olan malzemenin gerekli olan zamanda gerekli olan yerlere taşınmasıdır. İç ve dış müşterilerin istedikleri miktardaki talebi talep edildiği anda üretmek için Kanban üretim sistemi TZÜ için en uygunudur [33].

TZÜ'in bir özelliği de kullandığı kanaban sistemi ile üretim kontrolünün yanında verimliliği geliştirici olmasıdır. Böylece ana üretim programları kesinlik kazanır, üretim süreci basitleşir, parçaların akışı düzgünleşir, kalite artar ve hazırlık süreleri düşer [34].

Üretim ve yönetimde yeterince iyi, kabul edilebilir ve optimum gibi statik kavramlar yerine sıfır hata, sürekli iyileştirme ve mükemmellik arayışlarını esas alan, pazar

koşullarına uyumlu tasarım, çalışanların katılımı, tam zamanında üretim uygulamalarını içerir [35].

TZÜ üretim yapabilmek için bir sürü işleminde aynı zamanda yapılması gerekir, bu işlemler ; kademeli ana çizelgeleme, küçük parti üretimi, hazırlık zamanı düşürme, çok becerili işçilik, TZÜ saha yerleşimi , mükemmel kalite, tedarikçi ilişkileri gibi. Mükemmel TZÜ sistemi organizasyon, insan kaynakları yönetimi, kalite yönetimi, bilgi sistemleri, teknoloji geliştirme ve imalat stratejileriyle çok iyi ilişkilerde olmalıdır [36].

3.1.1. Tam zamanında üretimin temelleri

Ürünleri ekonomik üretime yönelik olarak tasarlamak için temin edilebilen üretim araçları ve süreçleri göz önünde bulundurulmalıdır. İmalat akışını kolaylaştırmak ve işyeri düzenlemesi yapmak için, işyeri düzenlemede malzeme hareketlerini en aza indirecek veya ortadan kaldıracak değişiklikler yapılır. Çalışanların katılımını sağlayacak programlar oluşturulur. Doğru veriyi elde etmeye yönelik çalışmalar yapılır. Çok fazla kopyalanmış rapor zamanla güncelliğini yitireceğinden ve karar verme aşamasında geçersiz hale geleceginden kağıt çalısması azaltılır. Iskarta azaltılır. Bütün alanlarda sürekli gelişme sağlanmaya çalışılır. İhtiyaçtan fazla stoğu da ortadan kaldırmak gerekir [35].

3.1.2. Tam zamanında üretimin özellikleri

Tam zamanında üretimin özellikleri şöyle sıralanabilir [37] :

- Operasyon sırasına göre dizilmiş makinalar
- Küçük ve ucuz teçhizat
- Tek parça akış üretimi
- Çok yönlü iş gücü
- Kolay devreye alına bilen/çıkartılabilen operasyonlar
- U tipi hücresel yerleşim planları
- Takt zamanına göre tempolandırılmış üretim
- Tanımlı standart operasyonlar

3.1.3. Tam zamanında üretim yaklaşımları

TZÜ, başarılı olabilmesi için, üç ayrı yaklaşım olarak ele alınmalıdır.

TZÜ'de kanban tekniği, üretimin başlamasını ve parçaların doğru miktarda, doğru zamanda, doğru yerde olmasının da yardımı ile malzeme akışlarını kontrol eder.

Kanban uygulamasının mümkün olmasını sağlamak için, öncelikle yapılması gereken ürün ve üretim proseslerine yönelik teknikler dizisinin uygulanmasıdır. Teknikler, kanban sistemini ve TZÜ üretiminin kullanımını tesis etmek için, üretim sisteminin tasarımını, pazarlama konularının belirlenmesini, satışları, ürün tasarımını, proses mühendisliğini, kalite mühendisliğini, tesis yerleşimini ve üretim yönetimini kapsar.

Üçüncü ve en temel aşama ise, ortaya konulan TZÜ üretim sisteminin tasarımı ve planlaması ile TZÜ'nün gerçekleştirilmesiyle ilgili üretim felsefesidir. Bu en önemli faktör olmasına karşın, en az anlaşılan faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

TZÜ felsefesi, uygulamaya geçirildiğinde kanban sisteminin kullanımını tesis eden ve TZÜ sisteminin temelini oluşturan temel üretim stratejilerinin bir kümesidir.

3.1.4. Tam zamanında üretim yaklaşımının ana unsurları

TZÜ felsefenin ürün ve üretim sistemlerinin tasarımı için temel unsurları aşağıdaki gibi belirlenebilir.

Pazar talebine göre uygun ürün tasarımını gerçekleştirmek; bunun sonucunda da ürün hayat çevrimlerini büyük ölçüde kısaltmak ve ürün tasarım aşamasında çıkabilecek üretim hatalarını önceden görebilmek.

Önemli üretim hedefleri doğrultusunda ürün ailelerini belirlemek ve üretim sistemlerini, söz konusu ürün ailelerinin akışlarını kolaylaştıracak şekilde tasarlamak. Hammadde ve diğer parçaların tam zamanında teslim alınabilmesi amacıyla, uygun tedarikçilerle ilişkileri geliştirmek [38].

3.1.5. Tam zamanında üretim yaklaşımının hedefleri

İsrafı ortadan kaldırmak; müşteriye hizmet veya ürüne doğrudan değer eklemeyen tüm faaliyetleri en az düzeye indirmek anlamındadır. Her türlü israfın kaynağı ise stoklardır. Bu bağlamda üretimin her aşamasındaki stoklar (hammadde, ara mamul, mal stokları) ile kalitesizlik en temel israf unsurları olarak azaltılmalıdır [39].

TZÜ felsefesini diğer klasik sistemlerden ayıran farklı ve yeni olan taraf bu felsefenin üretim ortamındaki problemleri kapatmak ve olumsuzlukları azaltmaya çalışmak yerine problemlerin temeline inerek çözümlemek için sürekli çaba harcamasıdır [40].
TZÜ Hedefleri aşağıdaki gibi sıralanabilir [38] :

1. Sıfır Hata
2. Sıfır Stok
3. Sıfır Hazırlık Zamanı
4. Sıfır Temin Zamanı
5. Sıfır Taşıma

3.1.6. Tam zamanında üretimin avantajları ve yararları

İlk akla gelen ve hemen sayılabilecek yararları; Parti üretim miktarlarının düşürülmesi, düşük envanter, geliştirilmiş kalite, az israf ve tekrar işlem, gelişmiş motive, artan verimlilik, artan esneklik, tesis yerleşiminde daha az alan ihtiyacı, azaltılmış imalat maliyeti, kısa üretim zamanı ve gelişmiş problem çözme teknikleri olarak gösterilebilir.

Tesisde daha az alan ihtiyacı; Makine fonksyonundan ziyade proses akışına göre düzenlenmiş hücre imalatları ile donanmış araç ve gerçler. Çoklu işlemlere göre yerleşim değişiklikleri. İş kontrol araçlarının tam kapasite kullanımı gibi avantajlar sağlar.

Geliştirilmiş kalite ; Poka-Yoke gibi tekniklerin kullanılması. Operatörlerin işi yaptıkları sırada %100 kontrolden geçirerek yapmaları. Parçayı yapan operatör parçanın kalitesinden sorumludur. Hatayı bulmak için harcanan zamanın en aza indirilmesi. Hatanın tanımlanmasından ziyade hatanın nedeninin bulunması ve ortadan kaldırılması gibi kalite yönünden faydaları vardır ve ayrıca kabul edilebilir hata düzeyi her zaman sıfır kabul edilir [41].

3.2. Kanban

Tam Zamanında Üretim'in gereklerinden birincisi iş merkezlerinin ne zaman ve ne miktarda parça üretecekleri konusunda bilgi sağlanmasıdır. Geleneksel üretim sistemlerinde bu gereksinim, hazırlanmış iş emirlerinin tüm iş merkezlerine gönderilmesi yolu ile karşılanır. İtme Üretim Kontrol Sistemi her iş merkezinin bir sonraki işlemin parçayı ele alıp almayacağını düşünmeksizin parçaları sonraki iş merkezine göndermesi mantığına dayanır. Bu da genellikle stok birimlerine neden olmaktadır [42].

Buna karşın 1953 yılında Taichi Ohno tarafından Toyota Motor Şirketi'nde Çekme Üretim Kontrol Sistemi, uygulanmaya başlamıştır. Taichi Ohno, Amerika'daki süpermarketlerdeki malzeme akışından esinlenerek bu sistemi geliştirmiştir [43].

Kanbanda üretimin son aşamadaki miktar tarafından başlatılır ve her ara aşamalarda bir sonraki sitem bir önceki sistemin müşterisidir. Böylelikle sistem kendi kendini kontrol eden bir mekanizma olarak müdahele gerektirmeden çalışan bir çevrim haline gelir [44]. Tabi burada unutulmaması gereken taleplerdeki dalgalanmaların veya ani değişikliklerin sistemde müdahele gerektirdiğidir.

Üretimdeki iyileştime pazardan başlar. Kanban uygulamasındaki anahtar faktörlerden biri üretime müşterinin sesini yerleştirmektir. Böylece müşterinin sesi son olarak oluşacak ürünü tanımlamış olacaktır. Bitmiş ürün stoğunu ortadan kaldırmak için imalat oranı pazardaki talep oranına eşit olmalıdır ve yarı mamul stoğunu ortadan kaldırmak içinde müşterinin sesini imalattaki her yere eşit olarak dağıtmak gerekir.

Buna karşılık kanbanın bazı firmalar için sıkıntı meydana getirği durumlarda vardır. Mesela teslim etme zamanı üretim zamanından daha uzun olan firmalar ve ayrıca müşteri talepleri anlaşmalar imzalandıktan sonra bile sıklıkla değişebilen firmalar için bu durum geçerlidir [45].

3.2.1. Çekme sistemi

Tam zamanında üretim sadece belirli parçaların gerekli olduğu miktarlarda ve gerektiği zaman üretilmesi olarak tanımlanmaktadır. Üretimi tam zamanında gerçekleştirmenin ön koşulu ise tüm süreçlere ne zaman ve ne miktarlarda üretim yapacaklarını zamanında bildiren bir bilgi sisteminin kurulmasıdır. TZÜ ortamında bu işlevi gerçekleştiren sistem kanban sistemidir. Kanban sistemi TZÜ ortamında malzeme hareketlerinin kontrolü ve bu bağlamda üretim etkinliklerinin planlanması amacıyla kullanılabilen yeni bir üretim kontrol yaklaşımıdır. Üretim kontrol sistemleri çeken sistemler ve iten sistemler olarak iki grupta sınıflandırılabilir. Klasik sistemler iten sistemlerdir; üretim ve envanter kontrolü tahmin edilen talep değerlerine dayanır. Bu değerlere göre üretim çizelgesi saptanır. Zaman içinde bu çizelge dikkate alınarak üretim yapıldığı için iten sistemler, çoğu kez çizelgeye dayalı sistemler olarak adlandırılır. İmalatçıların çoğu talep tahminlerine dayanarak üretim çizelgelerini hazırlamaktadırlar. Bu iş emirlerine göre işler atölyeye verilir, işler öncelik sırasına göre iş merkezlerinde işlenir. Parçalar imal edilir ve gerekli olduğu bir sonraki atölyeye veya stoğa gönderilir. Böylece malzemeler çizelgeye göre üretim boyunca itilirler. Bu ortamda üretim süreçleri daima bir sonraki sürecin ihtiyacını karşılayacak şekilde üretim yaparlar. Ancak bu durumda üretim süreçlerinin birinde oluşan bir sorunda yada talepteki dalgalanmalardan kaynaklanan değişikliklere hızla uyum sağlamak kolay değildir, üretim hızının değişiklikler doğrultusunda uyarlanabilmesi çizelgelerin revize edilerek ilgili birimlere yeniden gönderilmesini gerektirir. Bu tür düzenlemeler oldukça çok zaman almalarından dolayı iten klasik sistemlerde üretimin sürdürülebilmesi için yüksek ara stoklarla çalışmak kaçınılmaz olmaktadır. Çekme sisteminde ise sonraki proses bir önceki prosesin deposundan , sadece kullanıldığı hız, miktar ve zamanda parçaları talep eder ve çeker. Bu nedenle çekme sistemleri olarak adlandırılırlar. Tam zamanında üretim sistemleri çekme sistemleridir. Çekme sistemlerinde , üretim çizelgesi sadece son

üretim çizelgesine gönderilir. Hangi ürünün ne zaman ve ne miktarda üretileceğinin sadece son süreç tarafından bilinmesi, bu sürecin önceki süreçlerden sadece kendi kendisine gereken parçaları çekmesini sağlayacaktır. Diğer taraftan bir sonraki sürecin parça çekimi olmadan bir önceki proseste üretim yapılmayacak, sonuç olarak her proses kendisinden sonra gelen proseslerin taleplerini karşılamak üzere tam zamanında üretim yapacaktır.

Sonraki üretim süreçlerini önceki süreçlerden sadece gerekli zaman ve gerekli miktarlarda parça çekmesi süreçler arasında oluşan ara stokların ve ara stok düzeyinde oluşan dalgalanmaların minimize edilmesini sağlayacaktır. Çekme sistemlerinde, merkezi planlama sistemlerindeki, tüm süreçlere üretim çizelgesi gönderilmesi uygulaması yerine çizelgelerin sadece son üretim sürecine gönderilmesi ve son süreçten geriye doğru çizelgeleme kanbanlar aracılığı ile yerine getirilmesi pazar koşullarındaki değişmelerin anında ve kolaylıkla üretim sistemine yansıtılmasını sağlayacaktır. Çeken sistem olarak tanımlanan tam zamanında üretim sistemlerinde kullanılan üretim kontrol aracı kanban sistemidir. Bu ortamda son üretim aşaması dışındaki süreçlere üretim çizelgesi gönderilmemekte son aşama dışındaki diğer üretim aşamalarına çizelge bilgileri kanban aracılığıyla iletilmektedir. Bu sistemde hangi parçadan ne kadar üretileceği kanban adı verilen kartlar üzerinde belirtilmiştir [46].

3.2.1.1 Çekme sistemi avantajları

Çekme, sonraki aşamalarda yer alan müşteri istemeden, önceki aşamalarda hiçbir şekilde ürün veya hizmet üretilmemesidir. Çekme düşüncesinin mantığını iyi anlayabilmek için, belli bir ürün için yapılan müşteri talebinden başlayarak, ürünün müşteriye ulaşmasına kadar geçen tüm aşamaları geriye doğru incelemek gerekmektedir. Seri üretimde, departmanlar içinde büyük partiler halinde gerçekleştirilen üretimden, ürün ekipleri ve akış sistemine geçildiğinde, bu geçişin gözle görülür ilk etkisi, toplam geçiş süresindeki küçümsenemeyecek orandaki azalmadır. Bu azalma, kavramdan fiil gerçekleşmeye, satıştan teslimata ve hammaddeden müşteriye uzanan toplam geçiş sürelerinde gerçekleştirilmiştir. Akış ilkesi uygulamaya konunca, tasarımı için yıllarca çaba harcanması gereken ürünler,

birkaç ay gibi kısa bir sürede geliştirilebilmekte, günlerce süren sipariş alma işlemleri birkaç saatte bitirilebilmekte, fiziksel tamamlanma süresi ise hafta veya aydan, dakika veya güne inebilmektedir. Bir işi bitirme zamanı, ürün geliştirme sürecinde yüzde elli, sipariş işlemlerinde yüzde yetmiş beş ve fiziksel üretimde yüzde doksan oranlarında azaltılmıştır. Ayrıca, yalın sistemler, üretimdeki tüm ürünleri her türlü kombinasyonda üreterek, talepteki değişmelere anında uyum sağlayabilmektedir. Bu sistemde, satış tahminleri işlemi tümü ile bir yana bırakılıp, sadece müşterinin istediği şeylerin üretimine ağırlık verilmektedir. Müşterinin istediği şeyler, istediği anda tasarlanmakta, çizelgeleme ve imal edilme işlemleri çok hızlı bir biçimde gerçekleştirilmektedir. Müşteriye istemediği ürünlerin itilmesi yerine, müşteri istediğinde ürünün çekilmesi esas alınmaktadır. Müşterilerin, beklentilerinin tam olarak karşılanacağından emin olmaları, üreticilerin de, kimse istemediği için stoklarda kalmış ürünlerini elden çıkarmak için indirim kampanyaları yapmaktan vazgeçmeleri durumunda, talep çok daha istikrarlı bir yapıya kavuşacaktır [47].

Çekme sistemleri proses içi stoğun istenmeyen birikimini, yani işlerin gereksiz yere başlatılmasını, problemler ve hatalar çıkmadan önce çok sayıda hatalı parçanın ortaya çıkmasını engelleyen yöntemlere sahiptir. Oysa itme sistemlerinde, üretim hızı ve stok düzeyini tüm durumlar için incelemek ve takip etmek zor olduğundan, süreçler arasında emniyet stoklan tutulmakta ve üretim çizelgesi bu stokları da içerecek şekilde hazırlanmaktadır. Başka bir deyişle meydana çıkacak hatalı veya eksik parçalan karşılamak amacı ile emniyet stoklarının tutulmasına razı olunmaktadır.

3.2.2. Kanban sisteminin uygulanması

Kanban sistemi, bir dizi kartla süreçler arası bilgi akışını sağlayan bir sistem olarak yorumlanırsa, birçok işletme mevcut koşullarda bir kanban sistemine sahip olduğunu iddia edecektir. Bugün pek çok işletmede, süreçler arasında bilgi alış verişi ile buna bağlı olarak malzeme alış verişini sağlamak amacıyla malzeme ile birlikte hareket eden bir kart sistemi zaten vardır. Ancak, bu uygulamaları kanban sistemi olarak nitelemek olanaksızdır. Çünkü bu sistemler iten kontrol sistemleri çerçevesinde

kullanılmaktadır. Oysa kanban sisteminin ayırt edici özelliği, çekme sistemi ortamında kullanılıyor olmasıdır. Bu durumda, kanban sisteminin tam zamanında üretim sisteminden bağımsız olarak pek bir anlam ifade etmediği ve ancak çeken sistemler için bir kontrol aracı olduğu söylenebilir.

TZÜ uygulamalarında, kanban sistemine geçiş aşamalı olarak gerçekleştirilmesi gereken bir projedir. Öncelikle üretim hattı üzerinde bazı süreçlerde ve ortaklığı çok-kritikliği az olan parçalar bazında kanban uygulamalarının başlatılması gereklidir. Ancak kanban uygulamasına geçmeden evvel bazı çalışmalar yaparak alt yapının hazırlanması başarı için ön koşuldur. Bu anlamda yürütülmesi gerekli çalışmalar aşağıda verilmiştir [46] :

- Yan sanayi ile karşılıklı güven ve işbirliğine dayanan ilişkiler çerçevesinde satın alma sisteminin yeniden düzenlenmesi
- Üretim planlama sisteminin kurulması ve üretim hızının zaman boyutunda dengelenmesi
- Üretim ön sürelerinin kısaltılması
- Tezgah hazırlık işlemlerinin ve buna bağlı olarak tezgah hazırlama zamanlarının kısaltılması
- Üretim işlemlerinin standardizasyonu
- Süreçlere ilişkin yerleşim planlarının hazırlanması
- TZÜ sistemini diğer geleneksel yaklaşımlardan ayıran sürekli gelişme öğesine ilişkin gerekli alt yapının hazırlanması
- Toplam kalite yönetimi ilkeleri doğrultusunda, güvence ağırlıklı, sıfır hata hedefli ve tüm çalışanların sorumluluğunda bir kalite sisteminin kurulması
- TZÜ sisteminin örgüt yapısına uyarlanması sonucu geliştirilen işlevsel yönetim modeli ile ilgili çalışmaların yapılması

3.2.3. Kanban sisteminin bileşenleri

Bir Kanban Sistemi oluşturabilmek ve çevrimini sağlayabilemk için gerekli olan en temel bileşenler şöyledir;

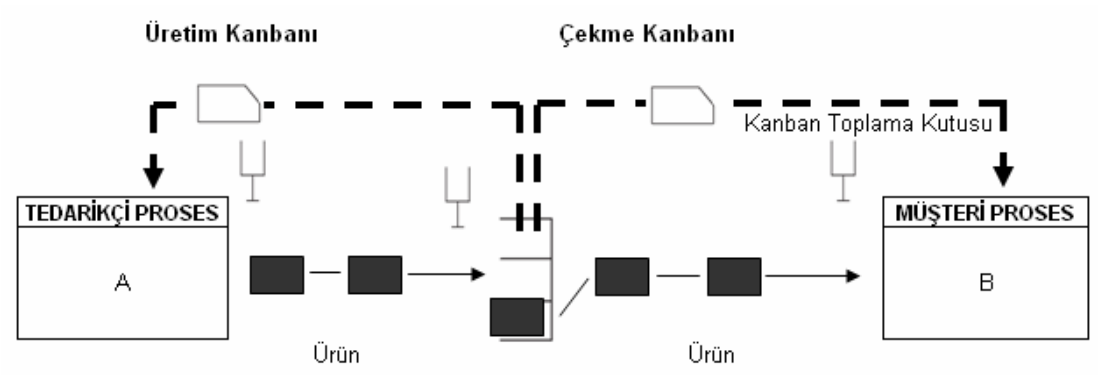
- Kanban Kartları
- Kanban Toplama Kutuları
- Water-Spider (Malzeme ve kart taşıyan elemanlar)
- Süpermarket (Mazleme Stok Deposu)
- Hei-Junka Kutusu (Üretim Planlama aracı)

3.2.4. Kanban temel çalışma prensipleri

Kanban kart çevrimini sağlayabilmek ve çekme sistemine göre üretim yapabilmek için adımlar [48] ;

1. Adım: Son montaj hattında imalat atölyesinden gelen parçaların içinde bulunduğu paletlerin her birinin üzerinde, parçanın ne olduğunu, hangi ürün modeline ait olduğunu, palet kapasitesini ve paletlerin hangi atöyeden geldiğini belirten bir çekme kanban kartı bulunmaktadır. Parçalar paletlerden alınıp ürüne, monte edildikçe ve her bir palet boşaldıkça, üzerindeki çekme kanbanları çıkarılıp bir çekme kanbanı kutusuna yerleştirilir.
2. Adım: Bu kutudaki çekme kanbanları önceden belirlenmiş bir sayıya ulaşınca, önceden belirlenmiş bir zamanda, montaj hattındaki bir işçi boşalmıs paletlerle birikmiş kanbanları alıp, bir forkliftle imalat atöyesine gider.
3. Adım: Bu atöyede ilk iş olarak getirdiği boş paletleri belli bir yere bırakır. Daha sonra o atöyede yine belli bir yerde hazır beklemekte olan işlenmiş parça paletlerine yönelir. Burada elindeki kanban sayısı kadar paleti alır ve forklifte yerleştirir.
4. Adım: Bu arada, aldığı her bir parça paletin üzerinde yine parçanın ne olduğunu, hangi ürün modeline ait olduğunu, hangi işlem sürecinden geçtiğini, palet kapasitesini belirten bir üretim kanbanı bulunmaktadır. Paletleri forklifte yerleştirirken üretim kanbanlarını çıkarır, ve her birinin yerine beraberinde getirdiği ve o üretim kanbanına karşılık gelen bir çekme kanbanı iliştirir. Elindeki çekme kanbanlarının tümü bitene kadar bu işlemi sürdürür.
5. Adım: Paletlerden çıkardığı üretim kanbanlarını imalat atölyesinde bekleyen bir üretim kanbanı kutusuna yerleştirir. Sonuç olarak çektiği parça paleti kadar üretim kanbanı bu kutuya konmuş olur.

6. Adım: Dolu parça paletlerini alıp tekrar montaj hattına döner ve bu durumda montaj hattında 1. adımdaki devir yeniden başlamış olur.
7. Adım: İmalat atölyesinde ise üretim kanbanları kutularda belli bir sayıya ulaşınca ya da önceden belirlenmiş bir zamanda bu atölyedeki bir işçi üretim kanbanlarını alır ve o atölyede o an birikmiş üretim kanbanları kadar ve değişik ürünlere ait olabilecek bu kanbanların kutudaki sıralamasına da aynen uyularak tekrar üretime geçilir.



Şekil 3.1. Kanban Temel Çalıışma Prensibi

3.2.5. Kanban kart çeşitleri

Kanban Kartlaının genel olarak içerdiği bilgiler şöyledir:

- Parça/Malzeme numarası
- Tanım, resim veya örnek
- Parça/malzemenin temin edildiği tezgah/proses
- Taşıyıcı/kasa/palat kapasitesi
- Kanban kart sayısı
- Teslim zamanı
- Özel talimatlar

Temelde üretim ve çekme kanbanı olmak üzere iki çeşit kanban vardır.

Üretim Kanbanı :

- Üretim Kanbanı (yığın halinde üretim yapmayan prosesler için) : Prosesde hangi üründen ne kadar üretilecek sorusuna cevap verir. Prosese üretime geç emrini verir.
- Sinyal Kanbanı (yığın halinde üretim yapan prosesler için) : Parti üretimin yapılması gereken yerlerde, uzun set-up ların söz konusu olduğu yerlerde kullanılır.

Çekme Kanbanı :

- Prosesler Arası Çekme Kanbanı : Müşteri prosesin tedarikçi prosesten çekeceği ürünün cinsi ve miktarı belirlenir.
- Tedarikçi Kanbanı : Yan sanayiden parça veya hammadde çekişi için kullanılır.Parçanın tedarikçiden çekilebilmesi için gerekli bütün bilgileri içerir.

3.2.6. Kanban nerelerde uygulanabilir

Akışın sağlanamadığı ve parti halinde üretimin gerekli olduğu yerlerde,

- Çevrim sürelerinin çok farklı olduğu
- Farklı ürün guruplarına dönüşlerle hizmet veren
- Dış tedarikçide gerçekleştirilen
- Çok uzun akış süresine sahip veya güvenilirliği çok düşük

olan proseslerde uygundur.

3.2.7. Kanban nerelerde uygun değildir

Kanban sisteminde süpermarkette her tip üründen belli miktarda stok gerekir.
Bazı durumlarda bunu gerçekleştirmek uygun değildir;

- Çok çeşitlilikte, özel parçaların üretiminde
- Parçaların raf ömürlerinin kısa olduğu durumlarda
- Parça maliyetlerinin yüksek olduğu yerlerde

3.2.8. Kanbanın avantajları

Kanbanın avantajları şöyle sıralanabilir [49] :

- Bilgi akışı ve ürün birlikte ele alınır
- Ayrı bir stok yönetimi gerektirmez
- Görsel kontrole imkan sağlar
- Fabrika üretim operasyonları ve ara stoklar birlikte yönetilir
- Hızlı ve doğru bilgi akışı sağlanır
- Değişimlere hızlı cevap verebilmeyi sağlar
- Fazla üretimi engeller
- İsrafların en aza indirilmesini sağlar
- Sorumluluğu çalışan operatörlere verir

3.3. Bir Dakikada Kalıp Değişimi (SMED)

Stoklu çalışmayı savunan kişilerin ortaya koydukları en büyük mazeret, kalıp değiştirme ve ayar sürelerinin oldukça uzun olması olarak gösterilmektedir. Çünkü kalıp değiştirme ve ayar süreleri uzadıkça stok miktarının arttırılması gerekir ki makineden alınan verim yüksek, birim parça başına maliyet düşük olsun. Pek çok işletmede ayar süreleri değişmez bir veri olarak algılanır ve tüm ayarlamaların bazen yarım gün sürmesi bu konunun yalın üretim önündeki en büyük engellerden birinin olduğunun en büyük kanıtıdır. Çünkü ayar süresi ne kadar uzun ise stok miktarı da o kadar fazla olmak durumundadır. Dolayısıyla yalın üretimi verimli bir şekilde uygulayabilmek için öncelikle kalıp değiştirme sürelerinin ve ayar sürelerinin süratle minimize edilmesi gerekmektedir. Hedef hep en mükemmele ulaşmak olduğu için bu sistemin adı bir dakikada kalıp değiştirmedir. İngilizce karşılığı Single Minute Exchange of Dies olarak geçmektedir (SMED). Japon uzmanlar makinanın cinsi ne olursa olsun bazı ilkeleri uygulayamak suretiyle bir dakika hedefinin her şartta sağlanabileceğini ortaya koymaktadırlar [50].

Hazırlık sürelerinin kısaltılması, hızlı takım ve tertibat degiştirmeyi gerektirir. Bunun sonucunda, imalat temin süresi kısalır ve daha az envanter, daha az stok alanı ve

envanterde tutulan ürün için daha az depolama ömrü gibi faydalar sağlanır. Hazırlık sürelerinin kısaltılması ayrıca, küçük partiler halinde çalısmayı da gerektirir. Böylece talep degisimlerine karşı esneklik sağlanır. Hazırlık sürelerinin kısaltılmasıyla, süreç içi stoklar ile bunlar için gerekli alan ihtiyacı azalır ve buna bağlı olan üretim hataları en aza indirgenir [35].

Değişim zamanlarının azaltılmasında çalışma ekibinin de bilmesi gereken önemli noktalar vardır, değişim zamanlarında sağlanacak kazanç, işçi sayısını azaltmak yada daha yüksek miktarda üretime ulaşmak için değil, kazanılan zamanla daha fazla sayıda değişim gerçekleştirerek üretim parti büyüklüğünün azaltılmasıdır [51].

Bir dakikada kalıp değişimi, bir partinin son parçasının üretimi ile, bir sonraki partinin ilk hatasız parçasının üretimi arasında geçen süredir. SMED parça, alet, edevatın toparlanması, parçaların değiştirilmesi, yerleştirme, ayarlama unsurlarından oluşur. SMED'in kısaltılması model değişikliklerini en az zamanda gerçekleştirilmesini sağlayan TZÜ üretimin gerçekleşmesinde büyük katkısı olan bir yalın üretim tekniğidir. SMED süreleri daha sık model dönüşü, daha ufak parti büyüklükleri, daha kısa geçiş süreleri, üretim içi daha az stok, yüksek rekabet gücü gibi nedenlerle kısaltılır [37].

3.3.1. SMED'i uygulayabilmek için bazı teknikler

Fabrikalarda, SMED yaklaşımı ile ilk çalışmalara başlandığında mevcut durumun gözden geçirilmesi ve iyice etüd edilmesi gerekmektedir.

SMED'in ilk kademesi olan iç ve dış setupların birbirinden ayrılabilmesi için kullanılan bazı teknikler şöyledir;

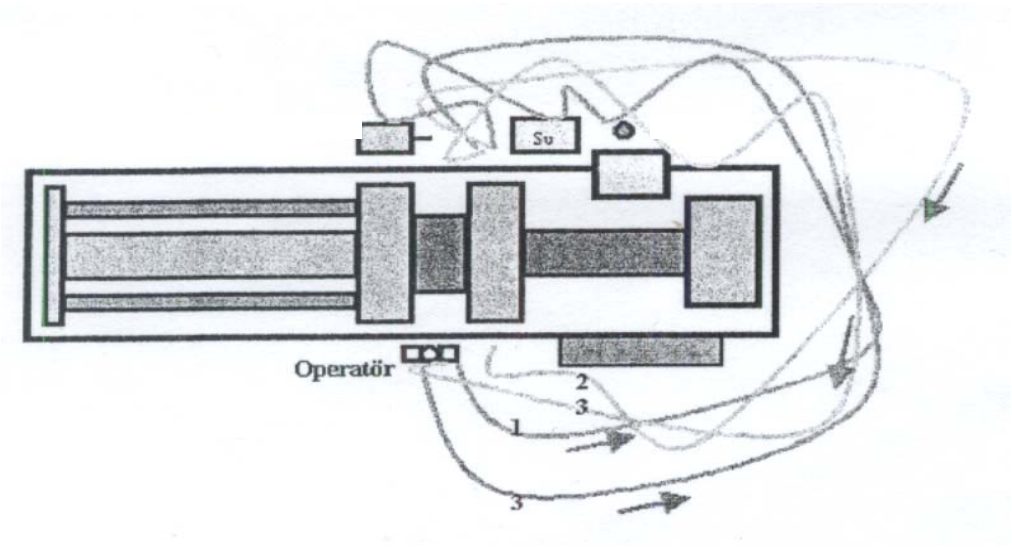
Yerleşim Düzeninin Hazırlanması :

Geliştirme çalışması üzerinde çalışılacak makina, kalıp/techizat parkı, forklift/caraskal güzergahlarını gösteren ölçekli, basit bir yerleşim planının çizilmesi demektir.

Spagetti Diyagramı :

SMED çalışması başlangıcında yapılarak el altında bulundurulması gereken diğer bir diyagram da spagetti diyagramıdır.

Üzerinde çalışılan makinanın üstten görünüşüne ve yakın çevresine odaklanmış bir lay-out çiziminde makinada değişimi gerçekleştiren operatörün gidip gelmeleri diyagram üzerine işlenir. İşin bitiminde çok fazla görülecek gidip gelmeler diyagrama bir spagetti tabağı görüntüsü verecektir. Sonradan yapılacak iyileştirme faaliyetlerinde büyük çoğunluğu israf olan bu gidip gelmelerden kurtulunur.



Şekil 3.2. Spagetti diyagramı

Setup için lazım olan araç gereçlerin uygun yerlerde bulundurulması ile operatör hareketlerindeki spagetti görüntüsü ortadan kaldırılabilir.

Araç Gereçlerin Setup Öncesi Hazır Edilmesi :

Set-up iyileştirilmesi için bir değişim süreci izlenildiğinde, operatörlerin önemli bir süreyi setup içerisinde gerekli aletleri bulmak için kaybettikleri farkedilecektir.

Ayrıca setup sonrasında bazı tersliklerin de oluşabileceğini, örneğin, yalama olmuş bir hortum kelepçesinin yenisini bulabilmek için ambara yapılan küçük turların çok alışılmış vakalar olduğu bilinir.

Setup sırasında kullanılacak tüm takımlar bir pano üzerine gölgeleri işaretlenerek asılabilir. Gölgelerinin işaretlenmesi ile takımlardan birinin eksikliği kolayca farkedilir. Setup için gerekli araç ve gereçler tespit edildikten sonra bunların bir kontrol listesine yazılması düşünülebilir [52].

3.3.2. Temel SMED uygulama şekli

Hazırlık zamanı için gerekli verileri kaydetmek ve analiz etmek için sistematik bir yaklaşım kullanılmaktadır. Tüm hazırlık işlemleri video kaydına alınmakta ve sonra tek tek operasyonlara ayrılmakta ve her operasyon analiz edilmektedir. Operasyonları elimine etmek veya birleştirmek veya operasyonları dışsal zamana transfer etmek amacı ile çözümler araştırılmaktadır. Bu araştırma sırasında, hazırlık ekip üyeleri, makina operatörleri, makina atölye nezaretçileri ve diğer katılımcılardan gelen fikirler, tartışılmakta, eleştirilmekte, değerlendirilmekte, test edilmekte, değiştirilmekte ve sonuçta kabul veya reddedilmektedir. Aynı zamanda, çözüm maliyetleri tahmini zaman düşürme ile karşılaştırılır ve değerlendirme yapılır. Bu zaman azaltmaları ve gelecekteki sonuçları tahmin etmekte basit PC tabanlı araçlar kullanılabilmektedir. Bu sonuçlar kullanılarak, her hazırlık çalışması; yönetimin takip etmesi ve çözümün her zaman geçerli olabilmesi için kısa bir rapor şeklinde özetlenmektedir. Daha sonra geçerli çözümler, uygulanmakta ve sonuçlanan iyileştirmeler ölçülmekte ve gerektiğinde her çözüm için değişiklikler yapılmaktadır [53].

3.3.3. SMED uygulama adımları

SMED tekniği çok basit temellere dayanmaktadır. Shingo, öncelikle kalıp değişimi operasyonlarını içsel ve dışsal operasyonlar olarak ikiye ayırmıştır [54] ;

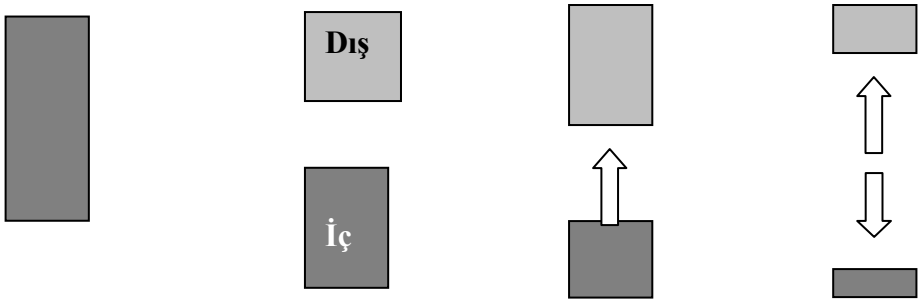
1- İçsel Operasyonlar, ancak makine dururken yapılabilecek operasyonlarıdır. Kalıbın makineye bağlanması, sökülmesi gibi aşamalar.

2- Dışsal Operasyonlar, yapılması için makinenin durması şart olmayan operasyonlardır. Eski kalıbın götürülmesi, yeni kalıbın getirilmesi buna verilebilecek örneklerdendir.

Smed'in kademelerine bütün olarak göz atacak olursak;

Tablo 3.1. Smed kademeleri

SMED Öncesi	1. Kademe	2. Kademe	3. Kademe
İç ve dış setup birbirinden ayırdedilebilmiştir.	İç ve dış setup birbirinden ayrılır.	İç ve dış setup'a dönüştürülür.	Setup'ın bütün operasyonları tek tek ele alınarak iyileştirilir.



SMED yaklaşımı genel olarak önemli bir yatırım gerektirmeksizin, sadece probleme (çabuk model değiştirmeme) bakış tarzımızı değiştirerek elde edilebilecek büyük bir gelişmedir. Yine de 1. ve 2. Kademelerde hemen hemen hiçbir yatırım gerekemezken, 3. Kademede bazı özel techizat ve araçların satın alınması gündeme gelebilir.

İç ve Dış Setup'ın Birbirinden Ayırılması, İç Setup'ın Dış Setup'a Dönüştürülmesi;

İç setup şöyle tanımlanabilir: Eski kalıbı sökmek ve yerine yenisini takarak üretime başlamak ki, bu süre içerisinde makinanın durdurulması, üretime ara verilmesi kaçınılmazdır.

Dış setup ise: Makina çalışırken, üretime devam edilirken de yapılabilecek faaliyetlerdir. (bağlanacak kalıbın getirilmesi, sökülen kalıbın temizlenmesi, bakımı ve raftaki yerine taşınması).

1. Kademe İç Setup'ın Dış Setup'tan Ayrılması

SMED'in birinci kademesinde iç ve dış setup'lar birbirinden ayrılmaktadır. Daha sonra dış setup'a ait işlerin setup öncesi bitirilmiş olmasını sağlanır. Önemli bir harcama gerektirmeyecek birinci kademede yoğun gözlemlerle işe başlanır. Burada ünlü Taiichi Ohno'nun sözünü hatırlamakta fayda vardır."Standartların olmadığı yerde gelişme olmaz".

O halde, ne kadar kötü olursa olsun, kalıp değiştirme süreci izlenmeli ve bir kalıp değiştirme talimatı hazırlanmalıdır. Setup sırasında ihtiyaç duyulabilecek tüm araç, gereçler ve malzemenin bir listesi yapılmalıdır.

Makina üzerinde bağlanacak techizat ile ilgili her türlü verinin;

- Techizatın ismi, numarası,
- Özellikleri,
- Üzerindeki kesiciler, zımbalar ve diğer parçaların tam listesi,
- Basınç, sıcaklık ve diğer ayar parametreleri,
- Boyutlara ile merkezlemeye ilişkin ölçü ve referansların tespit edilip kayıt altına alınması faydalı olacaktır.

İç setup'ı dış setup'tan ayırdedebilmek için setup alt adımlara ayırılarak incelenmelidir. En önce akla gelebilecek metod, elde kronometre ile yoğun iş analizi yapmaktır. Genellikle, işi çok iyi bilen bir usta veya operatörün sorgulanması önemli ipuçları verir. Yapılan gözlem ve sorgulamalardan sonra, elde edilen verilerin daha anlaşılır olması ve kolaylıkla analiz edilebilmelerini sağlayabilmek için;

Elde edilen ve görsel hale getirilen veriler, başlangıçta yazılmış olan talimat göz önüne alınarak, setup görevlilerinin de hazır bulunduğu bir oturumda incelenir. Bu aşamada, beyin fırtınası gibi problem çözme tekniklerinin kullanılması tavsiye edilecek bir unsurdur. Her bir setup operasyon adımının üzerinden gidilerek, bu adımın dış setup mı, yoksa iç setup mı olduğu konusunda karar verilmelidir.

İç ve dış setup ayırımı yapıldığında, yeni bir kalıp bağlama operasyonunda dış setup işlemlerinin setup öncesi, makina çalışırken yapılması yoluna gidilir. Setup süresi ve operasyon adımları yeniden ölçülerek raporlanır. Yeni uygulamanın eskisine nazaran daha avantajlı olduğuna karar verildiğinde, setup talimatı revize edilerek durum standartlaştırılır.

2. Kademe İç Setup'ın Dış Setup'a Dönüştürülmesi

İç setup'ı dış setup'a dönüştürebilmek için setup alt adımlarının işlevlerine bakılması gereklidir. Sonra, iç setup bileşenlerini dış setup'a kaydırabilmenin yolları bulunabilir. Dönüşüm için, bağlanacak ekipmanın çalışma rejimine hazırlanması, standartlaştırma ve ara fikstürlerin kullanılması gibi tekniklere başvurulacaktır.

- Ekipmanın Önceden Çalışma Rejimine Getirilmesi

Eskiden iç setup sırasında gerçekleştirilen, bağlanacak ekipmanın sağlıklı koşullarda dışarıdan getirilmesi düşünülmelidir.

- Fonksiyonel Standardizasyon

Üretilen parça şekline veya büyüklüğüne bakılmaksızın bütün kalıpların dış şeklinin ve büyüklüğünün aynı olması durumunda setup çok kolaylaşacaktır. Fakat bu çözüm, bazı kalıpların gereğinden büyük ve pahalı olmaları sonucunu doğurur. Böyle bir yaklaşım israftır. Halbuki, sadece fonksiyonel ölçü ve özelliklerin aynılaştırılması daha düşük maliyetle mümkündür.

3. Kademe SMED'i İç ve Dış Set-up'a Ayrı Ayrı Uygulamak

SMED'in birinci kademesinde iç ve dış set-up'lar birbirinden ayrıldı. Daha sonra mümkün olduğunca iç set-up faaliyetlerinden bir kısmını dış set-up'a kaydırarak makinenın üretim yapmadığı süre kısaltıldı. Nadirende olsa ikinci kademe sonunda SMED hedefine ulaşabilir. Fakat genelde üçüncü kademeyede başvurulması gerekir. Bu aşamada iç set-up faaliyetlerinin kısaltılması yolları aranır böylece bulunan yollarla dış set-up faaliyetleride kısaltılmış olacaktır. Bu aşamada kullanılabilecek bazı teknikler şöyledir [52] ;

- Renk faktörünün kullanılması
- Paralel operasyonlar
- Bağlantılarla ilgili çalışmalar
- Ayar işleminin ortadan kaldırılması
- Kalıplarda askeri müştereklerin tespiti
- Mekanizasyon ve otomasyon

3.3.4. SMED'in yararları

Hazırlık zamanlarının kısaltılması aşağıdaki maddelerde belirtilen tüm işleri doğrudan etkileyecektir.

1. Stoksuz çalışma mümkün hale gelir. Böylece [52-53] ;

- Sermayenin devir hızı artar
- Kapalı alan kazancı sağlanır
- Stoktaki ürünleri taşıma külfeti kalkar
- Hatalı stok ihtimali azalır
- Stoktaki ürünlerin bozulması önlenir
- Karışık üretim mümkün olur

2. Makina çevrim zamanları iyileşir, üretim kapasitesi artar
3. Setup hataları ortadan kalkar
4. Ürün kalitesi iyileşir

5. Setup sırasında iş güvenliği daha kolay sağlanabilir
6. Kesici takımların planlanması ve dağıtımı kolaylaşır
7. Toplam setup süresi kısalır
8. SMED çok düşük bir maliyetle sağlanabilir
9. İşçiler artık setup yapmaktan kaçınmazlar
10. Özel yeteneğe ve deneyime ihtiyaç kalmaz. Herkes setup yapabilir
11. Üretim geçiş süresi kısalır
12. Müşteri taleplerindeki ani değişikliklere uyumda esneklik ve hız sağlanır
13. Gözden kaçan aksaklıklar ortadan kalkar
14. "İmkansız" mümkün hale gelir
15. Üretim sistemlerinin etkinliğini ve esnekliğini artırılması
16. Yeni tutumlar ve yeni kültürlerin adım adım iletilmesi
17. İsrafın ortadan kaldırılması
18. Üretim sistemlerinin etkinliğini ve esnekliğini artırılması

SMED ile değişim sürelerinden kazanç sağlanırken çalışma etkinliği de artar. SMED sistemini adapte eden üreticiler üretim konseptinde ki değişim ve stokların elimine edilmesi ile temel stratejik avantaj sağlayacaklardır [54].

3.4. Poka-Yoke

Yalın üretime geçebilmek için olmazsa olmaz en temel koşullardan biri üretimde kalitedir. Yalın üretime göre çalışıyor olsun ya da olmasın birçok firmanın gündeminin birinci maddesini genellikle kalite konusu oluşturur. Ancak, yalın üretimi benimsemiş firmalarla konvansiyonel yaklaşımı benimsemiş firmalar arasında hedefler ve kullanılan yöntemler açısından o denli büyük farklar vardır ki, kalite kavramı çoğu firma söz konusu olduğunda adeta anlamını yitirmektedir. Gerçekten de, konvansiyonel anlayışa göre çalışan birçok firmada %1-5 arası ıskarta oranı normal karşılanırken, yalın üretimde ürün kalitesi için saptanan asgari hedef ppm (parts per million) noktasına gelinmesi, yani ıskarta oranının yüzdeler (%), bindeler, hatta on binlerle değil, milyonlarla ifade edilecek düzeye indirilmesidir. Hatta ppm bile yeterli değildir, nihai hedef "sıfır hata" (zero-defect) noktasına gelinmesidir.

Ppm'in önemi açıklanırsa, her şeyden önce, yalın üretim yaklaşımında, üretimde kalitesizliğin bir maliyeti, daha doğrusu, maliyetleri vardır. Birincisi, eğer bir firma ürünlerinin tümünün istenilen kalitede üretildiğini garanti edemiyorsa, sürekli kalite kontrol faaliyeti içinde bulunmak zorunda kalır, oysa kalite kontrol aslında ürüne hiçbir değer katmayan, tersine birçok elemanın değerli zamanını alarak işgücü maliyetini artıran bir faktördür. İkincisi, kalitesiz üretim, bazı ürünlerin hatalı çıkmaları dolayısıyla tekrar elden geçirilmelerini yani onarılmalarını gerektirir. Oysa onarım, işgücü ve amortisman maliyetini gereksiz yere artıran bir diğer faktördür. Üçüncüsü, kalitesiz üretim, üretilen pek çok ürünün/parçanın tamamıyla ıskarta edilmesi anlamına gelir. Yani, o ürünlerin/parçaların üretilmeleri ile tümüyle boşuna işgücü ve makina zamanı harcanmış demektir ki bu durumun maliyete etkisi güçlü olacaktır. Dördüncüsü ise kalitesinden %100 emin olunmayan ürünlerin müşteriye ulaşması durumunda, kullanım sırasında çıkması kuvvetle muhtemel arızalanmalar, yine gereksiz bir yığın masraf üstlenilmesi anlamına gelecektir. Öyleyse, tüm bu maliyetleri üstlenmek yerine, %100 hatasız ürün üretebilecek düzeye gelmek çok daha mantıklıdır.

Olayın bu boyutunu yadsımak pek de mümkün değil. Ancak, yalın üretimde kalitenin en az ppm düzeyine çıkartılmasının, kalitesizlik maliyetinin önüne geçmek kadar önemli diğer bir boyutu daha vardır ki çoğu kez gözden kaçar. O da ppm'in stoksuz üretime geçebilmenin de olmazsa olmaz ön koşulu olduğudur.

Stoksuz TZÜ üretimde ideal, işlenmekte olan ürün stoğunun (W1P), firmanın tüm üretim süreçlerinde sıfırlanması, bitmiş ürün stoğunun ise, ancak birkaç saat sonra yapılacak sevkiyatı karşılayacak düzeyde tutulmasıdır. Kanban SMED ve TVB gibi tüm TZÜ uygulamalarının ana amacı stoksuz üretim sağlamaktır. Eğer böylesi bir TZÜ üretim sistemine geçilecekse, ilk yapılması gereken, kalite düzeyini radikal olarak yükseltmektir. Çünkü ıskarta düzeyi yüksekse, ve üretim stoksuzluk ilkesine göre yürütülmek isteniyorsa, hemen her süreçte çıkabilecek ıskarta, üretimin tamamen durması anlamına gelecektir. Çünkü yerine yenisini takviye için yedek stok bulunmamaktadır. İşte yalın üretimde ppm ve giderek sıfır-hata düzeyinde kalite tutturma zorunluluğunun zaman zaman gözden kaçmasına karşın ana nedenlerden

biri de budur. Kaliteyi bu denli kontrol altında tutmanın en basit ve başlangıç tekniği olarak Poka-Yoke gösterilebilir [21].

3.4.1. Poka – Yoke tekniğinin temel felsefesi

Pokayoke Japoncada hata yalıtımı anlamına gelmektedir. Diğer bir ifadesi otonomasyon olan poka-yoke'nin temel ilkesi hatayı üzerinden süre geçtikten sonra saptamak yerine, kaynağında ve anında saptayıp önleyerek, hiçbir hatalı parçanın/ürünün üretilmemesini sağlamaktır. Pokayoke'nin uygulamaya geçirilmesi son derece basittir. Tüm yapılan, makinalara hatalı bir işlemi/durumu anında otomatik olarak saptayan ve bu durumda makinayı/işlemi yine otomatik olarak durduran cihazlar yerleştirmektir. Makina durduktan sonra bir zil çalar yada sarı ışık yanar, böylece makinanın kendisi, çalışan kişilere bir aksama olduğunu anında bildirir. Bu noktada yapılan, işçi ve mühendislere birlikte çalışarak hatanın nedenini saptamaları ve yine hemen gerekli düzeltmeleri yapmalarıdır. Böylece hatalı parçanın bir sonraki sürece geçmesi % 100önlendiği gibi, hata nedeni de ortadan kaldırılarak bir daha tekrar etmemesi sağlanmış olur [50-12].

Pokayoke tekniğinin temel felsefesinde, hata kaynaklarının aslında yanılgılardan ve yanlışlardan ileri geldiği yaklaşımı savunulmaktadır. Bu teknikte her türlü hataya neden olabilecek sistem elemanlarının etkisiz bırakılarak, üründe herhangi bir hata oluşumunun engellenmesine bağlı olarak delicesine güvenirlilik sağlanmaktadır. Pokayoke, üretim sürecinde olan her türlü hatanın eksiksiz belirlenmesini takiben uygulanmaktadır ve bu teknik öncelikle prosesteki insan hatalarının ortaya çıkarılıp yok edilmesi için tasarlanmış bir tekniktir. Bu tekniğin gerektirdiği anlayış çerçevesinde hatalar kaynağında önlenmeye çalışılmaktadır. Buna yönelik olarak öncelikle problemin oluşması engellenmeli, problem oluşmuşsa daha büyük kayıplara neden olmadan işlemin durdurulması gerekmektedir [55].

3.4.2. Yalın üretimde poka-yoke yöntemleri

Poka-Yoke'nin yalın üretimde uygulanan üç temel yöntemi vardır [1].

1. Temas Yöntemi: Makinalara yerleştirilen elektronik gözler ve limit anahtarlarıyla ürünün herhangi bir işlem aşamasında gereken şekil ve boyutları alıp almadığının, ya da işlem öncesi makina içinde gereken pozisyonu alıp almadığının saptanmasıdır. Makinaların otonomasyonu ile anlaşılan esas olarak budur.

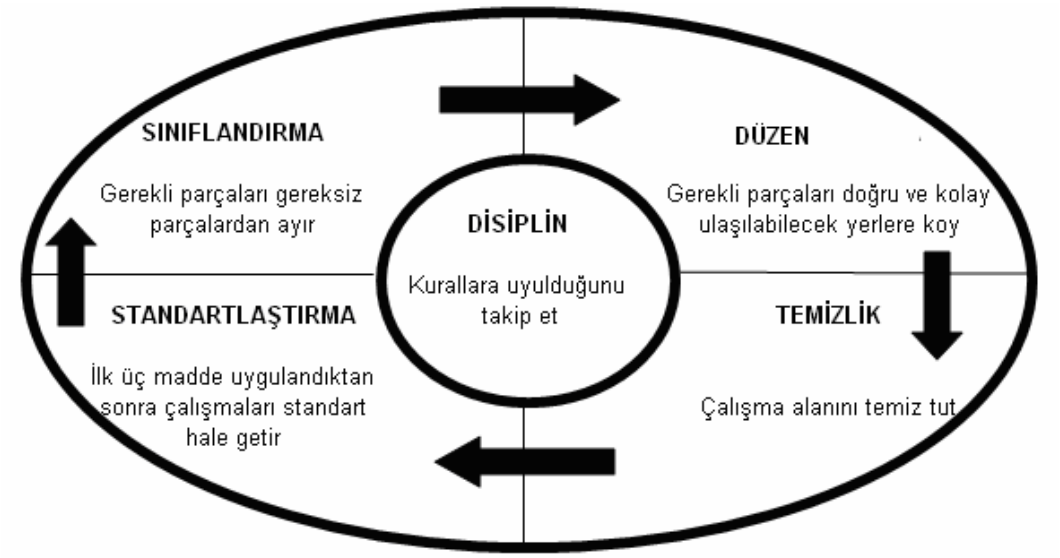
2. Toplam işlem Yöntemi: Herhangi bir işlemin tüm aşamalarının birbiri ardısıra gerektiği şekilde tamamlanmasını garanti etmesinde kullanılır. Örneğin, diyelim bir montaj işleminde monte edilecek tüm parçalar yanyana paletlerde durmaktadırlar. Bu paletlerin her birinin üzerine bir elektronik göz yerleştirilmiştir. Eğer işçi herhangi bir paletten gerekli parçayı almayı unutup da bir sonraki palete geçerse, bir önceki palet üzerindeki elektronik göz çalışmayacak, ve hemen işlemi durdurucu cihaz devreye girip uyarıcı zil çalacaktır.

3. Ek İşlem Yöntemi: Ek işlem yöntemi özellikle değişik ürünlerin çok küçük birimler halinde birbiri ardısıra imal edilmeleri durumunda olabilecek işçi hatalarının önlenmesinde kullanılır. Diyelim bir koltuk montaj hattında koltuklara metal parçalar monte edilecektir. Montaja gelecek her parça üzerinde bir kart iliştirilmiş durumdadır ve kartın belli bir yerinde de minik birer alüminyum levha bulunmaktadır. Koltuk geldiğinde işçi kartı koltuktan çıkarıp içinde algılayıcı bulunan bir kutuya sokar. Algılayıcı kart içindeki alüminyum levhanın kart üzerindeki yerini saptar ve buna göre o koltuk için gerekli parçalar hangi kutuda duruyorsa o kutunun kapağı otomatik olarak açılır. Bu yönteme ek işlem yöntemi, denilmesinin sebebi ise işçinin ürünün bizzat üretilmesi için aslında gerekmeyen ek bir hareket yapmasıdır (kartı alıp kutuya sokması gibi).

3.5. 5S

Japoncada Seiri (sınıflandırma), Seiton (düzen), Seison (temizlik), Seiketsu (standartlaşma) ve Shitsuke (disiplin) kelimelerinin baş harflerinden oluşan ve iş yerinde temizlik ve düzenin sağlanması faaliyetlerini kapsayan bir tekniktir [42].

3.5.1. 5S adımları



Şekil 3.3. 5S Adımları [56].

5S tekniğinin adımları şöyledir:

1. Sınıflandırma (Sort)

Proseste ihtiyaç olanla olmayan tüm nesnelerin ayrılmasıdır. Malzemeler kullanım sıklıkları ve kullanım yerlerine göre tasnif edilirler. Tasnif işlemi yapılırken aşağıdaki sorular sorularak ayıklama yapılmalıdır.

- Çalışma sahanızda dağınıklık oluşturan gereksiz bir eşya var mı?
- Olduğu gibi bırakılan kablo, boru gibi gereksiz malzemeler var mı?
- Zemin de duran el aleti ve teçhizat var mı?
- Tüm malzemeler sınıflandırıldı mı? Depolandı mı? Etiketlendi mi?

- Tüm el aletleri, ekipmanlar, ölçü aletleri, malzeme ve evrak sınıflandırılıp kendi yerlerine konulmuşmu?

Tüm bu sorulara yanıt aldıktan sonra el aletleri, ekipmanlar, malzeme ve evrak kullanım öncelik ve sıklığına göre sınıflandırılabilir. Ancak bir çok zaman gerekli gereksiz ayrımında karışıklık yaşanmakta, bu ayırım tam olarak yapılamamaktadır. Burada tavsiye edilen şüpheye düşülmesi durumunda gereksizler kısmına ayrılmasıdır [57].

2. Düzenlilik (Set in Order)

İhtiyaç duyulan araç ve gereçlerin kolayca kullanımını sağlayacak şekilde yerleştirilmesi ve arandığında kolayca bulunacak biçimde etiketlenmesi anlamına gelir. Düzenlilik, üretim faaliyetlerinde ve büro işlerinde hareket kaybı, aramadan kaynaklanan kayıplar, malzeme sayısının fazlalığından kaynaklanan kayıplar gibi birçok kaybı önlemektedir.

3. Temizlik (Shine)

Yerlerin temizlenmesi, makine aksamının silinmesi ve genel anlamıyla fabrika alanındaki her şeyin temiz tutulması anlamına gelir. Temizlik işyerinde kir, toz, pas ve atıkların yığılmasını önlemenin yollarını bularak, işgücünden tasarrufu da kapsar. Fabrikalarda ve bürolarda temizlik, aynı zamanda çalışanlardaki stres ve gerginliği azaltır. Temizlik faaliyetlerinin günlük bazda yapılması gerekir. İşletme temizlik alanlarına ayrılır ve her alan için kişiler görevlendirilir. Hangi alanların hangi günlerde, günün hangi saatlerinde, kimin sorumluluğunda temizleneceğini gösteren çizelgeler hazırlanır. Temizlik aynı zamanda orada çalışanların sorumluluğundadır.

4. Standartlaştırma (Standardize)

Standartlaştırma fonksiyonu, sınıflandırma, düzenlilik ve temizlik sağlandığında ortaya çıkan durumdur. Standartlaştırmadaki amaç, sınıflandırma, düzenlilik ve temizlik uygulaması ile elde edilen kazançlarda bir gerileme olmasını engellemek

üzere bu üç aşamayı alışkanlık şekline dönüştürerek uygulamaların korunmasını sağlamaktır. Aksi halde, kısa sürede uygulama öncesine dönülür [58].

İşletme içerisnde kullanılan alet ve ekipmanların temiz ve bakımlı olabilmelerini sağlamak amacına yönelik standartları içermektedir. Ancak temiz alet ve ekipmanlar uzun süre ve iyi çalışır. Böylece daha uzun süreli ve düzenli çalışan makinalarla hata oranı ve tamir nedeniyle kaybedilen zaman ve emek en aza indirilmiş olur [59].

5. Disiplin (Sustain)

5S'deki disiplin, uyarı ve cezalardan farklı olarak, doğru prosedürlerin sürekli olarak korunmasının bir davranış biçimi şekline dönüştürülmesi anlamına gelir. Önceki aşamaların kalıcılığı disiplin ile sağlanır. Disiplin ölçülebilir ve uygulanabilir bir teknik olmaktan ziyade, çalışanların davranış biçimleri ile kanıtlanan bir olgudur [58].

3.5.2. 5S'in yararları

Endüstriyel düzen temizliğin faydalarından bazıları şu şekilde açıklanabilir; Hataların daha çabuk ve kolay fark edilmesi sayesinde kalitenin iyileştirilmesi, israfların yok edilmesi sayesinde maliyetlerin düşürülmesi, teslimatların tam zamanında gerçekleştirilmesi, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının azalması, takım araç ve gerçlerinin yerleşiminin düzenlenmesi sayesinde hazırlık sürelerinin kısaltılması [57].

Üretim akışında [60] ;

- Gereksiz malzemelerin ortadan kaldırılması ve ihtiyaç duyulan malzemelerin uygun yerlerde bulunmasından dolayı bunların araştırılıp bulunma zamanlarında azalmanın sağlanması
- Önceden tahmin edilemeyen duruşların azalmasını sağlar
- Kirlenmeden dolayı ürün üzerinde oluşabilecek kalitesizlikleri önler
- Temizlenme ile hatalı ürün sayısı azalır

- Organize olmuş bir iş merkezi sağlar
- Daha güvenli bir iş merkezi demektir

3.6. Toplam Verimli Bakım (TVB)

Toplam üretken bakım en basit tanımıyla alet, ekipman ve makinaların en verimli şekilde kullanılmasını amaçlayan ve bunu sağlamak için ortaya konulan çabaların bütünüdür [12].

Bir diğer anlamı ise ekipmanın çalışmadan beklemesine neden olan bütün etkenlerin kontrol altına alınmasıdır.

Başka bir anlamı ise, ekipmanın verimini artırma çalışmalarına, firmada görev yapan genel müdürden hat isçilerine kadar tüm personelin katılmasıdır [61].

Toplam Üretken Bakım, ekipmanların/makinaların güvenirliliğinin sağlanması konusunda işgörenlerin katılımının önemini vurgulayan, fiziksel varlıkların yönetimini kapsayan bir yaklaşımdır [62].

TVB en yalın ifadeyle, bir fabrikada kullanılan ekipmanın verimliliğini ya da etkinliğini artırmak ve olası makina hatalarından kaynaklanacak ıskartaları önlemek amacıyla gerçekleştirilen tüm çalışmaları kapsayan bir terimdir. TVB'in, geniş anlamda Design of Experience (DOE) ve poka-yoke'ye destek veren yardımcı bir kalite tekniği olduğu da söylenebilir [21].

3.6.1. Yalın üretimde TVB'nin önemi

Klasik üretim sistemlerinde, makinalar önünde işlenmek üzere bekleyen parçalar kuyruklar oluştururlar. Bunların üretim işlemi tamamlanana kadar da üretimin sürdürülmesi gerekir. Bu durum önleyici bakımın zamanında yapılmasını engeller ve dolayısıyla arızaların ortaya çıkma olasılığını yükseltir. Klasik üretim sistemlerinde önleyici bakıma yer verilir, ancak arızalar karşısında tamir yöntemi daha fazla önem taşır. Oysa yalın üretim sisteminde önleyici bakım çok daha önemlidir. Çünkü yalın

üretim sistemi, çekme sistemi esasına göre çalışır. Bu durumda, arıza yapan bir makina önündeki tüm makinaların durmasına neden olur. Dolayısıyla tüm üretim sistemi durur.

Ayrıca yalın üretim sisteminde üretim araçları daha kararlı üretim hızlarında çalıştırılmakta, aşırı yükleme yapılmamaktadır. Bu durum makinelerin arıza yapma olasılıklarını düşürür. Toplam önleyici bakım, çalışan katılımını gerektirir. Buna göre her çalışan makinelerin birer koruyucusu olmalıdır. Toplam önleyici bakım sonucunda, arıza sayısı, arızalardan dogan zaman kayıpları ve makinelerin çalışmama oranları azalır. Makine ve donanımın etkin olarak kullanımı sağlanır. Üretim sisteminin üretkenliği artar.

Bir yalın üretim sisteminde basit ayarlamalar, yalama, yağ düzeylerinin denetlenmesi, makinelerin temizlenmesi gibi bakım faaliyetleri çalışanlar tarafından yapılır. Basit tamirler ve yedek parça degişiklikleri gibi bakım faaliyetleri belli programlar dahilinde bakım ekibi tarafından yerine getirilir. Ayrıca uygun bir zamana programlanarak etkileri minimize edilen geniş kapsamlı ve makinelerin durmasına neden olan bakım faaliyetleri gerçekleştirilir [63].

Bir üründen diğerine hızla geçebilmeyi sağlayan, ufak partiler halinde üretimi gerçekleştiren teknikler kullanılmasına ve hızlı hazırlık işlemlerine rağmen, bir üründen diğerine geçiş işlemi üretim zamanında bir kayba yol açıyorsa, ya da, herhangi bir makina, üretim dışındaki makinalarla uyumlu bir hızla çalışmıyorsa, israf devam etmektedir. Sadece bir üründen diğerine geçişteki hazırlık işlemlerini kısaltmak üzere, bireysel veya grup tasarımlarına yönelmek yeterli değildir. Akışda nihai amaç; üretim sürecinin tümünde duraklamaların ve beklemelerin yok edilmesidir [64].

3.6.2. Toplam verimli bakımın anlamı

Toplam Verimli Bakımdaki toplam kelimesinin 3 anlamı vardır. Bunlar Toplam Verimli Bakım'ın önemli özelliklerini de anlatır [21].

1. Toplam verimlilik, Toplam Verimli Bakım'ın ekonomik yeterliliğini veya karlılığını takip etme anlamındadır.
2. Toplam Bakım Sistemi, Önleyici Bakım, Bakım Önlenmesi ve Doğrulayıcı Bakım ayrıca koruyucu bakımı içerir.
3. Bütün çalışanların toplam iştiraki makinistler tarafından küçük grup aktiviteleri olarak kendi kendine yapılan bakımı içerir.

3.6.3. Ekipman verimliliğini etkileyen altı büyük kayıp

Ekipman verimliliğini etkileyen 6 büyük kayıp vardır. TVB aşağıda sıralanan altı engeli kaldırmayı amaçlar [65].

1- Ekipman arızası: Beklenmeyen arızalar duruşlara neden olur.
2- Değişme ve ayarlar: Makinede farklı bir üretim programına geçilirken, örneğin kalıp gibi aletlerin değiştirilmesi ve yeniden yapılan ayarlama sırasında üretim duruşları meydana gelir.
3- Boşluklar ve küçük duruşlar: Yanlış ikazlanan bir fotoselin neden olabileceği küçük duruşlar.
4- Düşük hız: Makine üretim hızının tasarım hızından daha düşük olması üretim kayıplarına neden olur.
5- Üretim hataları: Makine ayarlarındaki bozukluklar üretim hatalarına ve bu ürünler için yapılan ilave düzeltme faaliyetlerine neden olur.
6- Düşük verim: Makineyi devreye alma sırasında denge konumuna gelene dek imal edilen parçalar standart dışıdır.

3.6.4. TVB adımları

TVB uygulamasının yedi adımı;

1. İlk makine temizliğini ve muayenesini yap
2. Makine kusurlarını ve sızıntıları belirle ve etiketle
3. Operatör ve Bakım PM'leri oluştur
4. Operatörlere doğru PM (Koruyucu Bakım) tekniklerini öğret

5. Bakım Personeline doğru PM tekniklerini öğret
6. 5S Mıntıka Temizliği ve Organizasyonu uygula
7. OEE'yi izle ve işbirliğini teşvik et.

Adım-1 İlk Makine Muayenesi :

Bu adımın amacı ; Gerekli onarımları belirlemek ve kusurları etiketlemektir.

Uygulaması ise;
Makineyi boydan boya temizlemek, (tüm ekip üyeleri yapacak). Gerekli tüm onarımları etiketlemek ve bir proje defterine kaydetmektir.

Adım-2 Makine Kusurlarını ve Kaçakları Onar :

Bu adımın amacı; Adım 1'de bulunan problemleri onarmaktır.

Dikkat Edilecekler ise;
Fiili onarımların ekip üyeleri tarafından yapılması gerektiği ve Üretim Şefinin makinenin kullanılabilir olmasını sağlamasıdır.

Adım-3 Operatör PM'leri ve Bakım PM'lerini oluştur :

Bu adımın amacı; Gerekli önleyici bakım kontrol listelerinin ilan edilmesini sağlamaktır.

Dikkat Edilecekler ise;
PM'leri geliştirecek TVB Proje Ekibinin, Görevleri kimin yapacağının ve Görevlerin sıklığının belirlenmesidir. (yani, günlük, haftalık, vs.).

Adım-4 Operatör tarafından Yapılacak PM Etkinliğini Belirle :

Bu adımın amacı; Erken problemleri saptamak, servis aralığını belirlemek ve 5S prosedürünün izlenmesini sağlamaktır.

Dikkat Edilecekler ise;
Operatörler öngörülen tüm PM'ler konusunda eğitilmelidir.
Operatör PM'leri belgelendiği şekilde uygulamaktan sorumludur.
Üretim Şefi PM'lerin etkinliğini sağlayacaktır.

Adım-5 Bakım Personeli Tarafından Yapılan PM Faaliyeti :

Bu adımın amacı; Makina bozulmasını önlemek, bozulmadan önce onarmaktır.

Dikkat Edilecekler ise;
PM'ler Bakım ve Üretim tarafından birlikte planlanır.
Üretim Şefi PM'lerin etkinliğini sağlayacaktır.

Adım-6 5S Mıntıka Temizliği ve Organizasyonu uygula :

Bu adımın amacı; Sürekli temizlik ve organizasyon sağlamaktır.

Uygulama ise;
Sınıflandır; Eski ve bozuk donanımı uzaklaştırmak.
Düzene Koy; Herşey belli bir yerde bulunsun.
Parlat; Tepeden aşağıya temizlik yap.
Standartlaştır; Zaman ver ve sıklığı koru.
Sürdür ; Uzun dönem iyileşme yap faaliyetlerinden oluşur.

Adım-7 OEE'yi (Genel Ekipman Etkinliği) izle ve işbirliğini teşvik et :

Bu adımın amacı; Makina performansını ve bakım ve üretim arasındaki işbirliğini sürekli gözden geçirmek ve iyileştirmektir.

Dikkat Edilecekler ise;
Düzenli programlanmış TVB gözden geçirmelerini yapmak,
Devam eden faaliyetlerin ilerlemesini izlemek,
Gelecekteki iyileştirme alanlarını belirlemek ve

Gerektiğinde düzeltici faaliyet başlatmaktır [66].

3.6.5. TVB'nin hedefleri ve yararları

Kısa ekipman arızaları; üretim ön zamanını artırabilir, ortalama makina kullanım zamanını düşürebilir ve operatörün boş zaman geçirmesine neden olabilir. Önemli bir makina arızası; diğer yönlere doğru akışı olan prosesleri durdurabilir ve sevkiyatın gecikmesine ve sonuçta gecikme maliyetine neden olabilir. Bunlara ek olarak yetersiz bakım yapılan ekipman sadece yetersiz kalitede parçalar üretebilir.

Bu tip verimlilik dışı durumlardan kaçabilmek için makina arıza oranını düşürecek yeni bakım stratejileri uygulanmalıdır. Bu amaçla Toplam Bakım kavramı ortaya çıkmıştır. Toplam Bakımın amaçları şöyle sıralanabilir [35] :

1. Takım, donanım ve ekipman etkinliğini geliştirmek.
2. Ekipmanın yaşayabilmesi için Üretken Bakım sistemini kurmak.
3. Toplam üretken bakımın yürütülmesine firma içindeki bütün departmanların katılmasını sağlamak.
4. Üst yönetimden işçilere kadar bütün çalışanların aktif olarak katılımını sağlamak
5. Özerk küçük gurup geliştirme faaliyetleri gibi motivasyon yönetimine yönelik Toplam Üretken Bakım çalışmalarını desteklemek.

Toplam Verimli Bakım küçük grup aktiviteleri olarak bütün çalışanlar tarafından uygulanan verimi devam ettirmektir. Toplam Verimli Bakım üretimdeki yeni yöndür. Bu dönemde, robotlar robot üretirken ve 24 saatlik otomatik üretim gerçeği varken, insansız fabrika gerçekçi bir ihtimaldir. Kalite kontrolü tartışırken, insanların çoğu kalitenin yönteme dayandığını söylerdi. Şimdi robotlaşma ve otomasyonla birlikte kalitenin, teçhizata bağlı olduğunu söylemek daha uygun olur. Üretkenlik, maliyet, envanter, güvenlik, sağlık ve imalat (aynı zamanda kalite) teçhizata bağlıdır.

Yalın üretim ilkelerine göre çalışan bir fabrikaya gidildiğinde fabrikanın hemen her yerinde görme duyusu harekete geçer. Her yerde ışıklar makine yada hat yanı panolarda sergilenmiş yazılar tutanaklar grafikler görülür. Fabrikada tüm önemli

operasyonlar ve elde edilen başarılar belgelenip sergilenmiştir. TVB içinde aynı olay görülür. Sistem gerek ekipman gerek çalışanlara ilişkin temel performans indikatörleri ve zaman içinde kaydedilen gelişmelerin sadece bilgisayarda kalmaması aynı zamanda görsel olarak sergilenmesi esasına dayanır. Yalın üretimin temel ilkesi hiçbir hatayı unutmama tüm hataları önemseyip çözüm getirme ve akabinde başarıları önemseyip ödüllendirmedir. TVB için görsellik sağlamanın farklı metodları vardır. Genelde TVB uygulanan bölgelere,makinalara yakın yerlere koyulan panolar yardımıyla TVB'e görsellik katılır [1].

3.7. Kaizen

Kaizen, hiçbir işlemin/sürecin nihai halini almadığı, daha da mükemmeline ulaşabileceği, kuru havludan bile su çıkarılabilir anlayışının hakim olduğu bir yaklaşımdır [50].

Japonca'da "kai" değişim; "zen" ise iyi, daha iyi anlamına gelmektedir. Kaizen de bu yoldan hareketle daha iyiye ulaşma, gelişme ya da genel kulanım anlamıyla sürekli gelişme demektir. Bu sözcük Japonya'da sürekli gelişmeden çok, sürekli gelişme isteği şeklinde kullanılır. Çünkü Kaizen sadece işletmelerde kullanılması gererken bir sistem olarak değil, aynı zamanda bir yaşam biçimi olarak düşünülmektedir. Evde, işyerlerinde, okulda ve hastanede, kısaca her yerde ve her zaman uygulanabilir [67].

Kaizen iyileştirme demektir. Bir Japon felsefesidir ve yaşam tarzının sürekli iyileşmesi gerektiğini söyler. İşletmeler açısından tanımlayacak olursak Kaizen, yöneticilerden işçilere kadar herkesi içeren bir sürekli iyileştirmedir. Japonlara özgü yönetim uygulamalarının özünde Kaizen vardır. Kaizen felsefesine göre, işletmenin herhangi bir biriminde herhangi bir gelişmenin olmadığı tek bir gün bile geçirilmemelidir. Kaizen, artık dünya çapında tanınan Japonlara özgü çok sayıda uygulamayı bir araya getiren şemsiye kavramdır [68].

Şekil 3.4. Kaizen Şemsiyesi [69].

3.7.1. Kaizen'in dört temel yaklaşımı

-Birincisi, çalışanlar üzerine odaklanır. Üretim sürecindeki çalışanlar, yaptıkları işi daha verimli ve etkili şekilde yapacakları metodları bulmaları için teşvik edilirler.
-İkincisi, ekipman geliştirmeleri üzerine odaklanır. Buna göre işyeri düzenlemeleri, ekipmanın kalitesinin yükseltilmesi çalışmaları yapılır.
-Üçüncüsü, üretim için gerekli olan süreç ve prosedürler üzerine odaklanır. Eğitimi ve gelişmeyi kısıtlayan politikalar uygulanmaz.
-Dördüncüsü, ilk üç kademenin bileşimidir. Bu kademe, önceki kademelerde elde edilen sonuçlar maksimum değere ulaştığında devreye girer ve yenilikler üzerine odaklanır [70].

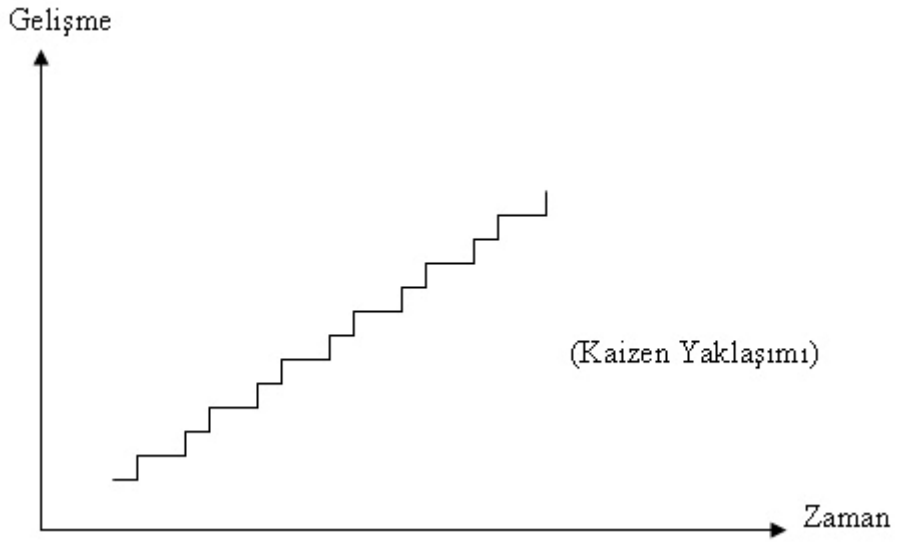
3.7.2. Yalın üretimde kaizen

Stokla beslenmeyen bu anlamda son derece hassas olan yalın üretim bugün ulaştığı en iyi uygulama konumuna karşı asla gelinmiş noktayla yetinen, durağan bir sistem değildir. Tersine daha da yetkinleştirilmesi olabilecek tüm zaman kayıplarının ve israfın adım adım saptanıp gerekli önlemlerin alınması sistemin devamı ve hassaslığının azaltılması için önkoşuldur. İşte bu yüzden yalın üretimi bünyesine almış firmalarda her an her aşamada üretimin daha da iyileştirilmesine yönelik

sürekli ve düzenli çalışmalar yapılır, sistemin bütününe yayılmış bu dinamik iyileştirme anlayışıda kaizen ile olur [1].

Kaizen geri beslemeye dayanan düzeltici bir faaliyettir. Kademeli, sürekli değişim, küçük yatırımlar, açık paylaşılır. Bilgi ve uzun vadeli etkiler sonucu, Kaizen daha iyiye doğru değişim anlamına gelir.

Kaizen ilk aşamada mevcut durumun daha iyiye doğru değiştirilmesi için çalışır. Bunun için öncelikle küçük (bireysel) ve orta boy (küçük gruplar) değişiklikleri öngörür. Ardından büyük değişiklikler (buluşlar) gelir. Kaizen takım çalışmasında çalışmalar için en uygun seçilmiş olan takım liderleri ve takım elemanları mevcuttur [17].

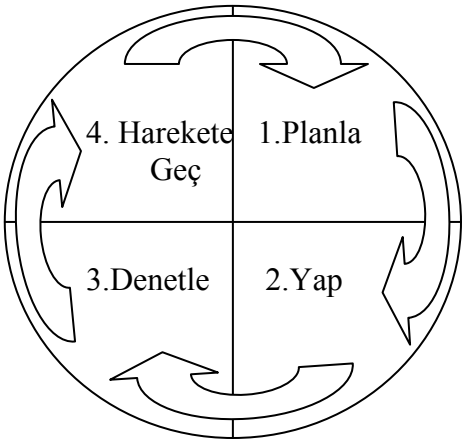


Şekil 3.5. İyileştirmede Kaizen Yaklaşımı

Japonlar Kaizen'i batının geliştirme anlayışının alternatifi olarak değil, tamamlayıcısı olarak kullanmışlardır. Çağdaş bir yönetim tarzı olan Toplam Kalite Yönetiminde kaizen felsefesi ve yenilik yaklaşımı bir arada ele alınmakta ve değerlendirilmektedir. Şekil 3.5'te görüldüğü gibi bu ikili değerlendirme ve uygulama şirketlerin yoğun rekabet ortamında küçük adımlarla ilerlemelerini

sağlarken, Ar-Ge sonucu sağlanan gelişmeler de işletmelerin hızlı rekabet üstünlüğü elde etmelerini sağlayacaktır [69].

3.7.3. Kaizen süreci



Şekil 3.6. Kaizen süreci

Kaizen süreci dört adımdan oluşmaktadır;

1. Planla: Maliyet açısından etkili olduğu sürece, ekipmanı geliştirerek, sorunların tekrarını önleyin. Çabalar başarısız olduğunda, problemleri bir bakışta tespit edebilecek, görsel kontroller oluşturulmalıdır. Eğer her iki uygulama da olumsuz olursa, insan müdahaleleriyle sorunların tekrarı önlenmelidir. Çalışma standartları, prosedürler ve kontrol formlarıyla takip edilmesi gereken kurallar hazırlanmalıdır. Planlama, 5N-1K olarak adlandırılmakta ve NE, NİÇİN, NASIL, NE ZAMAN, NEREDE, KİM sorularına cevap arandığı taktirde bu süreç tamamlanmaktadır.

2. Uygula: Aynı problemlerin tekrarını önlemek için; kuralları uygulayın ve takip edilmesi gerekir. Eğer yapılan çabalar yeterli değilse, kontrole geri dönülmelidir. Hedeflenen kriterler yerine gelene kadar, aynı PUKÖ döngüsünü tekrarlanacaktır.

3. Kontrol Et: Statüler bütünüyle incelenmeli ve sorunlar açığa çıkarılmalıdır. Planın uygulamaya konmadan önceki durumu ile uygulama sonrasındaki durum karşılaştırılır.

4. Önlem Al: Sorunları çözmek için karşı önlemler alınmalıdır. Sorunların çözüm yolları saptanarak döngünün ilk aşamasına geçiş sağlanır.

3.7.4. Yönetimde kaizen

Kaizen stratejisinin yönetim kademelerine uygulanış tarzı aşağıdaki gibi olmalıdır;

- Üst yönetim: Kaizen stratejisini kavramalı, uygulanması için rehber ve destek olmalı; sistem ve yapılar oluşturarak, stratejisinin amaçlarını belirlemelidir.
- Orta kademe yöneticiler: Üst yönetim tarafından belirlenen Kaizen amaçlarının gerçekleşmesi yönünde sorun çözme konusunda bilgi ve becerilerini arttırıcı çalışmalar yapmalıdır.
- Alt kademe yöneticiler: Bunlar, iş görenlerle orta yönetim arasında iletişimi geliştirmeli ve sürekli gelişmenin temini için kalite çemberleri oluşturulmalıdır.
- İş görenler: Küçük grup toplantıları sayesinde Kaizen stratejisine programlarına aktif biçimde katılarak bilgi ve becerilerini artırmalıdırlar.

Kaizen işletmede yer alan herkesin katılımını gerektiren sürekli bir proses olduğu için hiyerarşideki herkesin faaliyeti sırasında kaizen ile iç içedir.

3.7.5. Kaizenin yararları

Kaizen'in yararları şu şekilde sıralanabilir;

- Kuruluşun tüm faaliyetlerinde canlılık oluşturur
- Topluluğun aynı amaç ve hedef doğrultusunda çalışması sağlanır
- Etkileşim içinde olan bölümlerin ortak sorunları en kısa ve kalıcı biçimde çözümlenir
- Çalışanların bilgi ve beceri düzeyi yükselir, motivasyon artar
- Verimlilik ve diğer temel rekabet unsurları daha iyi bir gelişme gösterir

Bu gelişme ile sağlanan olanaklar da, başta o kuruluşu oluşturan çalışanlar olmak üzere, müşteriler ve ürettiği katma değer ile oluşturduğu işlendirme hacmi yoluyla tüm topluma fayda sağlar [69].

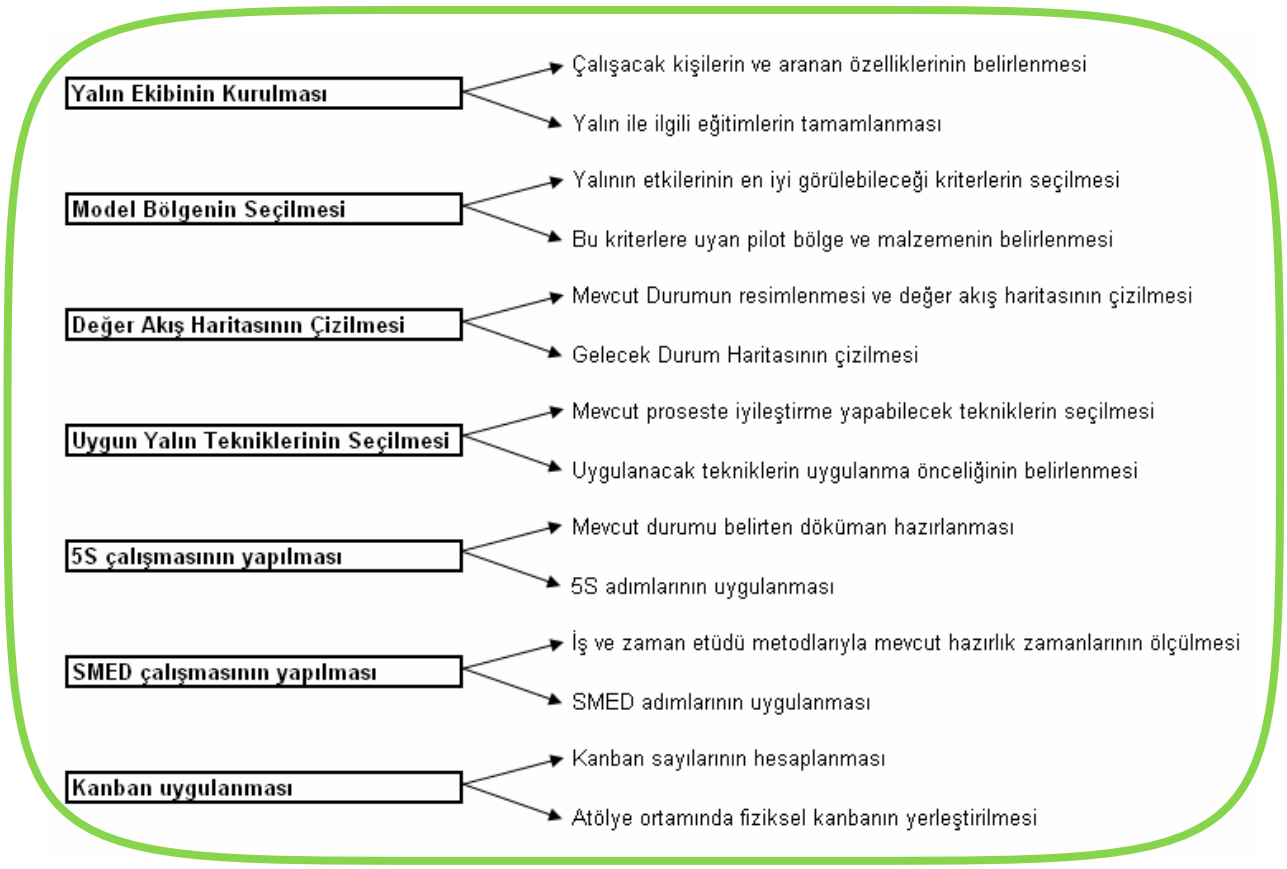
BÖLÜM 4. YALIN ÜRETİM UYGULAMASI

Firma Hakkında Kısa Bilgi :

Firma 100 yılı aşkın bir süredir lastik üreten ve dünyadaki en büyük lastik üreticelerinden biridir. Firma Fabrikası 333 dönüm üzerinde kurulu 88.5 dönüm kapalı sahaya yerleşmiştir. 1963 yılından beri Türkiye'de faaliyetini sürdürmektedir. Uygulamanın yapıldığı firma binek, hafif ticari ve zirai araçlar, kamyon/otobüs ve iş makinaları için bias (konvansiyonel) lastik üretmektedir. Üretilen lastiklerin %60'ını yurt dışına ihraç etmektedir. Firmada 650 mavi yakalı, 60 beyaz yakalı olmak üzere toplam 710 kişi çalışmaktadır.

Yalın Üretim Tekniklerinin Uygulanması :

Yalın üretimin bir fabrikada uygulanabilmesi için özellikle bir yalın üretim uygulama takvim ve programının belirlenmesi ve bu suretle izlenecek yolun çizilmesi gerekir. Yalın üretimi neden uygulama gereği duyulduğu ve uygulamanın getirilerini hesap etmek çok önemlidir. Bunu yapabilmek için de birinci aşamada yalın üretim tekniklerinden hangilerinin sahip olunan üretim modeline uygun olduğunu seçmek ikinci aşamada ise gelecekte hem mevcut durumun korunması hem de daha iyiye gidebilmek için gerekli olan teknikler seçilmelidir. Tekniklerin birbirleriyle olan ilişkileri açısından uygulanış sıraları önemlidir. Uygulamada görüldü ki; eğer SMED çalışmasından önce Kanban uygulamasına geçilirse yalın üretimden istenilen fayda sağlanamadığı gibi fazla iş yüklerine de neden olunabilir. O yüzden bir sonraki tekniğin uygulanabilmesi için gerekli olan tekniğin tam olarak uygulanıldığından emin olunmalıdır. Böylece bir sonraki adıma geçilebilir ve devam edilebilir. Yalın Üretim Uygulamasında izlenen yol şekil 4.1'de gösterilmiştir.

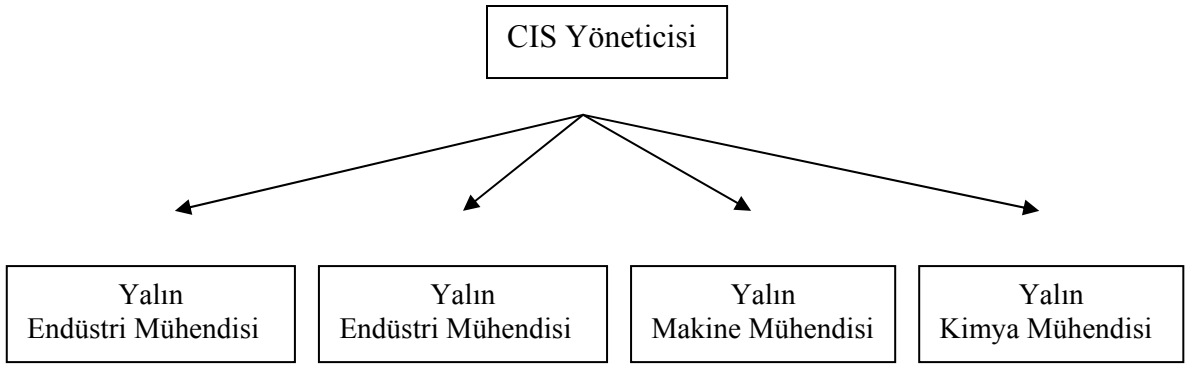


Şekil 4.1. Yalın Üretim Uygulama Aşamaları

Yalın Ekibinin Kurulması :

Uzun yıllar aynı üretim sistemiyle çalışmış bir fabrikada yeni bir üretim sistemine geçiş elbette ki hem yöneticilerin bir kısmı hem de çalışanlar açısından zor olacaktır. Bu yüzden çoğu fabrikanın yeni bir projeye geçişte uyguladığı, proje kapsamındaki görev ve işlerin belirlenip fabrika organizasyonu içerisinde mevcut olan ilgili departmanların yöneticilerine ve çalışanlarına paylaştırılması ve bundan verimli bir sonuç beklenmesi yalın üretime geçiş için yanlış olacaktır. Hem yalın üretime geçişteki kararlılığın gösterilmesi hem de özel olarak görevin belirli bir departmana ait olması açısından bütün bu geçiş dönemindeki işleri yapacak ve geçiş yapıldıktan sonra sistemi takip edecek bir bölümün fabrika organizasyonu içersinde yer alması gerekir. Anlatılacak uygulama kapsamında bahsedilen departman CIS (continuous improvement system) departmanıdır.

CIS ekibi endüstri mühendisi bir yönetici ve ekipte yer alan dört mühendisten kuruldu. İlk aşama olarak bu departmana katılan dört mühendisin yalın üretim ve teknikleri açısından eğitimleri tamamlandı. Bu mühendislerin seçiminde dikkat edilmesi gereken nokta yalın üretim tekniklerinin içeriğine ve sahip olunan üretim prosesine bağlı olarak ilgili mühendislik bölümlerinden olmalarıdır. Uygulamadaki CIS departmanı için seçilen dört mühendisin dağılımı iki endüstri mühendisi, bir makine mühendisi ve bir kimya mühendisi olarak yapıldı. Lastik prosesi ve yalın üretim teknikleri göz önünde bulundurulduğunda endüstri ile ilgili olarak zaman etüdü, iş etüdü çalışmalarının yanında SMED gibi kalıp değişimlerinde makine ile ilgili teknikler ve proses kalite kontrolü için kimya bilgileri gerektiren iş bölümleri vardır. Bu tek merkezli çalışmadan sonra elbetteki yalın uygulamalar boyunca diğer departmanlarla birlikte çalışıldı.

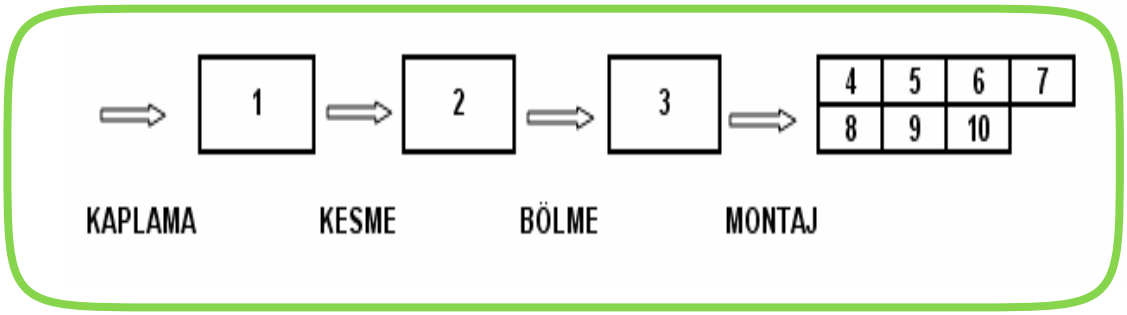


Şekil 4.2. Yalın Ekibi

Yalın bir felsefedir ve yalını diğer üretim sistemlerinden ayıran en önemli özellik ve başarılı olmasındaki sebep içerisinde barındırdığı insan faktörüdür. Çalışanların her aşamada görevlerini yerine getirirken her türlü israftan kaçınmaları ve yalın düşünce ile hareket etmeleri gerekmektedir. Bu bilinç yalın üretimde hiyerarşik bir düzen içerisinde yukarıdan gelen bir baskı yolu ile değil, çalışan herkesin yalını çalışma tarzı olarak benimsemesini sağlayacak eğitimlerle ve kazanç paylaşımı ile elde edilir. Firmada yalın eğitimleri hem mavi yaka hemde beyaz yaka herkese verilmiştir. Ayrıca yalın uygulamalarını destekleyici her türlü promosyon uygulamasına da gidilmiştir.

Uygulamanın Yapılacağı Model Bölgenin Seçilmesi :

Özellikle yeni bir sistem uygulanırken, eski sisteme göre yeni sistemin getirilerinin daha çok görebileceği ve daha verimli sonuçlar alınabilecek bir yerin seçilmesi ve bu yer ile uygulamaya başlanması daha iyi olacaktır. Bunun nedeni hem yönetime hem imalat sahasında çalışan işçilere yeni sistemin başlangıcını kabul etmeleri için iyi bir sebep gösterebilmektir. Böylelikle yeni sisteme karşı oluşacak direncin kırılması mümkündür. Bu seçim, yeni uygulanmaya başlanacak bir sistemin ilk aşaması için göz önünde bulundurulacak bir kriterdir. Diğer bir kriter ise fabrikada en çok WIP (Work In Process), envanterin bulunduğu, makine hazırlık zamanlarının makine üretim çıktı seviyesini düşürdüğü veya darboğaz sayılabilecek bir bölge seçilerek yalın üretim uygulamaları ile bunların giderilmesidir. Bu yüzden başlangıçta fabrikada darboğaz olan ve envanterin fazla olduğu bir bölge seçilerek uygulamaya başlandı. Seçilen bölge birbirini izleyen dört proses adımını içeren ve toplam 10 makineden oluşan bir bölgedir. Lastik imalatında kullanılan belt paketinin hazırlanması aşamasıdır. Birinci adımda çelik teller kaplama makinesinde belirli kalınlıklarda hamurla kaplanır, ikinci adımda hamur kaplı bu teller kesim makinesinde istenilen açı ve genişlikte kesilir, üçüncü adımda kesilen bu hamur kaplı teller bölme makinesinde ikiye bölünür, dördüncü adımda ise ikiye bölünen malzeme üst üste koyulmak suretiyle montaj makinelerinde birleştirilerek belt elde edilir.



Şekil 4.3. Belt Paketi oluşturma adımları ve kullanılan makine sayıları

Değer Akış Haritasının Çizilmesi :

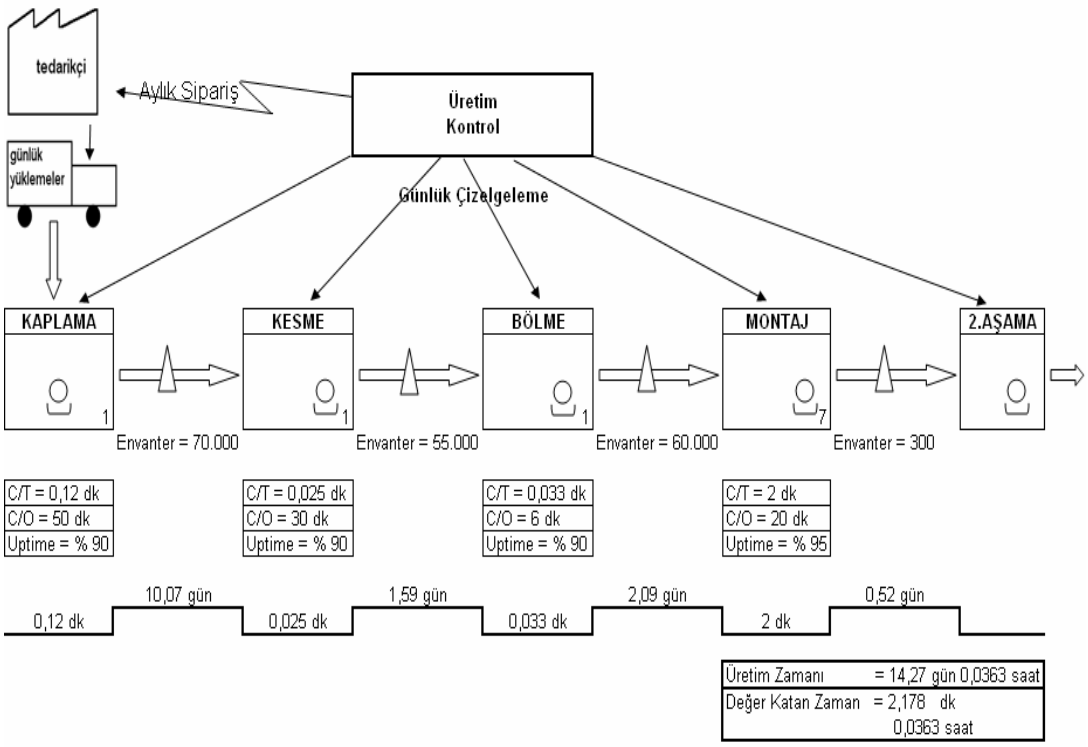
Değer Akışı haritalama bölümünde bahsedildiği gibi öncelikle varolan üretim sistemi ile neler yapıldığını, nerelerde sorun olduğunu, ürüne değer katan ve değer katmayan faaliyetleri görmek için mevcut değer akış haritası çizildi. VSM siparişten sevkiyata kadar olan bütün hizmet ve üretimle ilgili olarak hazırlandı. Ancak burada uygulama örneği olarak yalın üretime başlangıç olarak seçilen bölgeye ait VSM kısmı oluşturulacak ve incelenecektir.

Tablo 4.1. Ürün Makine Rotalama Matrisi

Ürün No/ Makine	Kaplama	Kesme	Bölme	Montaj
P1	1	1	1	1
P2	1	1	1	1
P3	1	1	1	1

Proses için üç farklı ürün bulunmaktadır (P1,P2,P3) ve bu üç farklı ürünün izlediği rota aynıdır (Tablo 4.1). Çalışma süreleri vardiyalı olup günde üç vardiyadır ve bir vardiya 480 dakikadır. Prosesin ilk adımı kaplamadır. Kaplanacak tel ve hamur dışarıdan haftalık yüklemelerle gelmektedir. Bu ilk adımda bir yarı mamülün elde edilmesi için gerekli çevrim süresi 0,12 dakikadır. Gerekli set-up sayısı 2 ve set-up için gerekli süre 50 dakikadır. Kaplama adımı için uptime oranı ise %90'dır. İkinci adım, gelen kaplı malzemenin kesilerek istenilen ölçülere getirilmesi aşamasıdır. Bu aşamada elde edilecek bir adet yarı mamul için gerekli olan çevrim süresi 0,025 dakikadır. Makinenin uptime oranı % 90, set-up süresi ise bir koddan diğer koda dönüş için (P1'den P2'ye) 30 dk'dır. Bu proseste işlem gören malzeme envanter dolayısıyla ancak 1,59 gün sonra diğer prosese geçebilmektedir. Üçüncü adım ise belirli bir uzunluk ölçüsüne getirilmiş ürünün ikiye bölünmesi aşamasıdır. Bu aşamada bir adet yarı mamul için çevrim süresi 0,033 daikadır, uptime oranı % 90, set-up süresi ise 6 dk'dır. Buradan çıkan ürün 2,09 gün sonra dördüncü proses adımı olan montaj bölümüne gitmektedir. Montaj aşamasında bir belt paketi için gerekli çevrim süresi 2 dakikadır., uptime oranı % 95, set-up süresi 20 dk'dır. Bu uygulama alanımızın son aşamasıdır. Buradan çıkan ürün 0,52 gün sonra bir sonraki proses

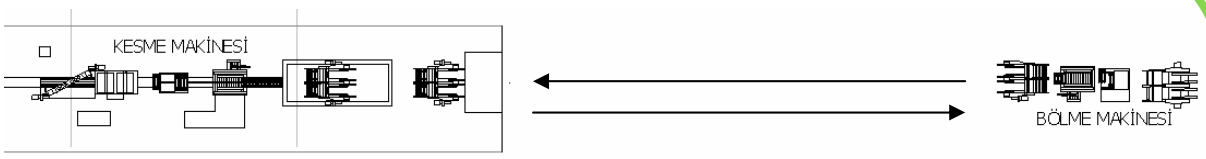
adımına geçmektedir. Şekil 4.4'teki Şimdiki durum VSM'inden görüldüğü gibi bir ürünün üzerine değer katan faaliyet 0,0363 saat alırken, toplam üretim zamanı 14,27 gün 0,0363 saattir. Böylelikle seçilen uygulama alanında mevcut durum ortaya çıkarılmış oldu. Bu şekil ve rakamlar özetlenecek olursa kaplama işleminden çıkıp kesme işlemine giren bir yarı mamül son proses adımı montaj aşamasından çıktığında toplam 14,27 gün 0,0363 saat geçiyor, oysa buna karşılık bu yarı mamül üretim adımlarında toplam 0,0363 saatte üretilebiliyor. Müşteri ancak bu ürün üzerine katma değer katan 0,0363 saatlik işlem için ücret ödemeye hazırdır. Burada uygulanacak Lean teknikleri ile nasıl bir kazanç sağlanacağı ve hangi tekniklerin uygulanacağı gelecek durum VSM'inde ortaya çıkarılacaktır.



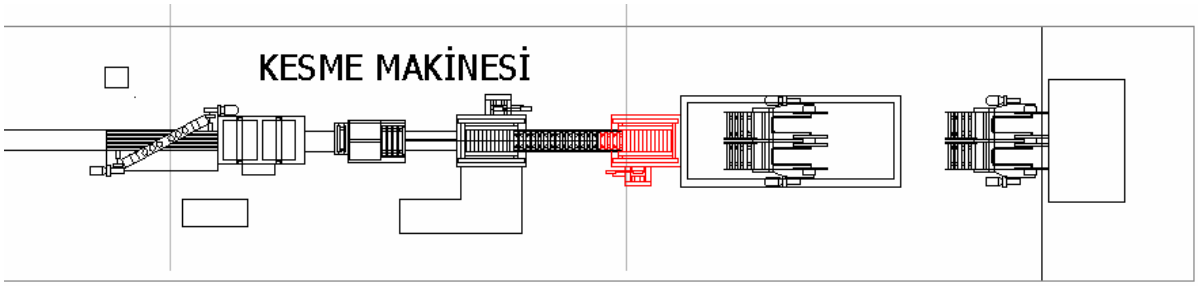
Şekil 4.4. Şimdiki Durum VSM'i

Mevcut durumun ileriye götürülebilmesi için kanban sisteminin kurulmasına karar verildi. Böylece çok fazla olan ara ürün envanter miktarlarının azaltılması planlandı. Kanban uygulanabilmesi için daha küçük partiler halinde daha fazla kod değişimi ile çalışmak gerektiğinden dolayı kod dönüşüm sürelerinin azaltılması gerekti. Kod

dönüşüm sürelerinin azaltılabilmesi için SMED çalışmalarının yapılmasına karar verildi. SMED çalışmalarınında öncesinde mevcut makinelerde hem SMED'e hemde üretime yardımcı olabilmesi için 5S çalışmaları yapıldı. Yapılacak çalışmalar doğrultusunda oluşturulacak gelecek VSM haritası belirlendi. Mevcut durumda kesme ve bölme işlemleri iki ayrı makinede yapılıyordu ve bunun sonucu olarak iki makine arasında malzemelerin spoolarda bekletilmesi suretiyle israf olarak spool kullanılması, iki makine arasındaki dolu ve boş spool hareketi ile yapılan fazla taşıma ve en önemliside malzemenin ikinci bir makineye takılıp tekrar işlem görmesi yani ikiye bölünmesiyle kaybedilen zaman yalın üretimin tam tersi istenmeyen, israf kabul edilen işlemlerdi. Yalın düşünce mantığı ile kesme ve bölme makineleri birleştirildi ve kesme maiknesinde kesilen malzemeler kesme makinesinin sonuna entegre edilen bölme makinesi sayesinde kesildikten hemen sonra bölünmeye başlandı. Böylece fazla taşıma, gereksiz işlem ve ara envanterden tamamen kurtulunmuş oldu.



Kesme ve Bölme Makineleri Ayrı



Kesme ve Bölme Makinesi Birleşik

Şekil 4.5. Kesme ve Bölme Makineleri İyileştirmesi

5S Uygulaması :

5S uygulaması seçilen prosesteki makinelerin tümünde gerçekleştirildi. Önce 5S ile başlanmasındaki neden, mevcut sistemin karışıklık ve düzensizliğinden kurtulmak ve bu sayede iş güvenliğini, verimliliği, kaliteyi ve makine performansını arttırmaktı. 5S ile bir sonraki adım olan SMED çalışması için de hazır bir ortam oluşturulmuş oldu. Şimdi prosesin ilk adımı olan kesme için uygulanan 5S incelenecektir.

1. Adımda Organize Olma : Bu kuralı uygulayarak makinede üretim yapabilmek için gerekli tüm araç-gereç gereksiz araç-gereçten ayıklandı. Gerekli olan arç-gerecin; cetvel, şerit, makas, bıçak, tornavida, kapak... gibi listesi çıkartıldı. Bunun dışındaki tüm araç ve gereç üretim sahasından kaldırıldı. Ayrıca tüm araç gereç, özellikle malzeme taşımak için kullanılan spoollardan hasar görmüş olanlar tamir edildi.

2. Adımda Düzenlilik : Kullanılan makas, bıçak, cetvel gibi malzemelerin üretim ve set-up esnasında nerelerde ve ne zaman kullanıldıkları göz önüne alınarak makine etrafına yapılan uygun yerlere yerleştirildi. Makineden çıkmış yarı mamulün stok alanında tutulması aşamasında rayların üzerlerine etiket koyularak hem operatörün aradığı malzemeyi kolayca ve vakit kaybetmeden bulması hem de izlenebilirlik sağlandı. Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta üretime direkt olarak katkısı olmayan ve üretim sürecinde yer almayan fakat operatör tarafından çalışma saatleri içerisinde yapılması gereken form doldurma, çizelgeyi takip etme, iş emri kağıtlarını değiştirme, gibi araç gerecin yerinin de üretimi aksatmayacak ve vakit kaybettirmeyecek şekilde belirlenmesidir.

3. Adımda Temizlik : Yapılması gereken günlük temizlik sıklıkları ve yerleri belirlendi. Örneğin makinenin yağlanan bıçak kısmındaki yağdan dolayı oluşan kirlilik makinenin durmasına neden olabilir. Bu problem sadece temizlik önlemi alınarak çözülmüş oldu. Temizlik görevleri günlük, haftalık, aylık olarak belirlendi.

4. Adımda Standartlaştırma : Uygulanan bu üç adıma ne kadar riayet edildiği denetlemeler ile kontrol edildi. Ve çıkan yeni ihtiyaçlarda bu eksiklikler kurulmuş olan tertip düzeni bozmadan hemen bir yer bulunarak düzenli kalınması sağlanmıştır. Ayrıca daha önce ilk üç adımda kaldırılan gereksiz malzeme ve aletlerin tekrar çalışma sahasına geri dönmesi düzenli takipler ile önlendi. Bu aşamada artık

temizliği yapan operatörlerin bu işleri yaptıkları ekstra bir iş değilde işlerinin bir parçası olarak görüyor olmaları gerekir.

5. Adımda Disiplin : Düzen ne şekilde olursa olsun sürekli çalışılan bir ortamda daima bozulmaya müsaittir. Bu yüzden kurulmuş bir sistemin bozulmasının önüne geçebilmek için daima takip ve kontrol gereklidir. Buda ancak çalışanlarda bu davranışları bir alışkanlık haline getirmek ve disiplinle mümkündür. Bu aşama için altı çizili olarak vurgulanacak kelime "takip"tir.

Bu çalışma sonunda tespit edilen çok önemli bir nokta var. 5S uygulaması ile eğer prosesin çevrim zamanı sadece makine çevrim zamanına bağlı değilse yani çevrim süresi (C/T) = makine zamanı + operatör zamanı şeklinde ise 5S uygulaması ile mevcut çevrim zamanınızda da bir iyileştirme yapmak mümkündür. Bunun açıklaması şu şekilde yapılabilir operatör üretim için gerek duyduğu malzemeleri daha çabuk bulabiliyor veya üretim süreci içersinde kabullenmek zorunda olduğunuz duruşlara (downtime) müdahele, zamanında ve daha kolay yapılarak toplam çevrim zamanı iyileştirilmiş oluyor. Nitekim 5S uygulamasından sonra çevrim sürelerinde iyileşme görüldü. Bu ileriki bölümde yer alan gelecek durum akış haritasında (VSM) görülecektir.

SMED Uygulaması :

Kesme makinesinde VSM'de de görüldüğü gibi bir changeover için gerekli olan set-up süresi 30 dk'dır. Öncelikle belirtilmeli ki SMED çalışmasında yukarıdaki bölümlerde görülmüş olan yalın üretimin ilkelerinden iş etüdünün önemi ve uygulanması çok önemlidir. Neyin nerede hangi sıra ile kim tarafından, ne kadar sürede yapıldığını en ince ayrıntısına kadar çıkartmak SMED çalışmasının başlangıcı ve temel datası olarak kabul edilebilir.

Yapılan SMED çalışmasını adımları :

1-) Bir ürünün bitişinden kalite onaylı diğer ilk ürüne geçene kadar makinede yapılan hazırlıkların tespit edilmesi ve bu hazırlık faaliyetlerine iş etüdü çalışmasının uygulanması birinci adımda yapılması gereken ilk iştir. Kesme makinesinde set-up

gerektiren ve bir vardiyada yapılması gereken üç farklı adet ürün çeşidi bulunmaktadır. Bu da bir vardiyada 3 x 30 = 90 dakika. üretimin durduğu anlamına gelir. Set-up operasyonlarının süreleri ve adımları tablo 4.2'deki gibi çıkartılmıştır. Mevcut duruma ait olan adımlar ve süreler çıkartıldıktan sonra hangilerinin iç set-up hangilerinin dış set-up olduğuna karar verildi. İç ve dış set-up'lar belirlenirken dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta makinede çalışan operatör dahil olmak üzere makineyle ilgili çalışanlarla birlikte hareket edilmesidir. Hangi set-upların makine çalışıyorken yapılabileceği hangilerinde ise makinenin tamamen durması gerektiği iç ve dış set-up ayrımı yapılarak tablo 4.2'deki gibi belirlendi.

Tablo 4.2. Kod Dönüşümü Aşamaları

Sıra	Operasyon	Süre
1.	Kesilecek malzemeyi makineye takılacak duruma getir.	10 dk
2.	Kesilmiş malzemeyi çıkartmak için vidaları sök.	2,5 dk
3.	Kesilecek malzemeyi makineye tak.	3 dk
4.	Malzeme makineye takıldıktan sonra vidaları sık.	2,5 dk
5.	Eski bıçak takımını çıkart.	3 dk
6.	Eski bıçak takımını yerine götür.	0,75 dk
7.	Yeni bıçak takımını getir.	0,75 dk
8.	Yeni bıçak takımını tak.	3 dk
9.	Bıçağı yağla.	1 dk
10.	Malzeme kesim ölçülerini ayarla,deneme kesimi yap.	3,5 dk
Toplam		30 dk
Sıra	İç Set-up	Süre
2.	Kesilmiş malzemeyi çıkartmak için vidaları sök.	2,5 dk
3.	Kesilecek malzemeyi makineye tak.	3 dk
4.	Malzeme makineye takıldıktan sonra vidaları sık.	2,5 dk
5.	Eski bıçak takımını çıkart.	3 dk
8.	Yeni bıçak takımını tak.	3 dk
10.	Malzeme kesim ölçülerini ayarla.	3,5 dk
Toplam		17,5 dk

Tablo 4.2. Devamı

Sıra	Dış Set-up	Süre
1.	Kesilecek malzemeyi makineye takılacak duruma getir.	10 dk
6.	Eski bıçak takımını yerine götür.	0,75 dk
7.	Yeni bıçak takımını getir.	0,75 dk
9.	Bıçağı yağla.	1 dk
Toplam		12,5 dk

İlk aşamada dış set-up lar yedek istasyon kurulumu, otomatik yağlama sistemi kurulumu gibi para harcanarak yapılan geliştirmeler ve 5S uygulamaları ile toplam set-up süresinden tamamen elenerek set-up süresi 17,5 dakikaya indirldi.

2-) İkinci adımda iç set-up süreleri boyunca makine üretim yapmadığı için bu sürelerin daha da kısaltılması için çalışmalar yapıldı. Vida yerine aç-kapa aparatları takıldı, bıçak takımının takılıp çıkartılmasında sabit oturmalı sistemler yapıldı, kesim ölçülerinin ayarlanmasında metre okuma ve ölçüye getirme işlemleri kolaylaştırıldı. SMED'in bu son adımından sonra iç set-up süresi 9 dakikaya düşürüldü.(tablo 4.3) Bu da vardiyada 3x9 = 27 dakikalık toplam set-up süresi anlamına gelir.

Tablo 4.3. İyileştirmeler Sonrası Kod Dönüşüm Süresi

Sıra	İç Set-up	Süre
2.	Kesilmiş malzemeyi çıkartmak için kapağı aç.	0,5 dk
3.	Kesilecek malzemeyi makineye tak.	3 dk
4.	Malzeme makineye takıldıktan sonra kapağı kapat.	0,5 dk
5.	Eski bıçak takımını çıkart.	1,5 dk
8.	Yeni bıçak takımını tak.	1,5 dk
10.	Malzeme kesim ölçülerini ayarla.	2 dk
Toplam		9 dk

Ayrıca kesme makinesi ile bölme makinesini birleştirmek suretiyle kesilen malzeme aynı makinede direkt bölündüğü için ara ürünün bekletilmesi zaman kaybı elimine edilmiş oldu.

Kanban Uygulaması :

Yalın üretimin ve özellikle JIT sisteminin en önemli özelliği istenilen ürünün istenilen yerde ve gerekli olduğu zamanda mevcut olmasıdır. Bu fiziksel ürün akışının sağlanabilmesi için elbette sitemi takip edilebilir kılacak ve sistemin akışını sağlayacak bir kontrol gerekir. Bu kontrol kart sistemi ile çok basit bir şekilde sağlanabileceği gibi elektronik kanban denilen bir sistemle bilgisayar ortamında da sağlanabilir. Uygulamadaki tercih "hei-junka box" diye adlandırılan kanban arabaları ve kanban kartlarından oluşan basit bir sistem oldu. Bu sistemi kurabilmek için gerekli olan hesaplamalar; sistem içersinde bulunacak kart sayısı, kod dönüşüm sayılarımız, öncelik kuralları ve operasyon kontrolleridir. Hesapları yapılan bu sistemin birde atölye ortamında maximum verimlilikle kullanılması için gereken yerleştirme düzeni vardır. Bunlar kanban arabalarının şekli, raf sayısı, konulacağı yerlerin belirlenmesi, kartların akışının ne şekilde yapılacağı olarak sıralanabilir. Bunların nasıl hesaplandıkları ve uygulandıkları aşağıdaki başlıklar altında gösterilmiştir.

Atölye Ortamında Fiziksel Kanban Yerleşimi :

Kanban arabalarının şekli mevcut bulunan üç değişik malzeme çeşidine bağlı olarak dikey üç bölüme ayrıldı daha sonra bu malzeme çeşitlerinden elde edilecek kaç faklı kod sayısı varsa buda yatay olarak her karta bir raf gelecek şekilde bölündü. Operatörlerin kartları yerleştirirken ve alırken zaman kaybetmelerini önlemek için arabanın üzerine kartların kodlarını gösteren başlıklar koyuldu. Bu kanban arabalarının koyulacağı yer ise malzemenin üretim başlangıcı olan iş istasyonlarının yanına ve ürünlerin makineden çıktıkları olarak belirlendi. Arabaların buraya koyulmasındaki sebepler şu şekilde sıralanabilir ;

- Ürünün gideceği iş istasyonları sayısı 7 iken ürünün elde edildiği ürtetim iş istasyonu sayısının 1 olması.
- Ürünün gideceği iş istasyonlarındaki yer problemi.
- Bu kartların takibinin üretim iş istasyonundaki operatörler tarafından yapılacak olması.
- Ürün kesim önceliğinin belirlenebilmesi için üretim iş istasyonunda bulunan operatörün kanban arabalarının üzerindeki kart durumunu görmesinin gerekmesi. Çünkü kanban görsel kontrole dayalı bir sistem olarak işler.

Kartların fiziksel olarak ne şekilde işleyeceği ise sadece üretim kanbanı kullanılmasından dolayı malzemeyi taşıyan spoolların üzerine yapıştırılması yoluyla yapıldı. Bu sayede ekstra bir kanban kart taşıyıcı kişiye gerek kalmadı. Kesim aşamasında bulunan malzemenin spoolarına kanban üretim kartı operatör tarafından takılır ve sistem FIFO mantığıyla süper marketler aracılığıyla işler. Montaj aşamasında kullanılan malzemenin kanban kartı boş spoolla birlikte tekrar kesim makinesi önünde bulunan süpermarkete gelir ve üzerindeki kart hei-junka kanban kutusuna koyulur.

Kanban Sistemi :

Bu aşamada kanban sayısı, kanban kart büyüklüğü ve sistem içinde bulunacak maksimum stok seviyesi hesaplanacaktır.

Kanban Sayısı: Sistem içersinde bulunacak toplam kart sayısını gösterir. Üretim kanban sayısı ve çekme kanban sayısı olarak iki farklı kanban için hesaplanır. Ancak uygulamada sadece üretim kanbanı kullanıldığı için üretim kanban sayısı hesaplandı. Bu hesaplamaya geçmeden önce şunu belirtmek gerekir, kanban uygulamasına geçmeden önce yapılmış olması gereken SMED ve 5S uygulamaları yapıldı. Çünkü kanbanı gerçek anlamda kullanmak ve kanban sisteminden verim alabilmek için set-up'lar kısaltılmış ve proses arası mesafeler azaltılmış olmalıdır. Kanban sayısı hesaplanırken göz ardı edilmemesi gereken diğer önemli bir konu ise kanban sisteminde bir sonraki prosese giden ürünün hatasız gitmesidir. Buda proses hata kontrolünün yerinde yapılması ve hatalı ürünün bir sonraki prosese geçirilmemesi

anlamına gelir. Çünkü bir sonraki prosese geçen hatalı ürün bu proseste olması gereken zamanda olması gerektiği kadar olan ürünün içinde bulunacağından dolayı prosesin durmasına neden olacaktır.

Kanban Çevrimi = Kanban Toplama Kutusunda Bekleme Süresi + Üretim Kanbanı Kutusuna Transfer Süresi + Üretim Kanbanı Kutusunda Bekleme Süresi + Parti Çevrim Süresi (hazırlık+üretim+bekleme) + Süpermarkete transfer süresi + Süper Markette Bekleme Süresi

Parça Sayısı = Ortalama Günlük Talep * Kanban Çevrimi * (1+ Güvenlik Katsayısı)

Ortalama Günlük Talep = Aylı Talep / Aylık İş günü Sayısı

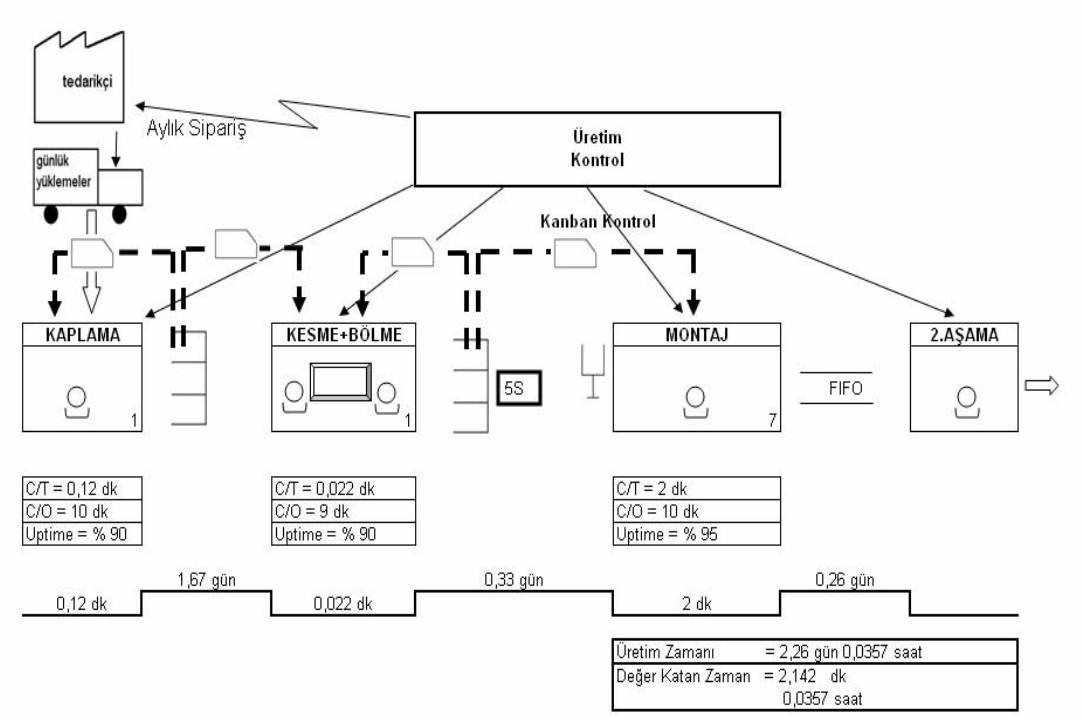
Güvenlik Katsayısı (Talep değişkenliği için kullanılır) <=0,1

Kanban Sayısı = Parça Sayısı / Kasa Taşıyıcı Kapasitesi

Kanban sayısı küsürlü çıktığında tam sayıya tamamlanmalıdır çünkü her kasa için bir kanban kartı kullanılır. Kanban sayıları yukarıdaki formüle göre her ürün için hesaplandı.

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yalın teknikleri sonrası durum;



Şekil 5.1. Uygulama Sonrası Değer Akış Haritası

Mevcut sistemde uygulanan yalın tekniklerinden sonra elde edilen yeni değer akışı şekil 5.1'de görülebilir. Gelecek durum değer akış haritası, mevcut durum değer akış haritası çıkartıldıktan sonra gelecekteki durumu görebilmek amacıyla yapılabilir. Bunun nedeni uygulamalar sonunda ne gibi kazançların üretim sisteminin hangi aşamalarında elde edilebileceğini önceden görmektir. Yukarıdaki gelecek durum değer akış haritası ise yalın teknikleri uygulandıktan sonra elde edilmiş gerçek değerlerdir. Kısacası yalın üretim sonucunda elde edilmesi beklenen, tahmini değerler değil, uygulama sonucunda elde edilen, gerçek değerleri yansıtmaktadır.

Uygulanan yalın teknikleri daha önceki bölümlerde nasıl yapıldıklarıyla ilgili olarak detaylı bir şekilde verilmiştir. Çevrim sürelerinden sadece kesme işlemi 0,025 dakikadan 0,022 dakikaya düşürülmüştür. Bununda değer katan zamana etkisi vardır. Bu küçük değerli gelişim aslında 5S metodlarıyla çevrim sürelerinin de iyileştirilebileceğini göstermektedir. Toplam üretim zamanı 14,27 gün 0,0363 saatten 2,26 gün 0,0357 saate düşürülmüştür. Proseste görüldüğü gibi müşteri aslında sadece ürün üzerine değer katan işlemler için ücret vermektedir yani 0,0363 saatlik katma değer zamanı. Geriye kalan zaman ise ürün üzerinde hiçbir katma değer etkisi olmadığı halde ürünün firmayı katlanmak zorunda bıraktığı işlemlerdir. İşte uygulama sonucunda bu işlemler yalın üretim teknikleri ve düşüncesiyle ürün üzerine harhangibir değer katmayan ve israf sayılan faaliyetlerin bir ksımının elenmesi bir kısmının düşürülmesi yoluyla 12,01 günlük bir kazanç sağlanmıştır. SMED sonucunda set-up'lardaki kısa dönüşüm süreleri ve kanban sistemi WIP miktarlarınıda düşürmüştür. Kanban sistemi olarak kanban uygulama adımında verilen çizelgelemeye göre geriye doğru gidilerek bir çekme sistemi uygulanmaktadır. Üretim kanban kartları üretim istasyonlarında üretim emri verirken, üretilen ürünün kullanıldığı istasyonlardan üretim istasyonuna geri dönmek suretiyle sistemi çevirmektedir.

İşletmelerin envanter bulundurmak istememelerinin en önemli sebeplerinden biride elde bulundurulan envanterin burada bekleyen para demek olmasıdır. Bunun anlamı işletmede duran bu envanter para olarak firmanın elinde olsa bu parayla yapılabilecek yeni yatırımlar, yeni gelişmelerden mahrum kalmaktır. Ayrıca daha hızlı kod değişim süreleriyle üretilen çeşit sayısının artırılabilmesi mümkündür. Böylece giderek müşteri siparişlerine odaklı neredeyse bireysel taleplere göre değişen üretimlere imkan sağlamaktadır. Bu yönüyle firmada yapılan uygulama göz önüne alınırsa sadece belirli bir proseste yapılan bu geliştirme ile firmanın kendi içerisindeki her prosesi iç müşteri olarak algılarsak müşterinin daha hızlı ürünü daha az bekleyerek alıyor olduğunu görebiliriz. Daha az envanter sayesinde fabrikada oluşan alan boşluklarıda yeni yatırımlar için her zaman yöneticilerin dikkatini çekecektir.

Uygulama yapılan firma çok kompleks ve büyük çapta bir firma olduğundan hammadde alımından nihai ürüne kadar olan bütün aşamalarda yalın üretim teknikleri, yalın düşünce ve yalın yönetim uygulandığında sonuçları çok büyük kazançlar getirecektir. Yalın üretim sadece üretim teknikleri değil yalın düşünce ve yalın yönetim gerektiren bir felsefedir. Bu yüzden uygulama sırasında görülen dirençlerin pozitif kazanç ve katılıma dönüştürülebilmesi için kazanç paylaşımı, promosyon, performansa dayalı ücret ödemesi gibi bir takım teşvik edici ve yalınında yapısında barındırdığı sistemlerin uygulanması uygun olacaktır.

Yalın üretim tekniklerinden olan toplam verimli bakımın gereklerinden biride verimli ekipman tasarımıdır. Uygulama yapılan alanda makineler yıllar önce üretilmiş ve o günün şartları için tasarlanmış olduğundan mevcut makine yapılarının değiştirilmesi mümkün olmamıştır. Ancak yalının uygulanacağı diğer alanlarda özellikle verimli ekipman tasarımının daha başlangıçta düşünülerek makine aparatlarının henüz dizayn aşamasında esnek bir yapıda oluşturulmaları ve uygulanacak olan tekniklere göre tasarlanmaları çok büyük kazanç sağlayacaktır.

Günümüzde firmalar artık müşteri odaklı çalışmak zorundadırlar. Müşteri odaklı çalışmak ise üretilen ürünün bütün özellikleriyle müşterinin isteklerine uyması ile olur. Bunu sağlayabilmek içinde hem üretim prosesinin başından sonuna kadar her aşamada hem ürünün sahip olduğu özellikler hem de müşteriye istediği zamanda hizmet verebilmek adına ürünün üretim süresi tamamen müşterinin isteklerine göre belirlenmelidir ve bu müşterinin istekleri haricinde ürün için yapılan her türlü işlem karşılık bulamayacağı için gereksiz ve fazlalıktır. Çünkü müşteri ancak karşılığını ödemeye hazır olduğu faaliyetler için para öder. Bu faaliyetler de ürüne değer katan şekillendiren işlemlerdir. Bu yüzden yalın üretim başlangıcından sonuna kadar sürekli her adımına müşterinin isteklerini koymaktadır. Başlangıcından sonuna kadar bütün akışın görülebilmesini sağlar ve bu sayede müşterinin karşılığını ödemeye razı olmadığı gereksiz işlemler tespit edilip akıştan çıkartılabilir. Bunu yapabilmek içinde yalın teknikleri kullanılır. Bu yüzden yalını uygulamak isteyen firmaların öncelikle hangi pazara yönelik çalışacaklarını belirlemeleri daha sonra müşterilerinin kim olduklarını ve net olarak isteklerini tanımlamaları gerekir. Daha sonra uygulayacakları yalın tekniklerini de yalının sahip olduğu tekniklerin tümü değil

kendi sahip oldukları işlemler ve şartlar çerçevesinde kendilerine uygun olanlardan seçmelidirler. Aksi taktirde yalın üretimle gereksiz işlemlerden kurtulmak yerine ilave işlemlere sahip olabilirler buda fazladan iş yapmak anlamına gelir. Yalını uygulayacak firmaların ayrıca yalının temel taşı ve felsefesi olan yalın düşünce ve yalın organizasyon çatısı altındaki insan faktörünü asla göz ardı etmemelidirler.

Son yıllarda lastik sektörüne yeni lastik firmaları girmiştir. Bu sektörde yer almak ve pazarda sahip olunan payı büyütmek isteyen lastik üreticilerinin muhakkak müşterinin istediği her ürünü sağlayabilmeleri gerekir. Aksi taktirde elde bulundurulan sınırlı çeşitlilikle pazarda büyümek imkansızdır. Daha fazla çeşitte ve küçük miktarlarda üretim yapabilmek ve bu ürünleri müşteriye müşterinin istediği zamanda ulaştırabilmek için lastik sektörünün de yalın üretime ihtiyacı vardır. Türkiye'de lastik sektörü çok kuvvetli bir Lastik-İş sendikasına sahiptir. Bu yüzden üretimde yapılabilecek iyileştirmelerle elde edilecek kazançların öncelikle sendika tarafından kabul edilmesi gerekir. Bu da yalın üretimin yalın organizasyon anlayışına uymayan bir durumdur. Öncelikle sendikayla olan ilişkilerin tekrar düzenlenmesi gerekir. Lastik bileşenlerini imal eden makineler çok büyük hacimli makinelerdir ve bu makinelerde farklı bir ürüne geçmek çok zaman almaktadır. Tamamen kitle üretime uyumlu bu makinelerin yalın üretime uygun hale getirilmeleri ile yalına başlanabilir.

KAYNAKLAR

[1] OKUR, S., A., 2000'li Yıllarda Sanayi İçin Yapılanma Modeli Yalın Üretim, sf. 31-35, Kasım 2005.

[2] WOMACK, J.,P., DANIEL, J.,T., From Lean Production to the Lean Enterprise, pp. 82, 1994.

[3] CESUR, N., Yalın Üretim Arkasındaki Nedenler, Verimlilik Dergisi, sf. 51, 1997.

[4] SHAH, R., PETER, T.,W., Defining and developing measures of lean production, pp. 3, 20 january 2007.

[5] OHNO, T., Toyota Ruhu - Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Evrimi (Çeviri Canan Feyyat), Scala Yayıncılık, sf. 15, 1996.

[6] WOMACK, P.,J., DANIEL, J.,T., ROSS, D., Dünyayı Değiştiren Makine (Çeviri Otomotiv Sanayi Derneği), sf. 13, 1990.

[7] WOMACK, P.,J., DANIEL, JT., Yalın Düşünce, Sistem Yayıncılık, sf. 3, 1998.

[8] CHUAH, K.,H., LEE, S.,S., Lean Manufacturing, pp. 1, 1999.

[9] CORSTEN, H., WILL, T., Reflection On Competitive Strategy and Impact On Production Concepts, Management International Review, Vol.33, pp. 315-334, Haziran 1993.

[10] HOGG, T.,M., "Lean Manufacturing", Human System Management, December, pp. 36, 1993.

[11] AHLSTROM, P., Sequences in the implementation of lean production, European Management Journal, Vol.16, Issue.3, pp. 327, Haziran 1998.

[12] ASKIN, R.,G.,GOLDBERG, J.,B., Design and Analysis of Lean Production Systems, John Wiley and Sons Publishing, New York, pp. 112, 2001.

[13] HOLBCHE, L., Motivating People In Lean Organizations, Publisher; Butterworth&Heinemann, pp. 3, 1998.

[14] BRAIDEN, B.,W., MORRISON, K.,R., Lean Manufacturing optimization of automotive motor compartment system, Computers and Industrial Engineering, Vol.31, Issue.1-2, pp. 99-102, Kasım 1996.

[15] WOMACK, P.,J., DANIEL J.,T., ROSS, D., Dünyayı Değiştiren Makine, Çeviri Osman KABAK, Panel Matbaacılık, İstanbul, sf. 16, 1990.

[16] TİKİCİ, M., AKSOY, A., DERİN, N., Toplam Kalite Yönetiminin radikal unsurlarından birisi olarak yalın yönetim, Lean management as one of the radical components of total quality management, sf. 3, 2006.

[17] ÖZKAN, M.,Yalın Üretim Üzerine 1, Ekim 2004. www.danismend.com

[18] WOMACK, P.,J., DANIEL, J.,T., Lean Thinking, Banish Waste and Create Wealth in Your Corpotation Simon and Schuster, pp. 11, 1996.

[19] HICKS, B.,J., Lean information management understanding and eliminating waste, pp. 4-5, 2007.

[20] www.yalinenstitu.org.tr/neden_yalin_yaklasim.asp, 2007.

[21] KAĞAN, E.Y., Yalın Üretim ve Bazı Yalın Üretim Teknikleri SMED TVB Tek Parça Akış Kalite Çemberleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, sf. 32-34, 2000.

[22] ÖZKAN, M., Yalın Düşünceye Giriş, Ekim 2004. www.danismend.com

[23] HOUSHMAND, M., JAMSHIDNEZHAD B., An extended model of design process of lean production systems by means of process variables, pp. 3, 4 haziran 2005.

[24] MEYERS, F.,E., STEWART, J.,R., Motion and Time Study for Lean Manufacturing, New York; John Wiley and Sons, pp. 214, 2002.

[25] MASHFORD, K, Next Generation Manufacturing, IEE Manufacturing Engineer Journal, 30-34, Aralık/Ocak, pp. 86, 2003/2004.

[26] COLE, R.,E., From Continuous Improvement to Continuous Innovation, ASQ Quality Management Journall, Volume8, Issue4, pp. 15, 2001.

[27] ROTHER, M., SHOOK, J., Learning to see The Lean Enterprise Institute, Massachusetts, pp. 16, 1999.

[28] ÖZKAN, K., BİRGÜN, S., KILIÇOĞULLARI, P., AKMAN, G., Responding to customer requirements with values stream mapping, an automotive industry application, pp. 2, 2005.

[29] LIAN, Y.,H., LANDEGHEM, H.,V., Analysing the effects of lean manufacturing using a value stream mapping-based on simulation generator, pp. 2, 2005.

[30] ABDULMALEK, F.,A., RAJGOPAL, J., Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation, A process sector case study, pp. 3, September 2006.

[31] www.yalinenstitü.org.tr, 2007.

[32] WILLIAM, G.,S., MCDONALD, T.,N., AKEN, E.,M.,V., Equipment replacement decisions and lean manufacturing, Grado Department of Industrial and Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, pp. 5, USA 2002.

[33] CHAN F.,T.,S., Effects of Kanban size on Just-in-Time Manufacturing Systems, pp. 1, 15 November 1999.

[34] SCHORR, J., WALLACE, T., JIT in Production High Performance Purchasing Manufacturing Resource Planning for the Purchasing Profession, pp. 8, 1986.

[35] EMRE, A., Tam Zamanında Üretim Sisteminin Ülkemizdeki Uygulamaları ve Sorunları, Ankara, MPM Yayınları, sf. 5, 1995.

[36] MATSUI, Y., An Empirical Analysis of Just-In-Time Production in Japenese Manufacturing Companies, pp. 1, 20 December 2006.

[37] ÖZKAN, M.,Yalın Üretim Üzerine 2, Ekim 2004. www.danismend.com

[38] BROWNE, J.,B., HARJEN, J., SHIVNAN, J., Production Management Systems: A CIM Perspective, Addison Wesley Publishing Co, pp. 218 1998.

[39] KARLSOON, C., AHLSTROM, P., Assesing Changes Towards Lean Production, International Journal of Operations & Production Managment, Volume: 16, Number: 2, pp. 26, 1996.

[40] ACAR, N., Tam Zamanında Üretim, MPM Yayınları ikinci basım Ankara, sf. 3-5, 1995.

[41] MCLACHLIN, R., Management Initiatives and Just-In-Time Manufacturing, February, pp. 17, 1997.

[42] Monden, Y., Toyota Production System, An Integrated Approach to Just-In-Time, Engineeering Management Pres, Georgia, USA, pp. 28, 1993.

[43] Ohno, T., Toyota Production System Beyond Large-Scale Production, Productivity Pres, Cambridge, Massachusetts, pp, 2, 1988.

[44] WANG, S., SARKER, B.,R., Optimal Models for a multi stage supply chain system controlled by kanban under just-in-time philosophy, Department of Industrial and Engineering Technology, Southeast Missouri State University, USA, pp. 3, 21 December 2004.

[45] BAMBER, L., DALE, B.,G., Lean production, A study of application in a traditional manufacturing enviorenment, pp. 2-3, 2000.

[46] KURT, G., Atölye Tipi Çizelgelemesinin Pozitif Gecikme Performans Ölçütü Altında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, sf. 45-48, 1998.

[47] David, J.,L.,U., Kanban, Just-In-Time At TOYOTA, Management Begins At The Workplace, Productivitiy Pres, Tokyo, pp. 138, 1985.

[48] Monden, Y., Toyota Production System: Practical Aproach to Production Managment, Industial Enginnering and Managment Pres, Norcross, Georgia, pp. 13-21, 1983.

[49] The Lean Enterprise Institute, Brookline, Massachusetts, USA www.lean.org , 1999

[50] Okur, S.,A., Yalın Üretim, Yönetim Dizisi 1, İstanbul, Söz Yayın, sf. 109, 1997.

[51] HAY, E.,J., Tam Zamanında Yönetim, Türkmen Kitabevi, İstanbul, sf. 51, 2009.

[52] Yalın Enstitü Derneği GEMBA Mühendislik Yönetim Danışmanlığı, Eğitim Notları, 2007.

[53] STEUDEL, H.,J., DESRUELLE, P., How To Become a Mean, Lean, World-Class Competior, New York, pp. 164, 1991.

[54] SHINGO, S., A Revulation In Manufacturing, The SMED System, Productivity Press, Portland, pp. 122, 1988.

[55] TAPTIK, Y., KELEŞ, Ö., Kalite Savaşı, İstanbul, Kalder Yayınları, sf. 156, 1998.

[56] www.epa.gov/lean/thinking/fives.htm, 2008.

[57] Hirano H. 5 Pillars of the Visual Workplace , Productivity pres, Portland Oregon, pp. 35, 1990.

[58] ÖZKAN, M., 5S, www.danismend.com

[59] KOBAYASHI, I., 20 Keys to workplace improvement Productivity press, Oregon, pp. 291, 1995.

[60] Goodyear Lastikleri T.A.Ş. Eğitim Notları, 2008.

[61] YINGLING, J.,C., DETTY, R., SOTTILE J., Lean Manufacturing Principles and Their Applicability to the Mining Industry, Mineral Resources Engineering Journal, Vol.9, No.2, 215-238, Imperial College Press, pp. 218, 2000.

[62] CAMPBELL, J.,D., Strategies for Excellence in Maintenance Management, Productivity Pres, Portland Oregon, pp. 126-131, 1995.

[63] ÜRETEN, S., Üretim İşlemler Yönetimi, Planlama, Denetim Kararları, Karar Modelleri ve iyileştirme Yaklaşımları, Gazi Üniversitesi Yayını, Ankara, sf. 240, 1998.

[64] MATHER, H., Competitive Manufacturing, Prentice-Hall, New York, pp. 135, 1991.

[65] NAKAJIMA, S., Introduction to TPM, Productivity Press, pp. 25, 1988.

[66] George Group Consulting,L.P, Eğitim Notları, 2006.

[67] ÖZÇELİKEL, H., Japon Yönetim Sistemleri, İstanbul, SözYayıncılık, sf. 99, 1997.

[68] IMAI, M., Kaizen, Japonya'nın Rekabetteki Başrısının Anahtarı, pp. 5, 1994.

[69] www.onlinekalite.com/htmdosyalar/kaizen.htm, 2007.

[70] ÖZALP, İ., OKTAL, Ö., ULUKAN, C., İşletmelerde Sürekli Kalite Geliştirme Çabaları, A.Ü.A.Ö.F Dergisi, cilt: 14, sayı: 3, Sf. 29, 1997.

EKLER

Mevcut Değer Akşı Haritası İçin Hesaplama yöntemi :

Kaplama

1 lastik = 1 metre
120 dk = 1000 metre
120 dk = 1000 lastik
1 dk = 8,3 lastik

C/T = 0,12 dk
C/O = 50 dk
C/O frekans = 2
Uptime = %90
1 vardiya = 420 dk
Envanter = 70.000 lastik

Çalışma zamanı = 0,9 x 420 = 378 dk
Set-up = 2x 50 = 100 dk
Net çalışma zamanı = 378 – 100 = 278 dk
278 dk = 2.317 lastik/vardiya

70.000 / (2.317*3) = 10,07 gün bekleme süresi

Kesme

1 lastik = 1 metre
25 dk = 1000 metre
25 dk = 1000 lastik
1 dk = 40 lastik

C/T = 0,025 dk
C/O = 30 dk
C/O frekans = 3
Uptime = %90
1 Vardiya = 420 dk
Envanter = 55.000 lastik

Çalışma zamanı = 0,9 x 420 = 378 dk
Set-up = 3x 30 = 90 dk

Net çalışma zamanı = 378 – 90 = 288 dk
288 dk = 11.520 lastik/vardiya
55.000 / (11.520*3) = 1,591 gün bekleme süresi
Bölme

1 lastik = 1 metre
25 dk = 750 metre
25 dk = 750 lastik
1 dk = 30 lastik

C/T = 0,033 dk
C/O = 6 dk
C/O frekans = 10
Uptime = %90
1 Vardiya = 420 dk
Envanter = 60.000 lastik

Çalışma zamanı = 0,9 x 420 = 378 dk
Set-up = 6 x 10 = 60 dk
Net çalışma zamanı = 378 – 60 = 318 dk
318 dk 9540 lastik/vardiya
60.000 / (9540*3) = 2,096 gün bekleme süresi

Birleştirme

2 dk = 1 lastik
C/T = 2 dk
C/O = 20 dk
C/O Frekansı = 1
Uptime = %95
1 Vardiya = 420 dk
Envanter = 300 lastik

Çalışma zamanı = 0,95 x 420 = 399 dk
Set-up zamanı = 1 x 20 = 20 dk
Net çalışma zamanı = 399 – 20 = 379 dk
379 dk = 189.5 lastik
300/ (189,5*3) = 0,52 gün bekleme süresi

Uygulama Sonrası Değer Akış Haritası İçin Hesaplama Yöntemi :

Kaplama

1 lastik = 1 metre
120 dk = 1000 metre
120 dk = 1000 lastik
1 dk = 8,3 lastik

C/T = 0,12 dk
C/O = 10 dk
C/O frekans = 2
Uptime = %90
1 shift = 420 dk
Envanter = 15.000 lastik

Çalışma zamanı = 0,9 x 420 = 378 dk
Set-up = 2x 10 = 20 dk
Net çalışma zamanı = 378 – 20 = 358 dk
358 dk = 2.984 lastik/vardiya

15.000 / (2.984*3) = 1,67 gün bekleme süresi

Kesme ve Bölme

1 lastik = 1 metre
22 dk = 1000 metre
22 dk = 1000 lastik
1 dk = 45,45 lastik

C/T = 0,022 dk
C/O = 9 dk
C/O frekans = 3
Uptime = %90
1 shift = 420 dk
Envanter = 15.954 lastik (Bu kısımda 1 vardiyalık stokla gittiğimizi varsayıyoruz)

Çalışma zamanı = 0,9 x 420 = 378 dk
Set-up = 3x 9 = 27 dk
Net çalışma zamanı = 378 – 90 = 351 dk
288 dk = 15.954 lastik/vardiya

15.954 / (15.954*3) = 0,33 gün bekleme süresi

Birleştirme

2 dk = 1 lastik
C/T = 2 dk
C/O = 10 dk
C/O Frekansı = 1
Uptime = %95
1 vardiya = 420 dk
Envanter = 150 lastik

Çalışma zamanı = 0,95 x 420 = 399 dk
Set-up zamanı = 1 x 10 = 10 dk

Net çalışma zamanı = 399 – 10 = 389 dk
389 dk = 194,5 lastik/vardiya
Bekleme süresi = 389/(194,5*3) = 0,26 gün

ÖZGEÇMİŞ

Murat Salih DEMİRKIR 18.02.1981 de Sakarya'da doğdu. İlk eğitimini Adapazarı Kurtuluş İlkokulu, orta eğitimini Adapazarı Ozanlar Lisesi, lise eğitimini Adapazarı Atatürk Süper Lisesinde tamamladı. 2000 yılında Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği bölümüne girdi. 2004 yılında Sakarya Üniversitesinden mezun oldu. 2005 yılında Arma Filitre fabrikasında üretim planlama mühendisi olarak çalıştı. 2006 yılında Goodyear Adapazarı Fabrikasında Endüstri Mühendisi olarak çalışmaya başladı ve şu anda aynı yerde endüstri mühendisi olarak görev yapmaktadır.