

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
TABLolar DİZİNİ	iv
KISALTMALAR	v
GİRİŞ	1
1. YALIN ÜRETİM SİSTEMİNE GENEL BAKIŞ	3
1.1 YALIN ÜRETİM SİSTEMLERİ TANIMI VE GELİŞİMİ	3
1.1.1 Tanım:	3
1.1.2 Tarihsel Gelişimi:.....	5
1.1.3 Yalın Düşünceye Geçiş	7
1.2 YALIN DÜŞÜNCENİN ANA PRENSİPLERİ	7
1.2.1 Değer	7
1.2.2 Değer Akışı.....	8
1.2.3 Sürekli Akış	10
1.2.4 Çekme.....	11
1.2.5 Mükemmellik.....	11
1.3. DEĞER AKIŞ HARİTALAMA	14
1.4 TÜRKİYE'DE YALIN ÜRETİM.....	15
2. YALIN ÜRETİM YÖNTEMLERİ	17
2.1. KANBAN SİSTEMİ.....	18
2.2 KARIŞIK YÜKLEME VE ÜRETİMDE DÜZENLİLİK	20
2.3 TEK-PARÇA AKIŞI.....	22
2.4 MAKİNELER VE ATÖLYELER ARASI EŞ ZAMANLILIK.....	23
2.5 U-HATLARI, SHOJİNKA, İŞ ROTASYONU VE İŞ TANIMLARI.....	24
2.6. POKA-YOKE VE DENEY TASARIMI (DOE).....	26
2.7 TOPLAM ÜRETKEN BAKIM	27
2.8 BİR DAKİKADA KALIP DEĞİŞTİRMEK (SMED).....	30
2.9 KALİTE ÇEMBERLERİ	33
3. YALIN ÜRETİMİN SİSTEMİ'NİN BİR OTOMOTİV YAN SANAYİSİ FİRMASINDA UYGULANMASI	34
3.1 FİRMA HAKKINDA	34

3.1.1 Firmanın Operasyonları	35
3.1.2 Üretim Planlama ve Programlama	36
3.1.3 Araç Yerleşimi ve Temel Operasyonlar	37
3.1.4 Üretim Çevresi:	37
3.2 YALIN ÜRETİME DÖNÜŞÜM İÇİN YOL HARİTASI	39
3.2.1 YOL HARİTALARININ ÖNEMİ	39
3.2.2 Kullanılan Yol Haritasına Genel Bakış	41
3.3 MEVCUT DURUM ANALİZİ	41
3.3.1 Değer Akış Haritalama	41
3.3.2 Maliyet ve Karlılık Analizi	42
3.4 OPERASYONLARIN MEVCUT DURUMLARI	45
3.4.1 Talep Değişimleri	45
3.4.2 Programlama	46
3.4.3 Kilit Operasyonel Konular	46
3.5 KÜLTÜREL DEĞİŞİKLİK VE LİDERLİK	47
3.6 YALIN ÜRETİMİ VE ALTI SİGMAYI UYGULAMAK	47
3.6.1 Eğitim Süreci	48
3.6.2. Geçiş Süreci	48
3.6.3 Takımların Sürekli İyileştirme Süreçleri	48
3.7 TEDARİK ZİNCİRİNİ GELİŞTİRMEK	49
3.8 GELECEK DURUMUN TAHMİN EDİLMESİ VE UYGULANMASI	51
3.8.1 Gelecek Durumun Tahmini	52
3.8.2 Kilit Destek Süreçlerin Fonksiyonu	54
3.9 TOPLAM ÜRETKEN BAKIM	56
3.10 UYGULAMA YAKLAŞIMLARI VE SONUÇLARIN İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRİLMESİ	58
4. SONUÇLAR	68
EKLER	70
Ek 1 DEĞER AKIŞ HARİTALAMA SEMBOLLERİ	70
KAYNAKLAR	75

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Yalın Üretim İle Sağlanan Tasarruf Oranları.....	12
Şekil 1.2 Yalın Yol Haritası	13
Şekil 1.3 Değer Akış Analizinin Şematik Gösterimi.....	15
Şekil 3.1 Firmanın Organizasyon Şeması.....	35
Şekil 3.2 Firma Temel Üretim Süreci.....	36
Şekil 3.3 Fabrika Yerleşimi Ve Malzeme Kaba Akışı	38
Şekil 3.4 Yalın Firmaya Etkin Dönüşüm Süreci.....	39
Şekil 3.5 Yalına Geçiş Yol Haritası.....	40
Şekil 3.6 Firmada Kullanılması Önerilen Dönüşüm Yol Haritası.....	41
Şekil 3.7 Firma Mevcut Durum Haritası	43
Şekil 3.8 Karlılık Analizi Örneği	44
Şekil 3.9 Firmanın Maliyet Dağılımı	44
Şekil 3.10 Firmadaki Talep Değişimi	45
Şekil 3.11 Firmanın Tedarik Zinciri Şeması	50
Şekil 3.12 Firma Gelecek Durum Haritası	53
Şekil 3.13 Firmalar İçin Ölüm Spirali.....	55
Şekil 3.14 Firmanın Organizasyon Şemasındaki Öngörülen Değişiklik.....	58
Şekil 3.15 Firmanın Toplam Ekipman Etkinlik Oranı	61
Şekil 3.16 Firmada Aylara Göre Bitmiş Ürün Stok Seviyeleri	62
Şekil 3.17 Firmada Aylara Göre Teslimat Süreleri	64
Şekil 3.18 Firmanın Verimlilik Değerleri.....	65
Şekil 3.19 Firmanın Iskarta Maliyetleri	66

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1 Geleneksel Üretim ile Yalın Üretimin Karşılaştırılması	4
Tablo 1.2 Geleneksel Tarzda ve Yalın Üretim Tarzında Üretim Yapan İki Firmanın Karşılaştırılması.....	5
Tablo 3.1 Firmada Gerçekleştirilen Aksiyonlar	59
Tablo 3.2 Ekipman Etkinlik Oranları İçin İstatistiksel Sınama Tablosu.....	62
Tablo 3.3 Stok Seviyeleri İçin İstatistiksel Sınama Tablosu	63
Tablo 3.4 Teslimat Süreleri İçin İstatistiksel Sınama Tablosu.....	64
Tablo 3.5 Verimlilik oranları İçin İstatistiksel Sınama Tablosu	66
Tablo 3.6 Iskarta Maliyetleri İçin İstatistiksel Sınama Tablosu	67

KISALTMALAR

WIP: Work in Process

PPM: Part Per Million

DOE: Design of Experiment

SMED: Single Minuet Exchange of Dies

TPM: Total Productive Maintenance

5S: Seiri-Sınıflandır, Seiton-Sırala, Seiso-Sil, Seiketsu-Standartlaştır, Shitsuke-Sahiplen

OEE: Overall Equipment Efectiveness

GİRİŞ

Endüstri dünyasında 1920'li yıllara kadar olan süreç emek-yoğun üretimin ağırlıklı olarak uygulandığı dönem olmuştur. Emek-yoğun üretim sisteminde iyi eğitilmiş vasıflı işçi türü büyük rol oynar. Basit ve çok amaçlı tezgâhlar ile tüketicinin isteğine göre her tür üretim gerçekleştirilir.

Birinci Dünya Savaşından sonra Henry Ford ve General Motors'dan Alfred Sloan dünya otomotiv sanayisini yüzlerce yıldır Avrupalı firmaların öncülüğünde yürüten emek ağırlıklı üretim tarzından seri üretim çağına taşdılar. 1920 yılından sonra Henry Ford ve Alfred Sloan kitle üretimi yöntemini geliştirdiler. Kitle üretimi metodu, belirli konularda yetişmiş profesyonellerin dizaynı ile vasıfsız veya az vasıflı işçi kullanarak pahalı ve tek amaçlı tezgahlarla üretim yapar.

İkinci Dünya Savaşından sonra, Japonya'da Toyota Motor İşletmesinden Eiji Toyoda ve Taiichi Ohno yalın üretim kavramına öncülük ettiler. Bugün dünyanın her tarafındaki imalatçılar yalın üretimi benimsemeye çalışıyorlarsa da gelişme ağır ilerliyor. Bu sistemde ilk ustalaşan şirketler Japonya'da toplanmıştır. Rekabet koşullarının gittikçe yoğunlaştığı günümüzde, Türkiye Sanayisi de yeniden bir yapılanma zorunluluğu ile karşı karşıyadır. Firmalar bu zor şartlarda varlıklarını sürdürebilmek için mevcut üretimlerinde bazı alternatif yaklaşımlar geliştirmek durumunda hissetmektedirler.

Kimi zaman tam zamanında üretim (just-in time production), kimi zaman Toyota üretim (Toyota production), kimi zaman da stoksuz üretim (non-stock production) olarak da adlandırılabilen yalın üretim (lean production) sistemleri Japonya'da 1940'ların ikinci yarısından itibaren de özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde yaygınlaşmaya başlayan bir üretim ve yönetim sistemidir. 1900'lerin başlarında, Amerikan Ford şirketi tarafından geliştirilip, kısa sürede tüm dünyaya yayılan seri ya da kitle üretim (mass production) sistemlerine alternatif olan ve bu sistemlerin tam aksine savunan yalın üretim sistemleri yerleşik olan tüm kanıları altüst etmektedir¹.

Yalın üretim artık sanayi çevrelerinden akademisyenlere kadar uzayan geniş bir yelpaze içinde dünyanın "en iyi uygulaması" konumunda değerlendirilmektedir.

¹ Okur,A.S., "Yalın Üretim – 2000'li Yıllara Doğru Türkiye Sanayii İçin Yapılanma Modeli", Söz Yayın, Eylül 1997: 1-3

Bu tezin amacı, klasik olarak günümüze kadar kullanılan seri üretime yerine onun dezavantajlarını ortadan kaldırmaya yönelik olarak geliştirilen yalın üretimin özelliklerini anlatmak ve özellikle otomotiv sektöründe yaygın olarak yer bulmaya başlayan bu yeni sistemin yine bir otomotiv yan sanayi firmasında uygulamasını gerçekleştirmek ve yeni sistemin avantajlarıyla birlikte sonuçlarını ortaya koymaktır. Bu çerçevede ilk bölümde Yalın Üretim Sistemlerine genel bir bakış olarak tanımı, tarihsel gelişimi ve prensipleri ve Türkiye'deki Yalın Üretim gelişimi verilmiş, ikinci bölümde yalın üretim yöntemlerinden bahsedilmiş, üçüncü bölümde Yalın Üretim Uygulaması gerçekleştirilmiş ve son bölümde sonuçlar tartışılmıştır.

1. YALIN ÜRETİM SİSTEMİNE GENEL BAKIŞ

1.1 Yalın Üretim Sistemleri Tanımı ve Gelişimi

1.1.1 Tanım:

Yalın üretim, yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok, işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların en aza indirildiği üretim sistemi olarak tanımlanmaktadır.

Yalın üretimi karakterize eden altı başarı faktörü vardır. Bunlar; proje yöneticisi, ekip çalışması, bilgi kültürü, tedarikçilerle uyum, eşzamanlı mühendislik ve tüketici oryantasyonudur. Bunlardan ekip çalışması, proje yöneticisi ve tüketicilerle uyum, yalın üretim kavramını daha az rekabetçi alternatif olan Tayloristik yapılandırılmış üretim kavramından ayıran faktörlerdir.

Yukarıdaki anahtar faktörleri başarılı bir şekilde uygulamayı öngören bu yaklaşım tarzının kökeninde, kalite anlamı ve sistemini değiştiren Toplam Kalite Kontrol Sistemi bulunmaktadır. Kalitenin "kalite kontrol" veya "kalite güvencesi" gibi tek bir bölümün sorumluluğu olmadığını, kalitenin, mal ve hizmetler oluşturulurken aşama aşama elde edildiğini benimseyen bu sistem, yalın üretimin köşe taşlarından birisidir. Yalın üretimin kalite anlayışı, müşterinin bir mal veya hizmeti satın alırken bu mal veya hizmette var olduğunu ümit ettiği ve kullanım esnasında ihtiyaç duyacağı tüm beklentilerini eksiksiz karşılanmasıdır. Özetle yalın üretim kalite anlayışına yeni boyutlar kazandırmıştır. Yalın üretimin, pazardan gelebilecek hedefleri anında karşılayabilmek için tepe yönetimden işçisine ve yan sanayicisine kadar herkesin çalışmasını bir bütün olarak birleştirir. Üretimin her düzeyinde çok yönlü eğitilmiş işçi ekipleri çalıştırılır ve yüksek derece esnekliği olan, otomasyon düzeyi yüksek makineler kullanılır. Diğer yandan sorumluluk firmanın organizasyon yapısının en alt kademelerine kadar itilir. Bu sorumluluk çalışanların kendi çalışmasını kontrol etme özgürlüğü anlamına gelir ².

Japon otomotiv endüstrisi tarafından geliştirilen yalın üretim; emek-sanat bağımlı ve seri üretimin avantajlarını birleştirir ve bu sayede öncekinin yüksek maliyetinden ve sonuncunun katılığından sakınmış olunur. Yalın üretimde; çok çeşitli ürünler üretmek için kuruluşun her düzeyinde çok yönlü eğitilmiş işçi ekipleri çalışır ve yüksek düzeyde esnekliği olan, otomasyonu

² Okur, A.S., 1997: 5-6

gittikçe artan makineler kullanılır. Yalın üretim "yalın"dır, çünkü seri üretimle kıyaslandığında her şeyin daha azını kullanır. 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.

Seri üretim ile yalın üretim arasındaki en çarpıcı farklılık asıl amaçlarında yatmaktadır. Seri üreticiler kendilerine sınırlı bir hedef tayin ederler. Bu da, azami sayıda, standardize edilmiş ürünler anlamına gelir. Daha iyisini yapmak, bu anlayışa göre çok pahalıya mal olacaktır veya insanın doğal yeteneklerini açacaktır. Diğer tarafta, yalın üreticiler kesin olarak kusursuzluğu hedef almışlardır: Devamlı düşen maliyetler, sıfır bozuk mal, sıfır stok ve sonu gelmeyen ürün çeşitliliği gibi. Yalın üretici bu hedefe ulaşmak için sürekli mükemmellik arayışı içindedir.

Yalın üretim, daha fazla profesyonel yeteneklerin öğrenilmesini ve bunların katı bir hiyerarşiden ziyade yaratıcı bir şekilde bir takım atmosferi içinde uygulanmasını gerektirmektedir. Ana amaç, sorumluluğu kuruluşun yapısal piramidinde çoğunluğu oluşturan alt kademelerdeki kişilere yaymaktır. Yalın üretim sistemi ile geleneksel üretim sistemi arasındaki farklar Tablo 1.1 de geleneksel ve yalın üretim tarzıyla üretim yapan iki büyük firma için bazı parametrelerin sayısal karşılaştırılması Tablo 1.2'de özetlenmiştir ³.

Tablo 1.1
Geleneksel Üretim ile Yalın Üretim karşılaştırılması

	Geleneksel Üretim	Yalın Üretim
Planlama	Tahminlere Göre	Müşteri Siparişi
Üretim	Stok	Müşteri Siparişi
Hazırlık Süreleri	Uzun	Kısa
Ürün Grubu Hacmi	Büyük-Stok&Kuyruk	Az-Sürekli Akış
Denetim/Yoklama	Gözlemci/Yönetici	%100 Çalışan/İşçi
İşçi Yetkilendirmesi	Az	Yüksek
Yerleşim Düzeni	Fonksiyonel	Ürün Akışı
Esneklik	Az	Yüksek

³ Womack, J.P., Jones, D.T ve Roos, D., The Machine that Changed the World, Rawson Associates, New York, NY, 1990: 35

Tablo 1.2
Geleneksel Tarzda ve Yalın Üretim Tarzında Üretim Yapan İki Firmanın Karşılaştırılması

	General Motors Geleneksel Üretim	Toyota Yalın Üretim
Yer	ABD	Japonya
Otomobil başına harcanan montaj saati	31	16
100 otomobildeki montaj hata sayısı	130	45
Otomobil başına montaj alanı	0,75	0,45
Parça stok (ortalama)	2 hafta	2 saat
Tamir Alanı	% 15	Yok
Devamsızlık	% 15	Yok

Yalın Üretim, en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine de bire bir uyabilecek/yanıt verebilecek şekilde, en az israfla (daha doğrusu israfsız), ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp, potansiyellerin tümünden yararlanılarak nasıl gerçekleştirilebileceğini arama olarak tanımlanabilir. Yalın üretim tüm bu üretimlerin aynı anda gerçekleştirme ilkesine dayanır. Konvansiyonel kitle üretimi yaklaşımını reddeden, herşeye alışılmışın tersi yönünde yaklaşan bir sistemdir. Genel geçer kabul edilmiş tüm kuralları ve ilkeleri sorgulayan, hiçbir yerleşik kanıyı mutlak görmeyen şüpheli bir yaklaşımın, ya da felsefenin ürünü olarak doğmuş ve gelişmiştir.

1.1.2 Tarihsel Gelişimi:

Yalın Üretim ve Yönetim Sistemlerinin temeli ilk olarak 1950'lerde Toyoda ailesinin bireyleri mühendis Eiji Toyoda ve beraber çalıştığı deha mühendis Taichi Ohno'nun öncülüğünde, Japon Toyota firmasında atılmıştır. Bu ikili 1950'de Ford firmasını incelemek üzere Amerika'ya yaptıkları gezilerinden edindikleri bilgilerin ışığında Ford'un yüzyılın başından itibaren öncülük ettiği kitle üretim sisteminin Japonya için hiç de uygun olmadığına karar verirler ve bu karar yepyeni bir üretim ve yönetim anlayışının ilk adımlarının atılmasına neden olur.

İkilinin saptamaları özetle şöyledir. Kitle üretiminde, her üretim faktörü ya da unsur olabildiğinden çok sayıda kullanıp, üretim pek çok gereksizlik ya da israf (muda) içermektedir. İsrafın kaynağı, sistemin aşırı bir iş bölümüne dayanması, yani, gerek makineler gerek de işçilerin, çoğu kez sadece tek bir ürün için tek bir operasyon gerçekleştirecek şekilde organize

edilmeleri, edebiyat deyimiyle, tek bir işe/operasyona adanmış olmasıdır (dedicated). Makineler özellikle bu tür bir adanmışlık sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Üretim organizasyonuna bu şekilde yaklaşılması, bir yandan üretim faktörlerinin gereksiz yere kitlesel boyutta kullanılmalarına yol açmakta, öte yandan da üretime aşırı bir rijidite ve hiyerarşi getirip, üretimde esnekliğe set çekmektedir. Ayrıca işçiler birer el gücü olarak algılanıp, beyin güçleri üretimin iyileştirilmesine kanalize edilmemekte, en kötüsü değişken maliyet (variable cost) olarak görülüp işlerin kötü gittiği dönemlerde rahatlıkla işten çıkarılabilmektedirler. Sonuç, üretim faktörlerinin olabilecek azami potansiyellerinden yararlanılmamasıdır⁴.

Gözlemlenen diğer önemli nokta şudur: Üretimdeki adanmışlık ve esneksizliğin doğal bir sonucu olarak kalıp değiştirme ya da bir üründen diğerine geçebilmek için gerekli ayarlamalar (set-up) çok uzun süre almakta, dolayısıyla büyük lot üretme zorunluluğu doğmaktadır. Büyük lot üretimin en önemli yan etkisi, özellikle işlenmekte olan (work in process-WIP) ürün stokunun çok yüksek düzeylere çıkmasıdır⁵.

Yüksek stok, hem önemli bir maliyet kaynağıdır, hem de üretime bir tür rahvet getirmektedir. Üretimde kalitenin %100 sağlanması gereken bir olgu olarak görülmemesine neden olmaktadır. Iskarta durumunda yedekteki stoktan takviye edebilme şansı vardır. Oysa, iskarta akabinde gelen onarım bir yandan maliyetleri yükseltmekte, diğer yandan da müşteri memnuniyetsizliğine ve güvensizliğine yol açmaktadır.

Sistemin bütünü incelendiğinde, kitle üretim sistemi esneklikten yoksundur; katı bir hiyerarşiye dayanmaktadır ve kitlesellik israf içermektedir. *Ancak tüm bunlar 1950'ler Amerika'sında sorun yaratmamaktadır. Çünkü kısıtlı tipte aracın bolca satılabileceği, çoğunluğunu elinde harcayacak parası olan orta sınıfın oluşturduğu, henüz doymamış bir pazardır. Japonya'da ise tam aksi bir görünüm söz konusuydu; Japon pazarı çok daha küçük bir pazardı ve kişi başına milli gelir oldukça düşüktü. Pazarın küçük olmasına karşı farklı tipte araçlara talep vardı ve rekabet Amerika'ya göre çok daha yüksekti⁶.*

Bu koşullarda Japon üreticileri için adanmış işçi ve makineler topluluğu ile, kısıtlı tipte araçtan yılda milyonlarca üretmek mümkün olmamaktadır. Tam tersine, 1950'ler

⁴ Okur, A.S., 1997: 14-25

⁵ Cusumano, M.A., The Japanese Automobile Industry, The Council of East Asian Studies, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1989: 270

⁶ Womack, J.P., Jones, D.T ve Roos, D., 1990: 50

Japonya'sında üreticilerin gündeminde olan, aynı anda, farklı tip araçları hem de her birinden çok düşük sayıda üretip, yine de düşük maliyet tutturma zorunluluğudur. Çok az sayıdaki üretim faktörünü esnek ve etkin kullanmanın yollarını bulmak ve üretimi maliyeti arttırıcı tüm etkenlerden, gereksizliklerden ve israftan arındırmak zorunludur. Üstelik 1950'lerde getirilen yeni yasalarla, gerek işçi sınıfı gerek de yan sanayiler, önemli bir pazarlık gücü elde etmişlerdir ve Amerika'daki gibi istenildiği zaman işten çıkarılacak, ya da sözleşmesi fes edilecek birer değişken maliyet olarak algılanmaya karşı çıkmaktadırlar⁷.

Tüm bu koşullar ve zorunluluklar altında Toyoda ve Ohno'nun öncülüğünde adım adım ilerlenilerek, titizlikle incelenerek ve geliştirilerek, bugün yalın üretim olarak tanımlanan sistemin ortaya çıkması ve kısa sürede Japon ekonomisine yayılması söz konusu olmuştur.

1.1.3 Yalın Düşünceye Geçiş

Yalın Düşünce'nin amacı, yalın bir üretim sistemine, yalın bir şirkete, yalın bir değer zincirine ulaşmak ve yönetimin ilgi merkezini değiştirerek, "değer"i "israf"tan ayırt edilmesini sağlamak, organizasyonlar-teknolojiler-sabit kıymetler yerine kaynakları ürüne ve ürünü etkileyecek çalışmalara odaklamak, israflardan arınarak zenginliği yakalamaktır. Yalın Üretim (Lean Production) tedarikçi-üretici-müşteri zincirini kapsayan temel tekniklerden oluşan ve stoksuz üretimi amaçlayan bir üretim ve yönetim biçimidir. Yalın üretimde ana strateji, hızı artırıp, akış süresini azaltarak, kalite-maliyet-teslimat performansını aynı anda iyileştirmektir. Yalın Üretim'de emek-zanaat yoğun üretim ile seri üretimin üstünlükleri bir araya getirilmiştir⁸.

1.2 Yalın Düşüncenin Ana Prensipleri

Yalın üretim bir anlamda üretim sistemlerinde yeni bir çağı temsil etmektedir. Sistem seçkin, farklı bir üretim modeli önermekte ve çalışanlar yalın üretim sisteminde seri üretimin aksine daha özgür bir ortamda yaratıcı vasıflarını ön plana çıkarmaktadırlar.

1.2.1 Değer

Yalın düşüncenin başlangıç noktası "değer"dir. Değeri üretici yaratır ama değer ancak nihai müşteri tarafından tanımlanabilir. Değeri yaratan üreticiler çoğu zaman değeri doğru

⁷ Cusumano M.A., 1989: 266

⁸ Shingo, S., Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous Improvement, Productivity Pres, MA, 1988: 8-10, 301-363

tanımlayamazlar. *Örneğin Amerikan firmaları kısa dönemli rekabet taktikleri ve zincirin başındaki tedarikçilerden kar transferi yöntemleri ile değer yarattıklarını düşünürler. Genellikle mühendisler tarafından yönetilen ve teknik donanımı çok güçlü olan Alman firmaları, değeri ürünün teknik karmaşıklığı ve teknoloji ile bağlantılı olarak tanımlama eğilimindedir. Japonya'da ise değer tanımının bir diğer çarpıtılması olan değer nereden yaratıldığı konusu önem kazanmaktadır. Oysa asıl yapılması gereken, değeri müşteri perspektifinden bakarak yeniden düşündürmektir. Değer tanımının anlamlı olabilmesi için müşterinin ihtiyaçlarını, belli bir zamanda ve belli bir fiyattan karşılayan belli bir ürün ya da hizmet cinsinden ifade edilmesi gerekir⁹.*

Yanlış ürün ya da hizmetin doğru veya doğru ürünün zamanından önce üretilmesi sadece israftır. Ürün bazında değer, müşteri tanımlarına uygun bir şekilde üretici tarafından yaratılan, müşterinin gereksinimlerini belli bir zaman diliminde, belli bir fiyattan karşılayan, belli özelliklere sahip ürün yada hizmettir. Değeri tanımlamak için öncelikle belli bir müşteri grubu belirlenir ve bu müşterilerle ilişkiye geçilir. Müşterinin üründe olmasını istediği özellikler belirlenir. Mevcut üretim kaynakları engel olarak görülmez. Ürünle ilgilecek özel ekipler oluşturulur. Ürüne ait birim maliyet belirlenir.

1.2.2 Değer Akışı

Yalın düşüncenin ikinci adımı değer akışının tanımlanmasıdır. Değer akışı ham maddenin nihai ürüne dönüşme sürecindeki bir üreticiden diğer üreticiye ve son kullanıcıya kadar olan tüm aşamaları içerir ve inanılmaz boyutlarda israf barındırır. İsrafın 7 ölümcül şekli vardır. Bunlar ¹⁰:

1. Hatalı üretim
2. Talebin üzerine çıkan fazla üretim
3. İşlenmeyi ya da tüketilmeyi bekleyen parça envanterleri
4. Gereksiz insan hareketleri
5. Gereksiz ürün taşımaları

⁹ Shingo, S., 1988:301-363

¹⁰ Rother, M., Shook, J., Learning to See Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, The Lean Enterprise Institute, Brookline, Massachusetts, USA, 1999: 20

6. Çalışanların, süreç ekipmanlarının işini bitirmesini ya da önceki faaliyetleri beklemeleri

7. Karmaşık iş süreçleridir.

Yalın düşünce, bir kavramın somut ürün tasarımına, uzak bir yerlerde üretilen ham maddenin kullanıcının elindeki ürüne dönüşümünün gerçekleştiği ürün yaratma sürecindeki faaliyetlerin bütününe bakabilmeyi gerektirir. Bu bakış aynı zamanda faaliyet zincirindeki işletmelerin kazan-kazan tarzı bir ilişkiyi kurabilmesinin de yoludur.

Üretimde üç tip aktivite vardır:

1. Müşterinin istediği yönde dönüşümü sağlayan "değer yaratan" aktiviteler (boyama, montaj, dokuma gibi)

2. Müşteri açısından anlamı olmayan ancak işin yapılabilmesi için gerekli olan "değer yaratmayan fakat zorunlu" işler (kalıp bağlama, ayar, nakliye gibi)

3. Bekleme, sayma, sıralama, hata, tamir gibi "değer yaratmayan ve kaçınılabılır" işler

Değer akışları incelendiğinde değer yaratmayan aktivitelerin yani israfın, zamanın ve kaynakların çoğunu tükettiği görülür. Bu israfların yok edilmesi zaman ve maliyet boyutunda radikal iyileşmeleri getirecektir.

Değer tanımlanıp değer akışındaki israflar ayıklandıktan sonra geride kalan değer yaratan aşamaların art arda sürekli akış halinde gerçekleştirilmesini sağlamak, yalın düşüncenin bir diğer ilkesi ve önemli boyutta tasarruf potansiyeli taşıyan aşamasıdır. Değer akışını analizi ile, değer akış yollarının haritalandırılması metodu kullanılarak, akış yolu üzerindeki israflar tespit edilip israfların ortadan kaldırılması amaçlanır. Bu aşamada ele alınması gereken süreçler ¹¹:

* Ürün geliştirme süreci (tasarım, üretim...)

* Bilgi yönetimi süreci (sipariş, planlama...)

* Fiziksel dönüşüm süreci (hammadde, ürün...) dir.

¹¹ Womack, P.J. ve Jones, D., Yalın Düşünce, Sistem Yayıncılık, 1998: 18-19

1.2.3 Sürekli Akış

Akış ilkesinin potansiyelini ilk algılayanlar Henry Ford ve ortakları olmuştur. 1913 yılında T model arabanın üretimi için gerekli çaba, son montaj hattında sürekli akış uygulanarak %90 oranında azaltılmıştır. Ancak bu yaklaşım özel koşullarla sınırlı kalmıştır. Çünkü on dokuz yıl boyunca hep aynı modelden çok yüksek miktarlarda üretim yapmak ancak o günün pazar koşullarında mümkün olmuştur.

Günümüzde ise bir üründen milyonlarca yerine sadece onlarca veya yüzlerce talep edilen ufak parti üretim ortamında, tüm ürün çeşitleri için sürekli akışı gerçekleştirmek ve bunu müşteri talebindeki dalgalanmalara uydurmak gerekmektedir. Bunu başaran işletmelerde üretkenlik ve kalite düzeyinde ciddi sıçramalar sağlanabilmiştir. Klasik kitle üretiminde tasarım, üretim, ya da satış faaliyetleri için yapılması gereken işlemler tiplerine göre gruplandırılarak her iş tipi için bölümler oluşturulur. Ürün bu Bölümler arasında ve işlem gören diğer ürünler arasında sırasını bekleyerek dolaşmaya başlar. Sonuç gecikmeler, geriye dönüşler, gözden kaçan problemler ve pek çok israftır. Ancak akışın sağlanması yeterli değildir. İstenmeyen ürünleri hızla akıtmak sonuçta sadece israf olacaktır. Müşteriye istemediği ürünlerin itilmesi yerine müşteri istediğinde ürünü çekmesini sağlamak pek çok israf kaynağını ortadan kaldıracaktır. Sürekli akış uygulandığında ürün geliştirme, sipariş alma, fiziksel üretim işleri çok kısa sürede tamamlanabilir hale gelecektir. Bu müşterinin gerçekten istediği şeyleri, tam istediği zamanda tasarlayabilme, planlayabilme ve üretebilme imkanını verdiğiinden satış tahmini yapmak, karmaşık planlama yazılımları kullanmak, stokta kalan ürünleri itmek için kampanyalar düzenlemek zorunluluklarını ortadan kaldırarak sadece istenen şeylerin daha iyi üretilmesine odaklanabilmeyi de sağlayacaktır. Bu amaçla akışı sağlanan ürün üstüne odaklanılır ve akışı engelleyen iş tanımları, prosedürler, talimatlar, fonksiyonlar ve bölümlerin getirdiği engeller elimine edilir. Özgün iş sistemlerini kurarak akış yollarında israfların (duruş, geri dönüş, hurda vb) oluşmasını engellenir. Ele alınması gereken süreçler şunlardır ¹²:

* Ürün geliştirme süreci (Pazarlama, ürün mühendisliği, satın alma, planlama ve metod mühendisliği disiplinlerinin uygulandığı, ürüne atanmış takımlar...)

* Bilgi yönetim süreci (müşteri siparişinin alınmasından, satın alma siparişinin verilmesine kadar bilgi teknolojilerinin kullanılması, sistemin varsayımlara göre değil, sonuçlara göre çalışması...)

¹² Rother, M., Shook, J., USA, 1999: 30-35

* Fiziksel dönüşüm süreci (yerleşim planının kesintisiz akışa uygun düzenlenmesi, çalışma ortamının iyileştirilmesi, makine ve işçi yeterliliklerinin artırılması, hatalı parça üretiminin engellenmesi...)

* Üretim süreci (sıfır arıza, sıfır hata, sıfır devamsızlık, hat dengeleme, talebe uygun üretim temposu, yalın üretim sistemi...)

1.2.4 Çekme

Yalın düşüncenin çekme ilkesi değerini müşteri tarafından kaynağından çekilmesini öngörür. Çekme, sonraki aşamalarda yer alan müşteri istemeden önceki aşamalarda hiçbir şekilde ürün ya da hizmet üretilmemesi anlamına gelir. Çekme ilkesi, nihai müşterinin belli bir ürün için yaptığı taleple başlar, ürün müşteriye ulaşana kadar geçen tüm aşamaları geriye doğru izleyip her aşamanın bir öncekinden talep etmesiyle üretimi başlatmak şeklinde uygulanır.

Çekme uygulandığında stoklara gerek kalmaz, istenmeyen üretimin yol açtığı hurda ve fireler engellenir, her tezgah için çizelgeleme yapmak gerekmez, sürecin baş tarafına doğru talep dalgalanmaları oluşumu engellenir, tüm ürünlerin her türlü kombinasyonda üretilmesi mümkün olur ve talepteki değişimlere anında uyum sağlanır. Müşteriler beklentilerinin zamanında karşılanacağından emin oldukları ve stokta kalmış ürünleri elden çıkarmak için kampanyalar gerekmediği için talep de istikrar kazanır. Çekme sisteminin önemi firmalar arası değer akışına uygulandığında daha da artar. Organizasyonlar değeri doğru tanımlamaya başlayıp, değer akışının bütününde her adımı sorgulayarak, ürünün değer yaratan aşamalar boyunca sürekli akmasını ve müşterilerin değeri işletmeden çekmelerini sağladıklarında süre, maliyet ve hataları azaltmanın bir alt limiti olmadığını görmeye başlarlar. İyileştirme faaliyeti ne kadar tekrarlanırsa tekrarlanırsa çalışanlar her defasında israfı daha da azaltacak yeni yollar bulabilmektedirler. Bu, Yalın Düşüncenin son ilkesi mükemmelliğin bir hayal olmadığını ifade eder. 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, tasarım değişikliği nedeniyle ürünün yeniden işleme tabi tutulması veya atılması gibi problemlerle karşılaşmaz. Üretimde çekme sistemi için, küçük partiler halinde üretim yapılması ve uygun yerlerde tek parça akışının sağlanması ve dağıtımda çekme sistemi için, parti büyüklüklerinin küçültülmesi, ambar içi yerleşimin parçaların kullanım sıklığı ve büyüklüğüne bağlı olarak gruplandırılıp, yeniden organize edilmesi gereklidir.

1.2.5 Mükemmellik

Yalın yaklaşım uygulandığında işgücü verimliliği, işin tamamlanma zamanı, stoklar, müşteriye ulaşan hatalı ürünler ile hurda oranları, ürünü pazara sunma süresi gibi

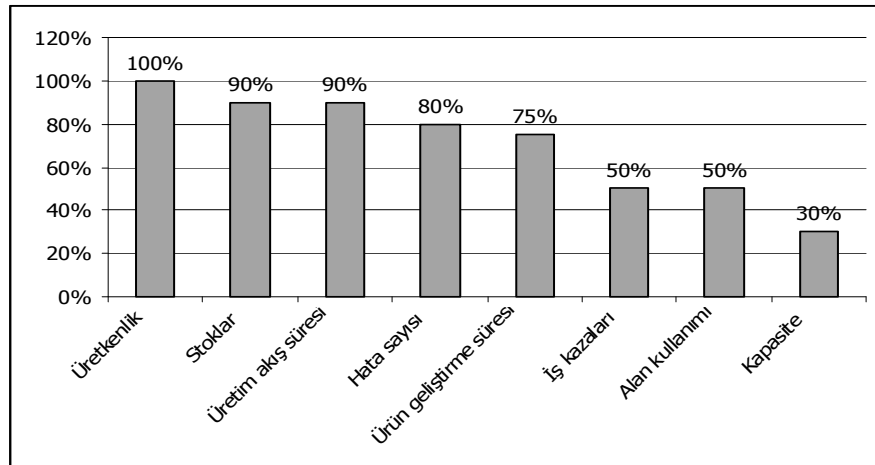
parametrelerin hepsinde birden radikal iyileşmeler görülecek, çok küçük ilave maliyetlerle ürün çeşitliliği arttırılabilecek ve bunlar yeni teknoloji yatırımlarına gerek kalmadan, hatta mevcut bazı ekipmanlar satılarak negatif sermaye yatırımı ile ve birkaç yıllık bir süre içinde başarılabilecektir. Yalın üretimi uygulayan şirketlerin deneyimi üretim akış süresinde %90 azalma, üretkenlikte %100 artış, stoklarda %80 azalma, ürün geliştirme süresinde dört misli hızlanma ve kapasitede %30 artış sağlanabildiğini göstermektedir. Şekil 1.1 de yalın üretim ile sağlanabilecek tasarruf oranları verilmektedir ¹³. Kullanılan yöntemler şunlardır:

KAIZEN (Sürekli iyileştirme): Zaman içerisinde değer ve değer akış yollarının tanımlanması, değer akışının sağlanması ve değer çekilmesi.

KAIKAKU (Radikal iyileştirmeler): Değer zinciri üzerinde yer alan tüm şirketlerin katılımı ile sürecin tümünün aynı anda ele alınması ve radikal bir iyileştirme ile sonuca ulaşılması.

Ele alınması gereken süreçler:

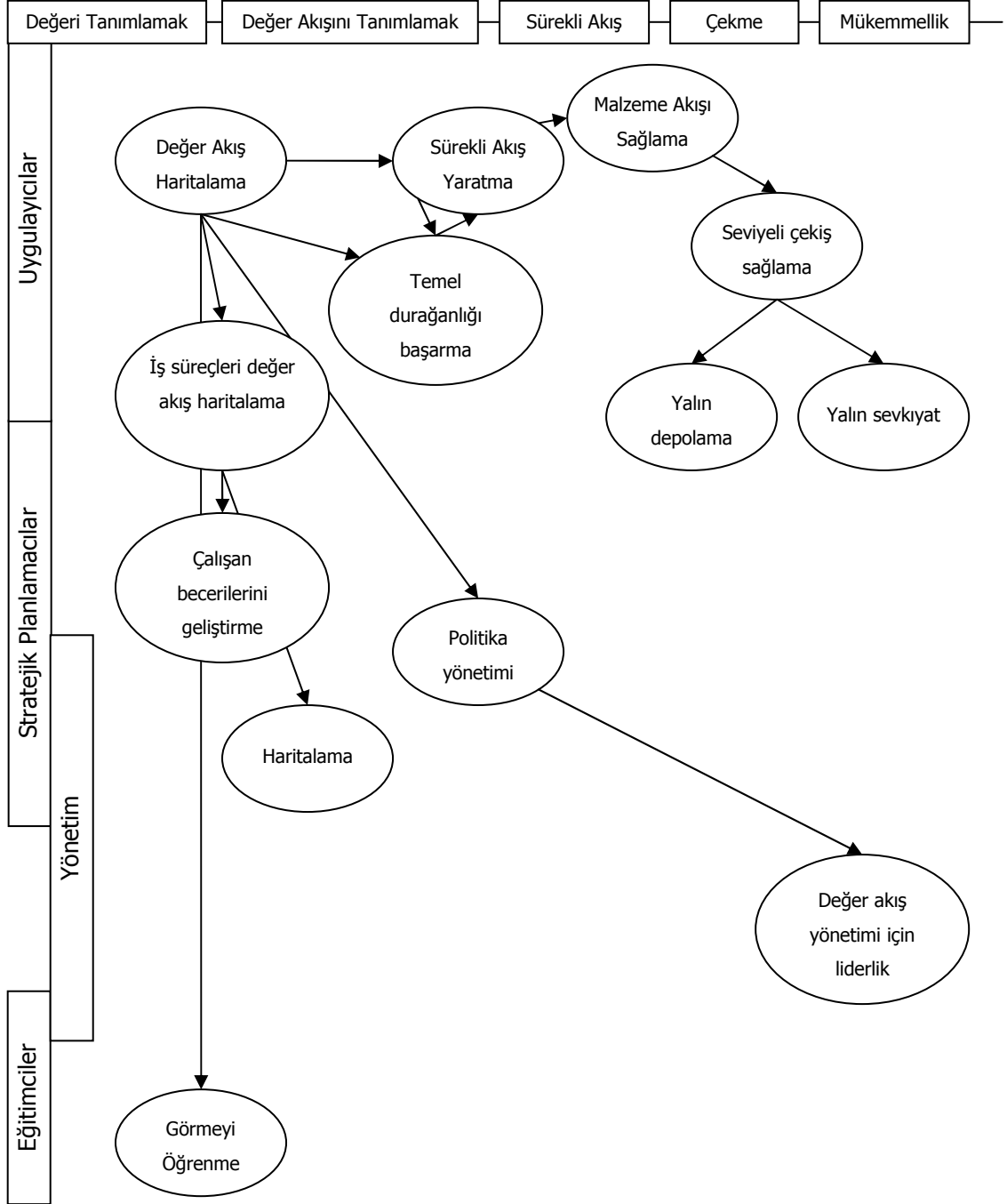
- * Değişime iç bünyede başlanması
- * Değişimin sonuçlarının müşteri ve tedarikçilere gösterilip, ikna edilmesi ve değişimin sonuçlarının müşteri ve tedarikçilere aktarılması
- * Radikal ve topyekün iyileştirmelere gidilmesi



Şekil 1.1 Yalın Üretim İle Sağlanan Tasarruf Oranları

¹³ Rother, M., Shook, J., 1999: 12

Yalın düşüncenin ana prensiplerini içeren yol haritası Şekil 1.2 de verilmektedir ¹⁴.



Şekil 1.2 Yalın Yol Haritası

¹⁴ Lean Enterprise Institute, <http://www.lean.org/Events/LeanRoadMap.cfm>

1.3. Değer Akış Haritalama

Akış haritası, süreçleri oluşturan faaliyetlerin, bunların sıralarının (akışlarının) ve birbirleri ile ilişkilerinin şekiller kullanarak belirlenmesidir. Akış haritası, süreci anlamak ve karmaşık bir durumu basitleştirmek amacıyla yeni yöntemler geliştirmek için kullanılır. Bu yöntem tek tek süreçlerin yerine bütün akışı görmemizi sağlar ve izole sistem iyileştirmeleri yerine yalın sistem uygulamalarına olanak sağlar. Sadece israfları değil aynı zamanda israf yaratan kaynakların bulunmasını sağlar ve ideal durumu tasarlayabilme ve yalın uygulama için bir plan oluşturur. Değer akış haritalama yönteme aşağıda belirtilen adımlardan oluşur:

1. Bir ürün ailesi seçilir ve değer akış yöneticisi belirlenir.
2. Malzeme ve bilgi akışları birlikte ele alınarak belirlenir.
3. Mevcut durum haritalandırması için teslimattan başlayarak akış yönünün tersine yürünür ve ortak makinelerden geçen, benzer işlemler gören bir ürün ailesi akışı izlenir.
4. Bilgilerin tamamı (çevrim süresi, hazırlık süresi, molalar hariç çalışma süresi, makine kullanım oranı, üretim parti büyüklüğü, operatör sayısı) haritalama sırasında toplanarak kaydedilir. Kağıt ve kalem kullanarak haritalama en iyi yoldur.

Değer akış haritalama için kullanılan semboller Ek 1 de verilmektedir.

Yalın üretiminin en temel adımlarından biri olan değer akışı mevcut durum için haritalandırdıktan sonra Bölüm 2'de bahsedilen uygun yalın üretim metotları seçilerek israf kaynaklarının ortadan kaldırılması, müşterilerin değerlerin oluşturulması için Gelecek Durum Haritası çizilir. Şekilde 1.3 de yalın üretimde değer akış analizi aşamalarının şematize edilmiş hali verilmektedir ¹⁵.

¹⁵ Çelikoğlu K., Değer Akış Analizi, Ford Tedarikçi Bilgilendirme Semineri, Bursa, 2004: 19



Şekil 1.3 Değer Akış Analizinin Şematik Gösterimi

1.4 Türkiye’de Yalın Üretim

Türkiye’de yalın yaklaşım 1990’lardan beri bilinmekte ve uygulama örnekleri giderek artmaktadır. Önceleri sadece bağımsız tekniklerin kullanılması şeklinde ortaya çıkan uygulamalar, giderek bütünlüklü bir sistem yaklaşımına dönüşmektedir. Ekonomik krizlerin ve ihracat pazarlarına açılmanın da etkisiyle firmalar mevcut iş yapma yöntemlerini değiştirmek zorunluluğunu daha fazla hissetmektedirler. Yalın Üretim 1992’den itibaren üniversitelerin ders programına girmiş, doktora ve yüksek lisans tezlerinin de konusu olmuştur.

Türkiye’de otomotiv sektörü yalın sistem uygulamalarında daha aktif görünmektedir. Yalın uygulamaların başarısını kültürel faktörlere bağlamak eğilimine karşı en güzel cevap, Adapazarı’nda kurulan Toyota otomobil fabrikasında Türk işçilerinin kısa süre içinde Japonya’daki Toyota Japon işçilerinin üretkenlik seviyesini yakalamış olmaları ve son birkaç yıldır tüm Toyota fabrikaları arasında kalitede birinci seçilmeleridir. Diğer büyük üreticiler de yalın yaklaşımın uyarlamaları olan Ford, Renault, Bosch, Tofaş üretim sistemi ve Hugo BOSS, isimli dünyaca tanınmış marka tekstil üreticisi hem kendi işletmelerinde hem de yan sanayi işletmelerinde başlatmışlardır.

Yalın uygulamalar, tek tek firmalarda önemli maliyet tasarrufları sağlamış olmakla birlikte, değer zincirine yaygınlaştırılmadığı için hem bu firmalar potansiyel tasarrufun tamamını elde edememişler hem de ülke geneline etkisi yeterince yüksek olamamıştır. McKinsey Global Institute tarafından yapılan “Türkiye Verimlilik ve Büyüme Atılımının Gerçekleştirilmesi” araştırmasının bulgularına göre Türkiye’de tarım dışı ekonomide işgücü verimliliği ABD’nin %40’ı

kadardır. Geleneksel firmalara göre 2,5 misli üretken olan modern firmalarda bile mevcut işgücü verimi, sektördeki en iyi ülkeye oranla %62 düzeyindedir. Ülkenin mevcut koşulları içinde yapılabilecek iyileştirmelerle kolaylıkla %95 düzeyine çıkarılabilir. İşgücü verimliliği ile kişi başına düşen Gayri safi Yurt İçi Hasıla arasındaki güçlü korelasyon dikkate alındığında potansiyel verimlilik düzeyinin yakalanması ile 2015 yılında kişi başına Gayri safi Yurt İçi Hasıla iki katına çıkarken, %30 oranında istihdam artışı sağlanması mümkün görünmektedir.

Mevcut verim ile potansiyel verim düzeyleri arasındaki fark analiz edildiğinde en önemli payın, yönetim teknikleri, kapasite kullanımı ve tedarikçilerle ilişkiler, ürün yapısı gibi yalın üretim tekniklerinin ciddi iyileştirmeler sağlayabildiği alanlarda olduğu görülmektedir ¹⁶.

¹⁶ Yalın Enstitü, <http://www.yalinenstitu.org.tr/yalin.asp?id=6>

2. YALIN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Yalın üretim, üretim sistemlerinde yeni bir çağı temsil etmektedir. Sistem seçkin, farklı bir üretim modeli önermekte ve çalışanlar yalın üretim sisteminde seri üretimin aksine daha özgür bir ortamda yaratıcı vasıflarını ön plana çıkarmaktadırlar. Sistem ayrıca sürekli geliştirme esasına dayalı ürün tasarımını, daha esnek bir makine kullanımını, stoku engellemek ve üretim akışını geliştirmek için imalat sürecinin yeniden organizasyonunu, işgücünün entelektüel bilgisinden üretimde daha fazla yararlanacak yeni bir çalışma organizasyonu yaratmayı, ürün bazında değer yaratan aşamaların yeniden tanımlanması, üretim sürecinde israfa neden olan aşamaların kaldırılmasını, ürünün akış halinde tutulmasını sağlamak üzere üretimde sürekli akışın elde edilmesini, fonksiyonlar ve bölümlerden oluşan yapıların kaldırılmasını, ürünün istenmeden itilmesi yerine, müşteri talep ettiğinde sistemden çekilmesinin sağlanması, çekme sistemine geçişi ve mükemmelliğe ulaşmak üzere, sürekli gelişme çabalarının başlatılmasını amaçlar. Yalın üretime geçiş aşamasında uygulanabilecek çeşitli yöntemler tanımlanmıştır. Bunlar aşağıdaki başlıklar altında toplanabilir ¹⁷:

1. Kanban sistemi
2. Karışık yükleme veya üretimde düzenlilik
3. Tek-Parça akışı
4. Makineler ve atölyeler arası eş zamanlılık
5. U-hatları
6. Poka-yoke ve deney tasarımı
7. Toplam üretken bakım
8. Bir dakikada kalıp değiştirme
9. Kalite çemberleri.

¹⁷ Okur, A.S., 1997: 38-39

2.1. Kanban Sistemi

Yalın üretimin temel ilkelerinden biri olan her şeyi gerektiği an ve miktarda üretmek, sadece müşteri talebine en yakın zamanda ve talebin belirlediği miktar ve çeşitlilikte üretmek demek değildir. Aynı ilke bir fabrikanın kendi iç üretim akışı için de geçerlidir. Amaç, tüm üretim aşamalarının yada üretim istasyonlarının gereksiz üretim yapmalarını önlemektir, ve bu amaca ulaşmak için de her bir üretim istasyonunun ancak kendisinden bir sonraki istasyonun hemen işleme geçirebileceği miktarda parçayı, ne eksik ne de fazla olarak tam zamanında üretmesi ilkesine göre çalışılır.

Konvansiyonel kitle üretim sisteminde üretim akışı en sondan başlayıp öne, nihayet montaj hattına doğru ilerler, yani bir önceki istasyon bir sonrakine işleyeceği parçaları bir anlamda iter. Toyota'nın ünlü dehası Taiichi Ohno bu anlayışı tümüyle tersyüz etmiş, ve hiçbir istasyonun gereğinden fazla üretmemesi için, bir önceki aşamanın neyi ne miktarda işleyeceğine bir sonraki aşamanın karar vermesi uygulamasına geçmiştir. Yalın üretime bu açıdan baktığımızda, üretim akışını bütünüyle bir çekme sistemi olarak tanımlamak mümkündür.

Taiichi Ohno'nun öncülüğünü yaptığı sistem aslında son derece rasyonel ve basittir. Sistem tümüyle, bir sonraki üretim aşamasındaki bir işçinin, bir önceki aşamaya gidip, kendi üretim istasyonu için o an gereken miktarda parçayı "çekmesine" dayanır. Onun için bu parçaları çekmesi, yani alması, bir yandan bir önceki istasyon için yeni üretime başlama sinyalidir; öte yandan da yeni üretimin ne miktar ve çeşitlilikte olacağını belirtir. Bir önceki aşamada, ancak çekilen miktar ve çeşitlilikte parça üretilecektir. Aynı ilişkiler, ikinci istasyonla kendinden önce gelen üçüncü istasyon arasında da gerçekleşir. Dolayısıyla hiçbir aşama, daha önce belirlenmiş miktarda parçanın bir sonraki istasyon tarafından alınmasından önce yeni parça üretimine geçmez, ve üretim hiçbir zaman istenilenden fazla veya değişik olmaz. Çekme olayının başladığı yer son montaj hattıdır, ve bu hattan başlayarak parçalar atölyeden atölyeye, yada yan sanayiden ana sanayi fabrikasına çekilirler.

Toyota sisteminde çekiş işini senkronize etmek için hem fabrika içi işleyişte, hem de yan sanayilerde çalışmada, Japonca'da "kanban" denilen ve tümüyle bir iletişim sistemi olan kartlardan yararlanır. Bu sistemde her hangi bir aşamada üretilecek/işleme geçecek her parçanın bir kanban kartı vardır. Aslında iki tür kanbandan yararlanılmaktadır. Birincisi çekme kanbanı, diğeri de üretim kanbanıdır. Çekme kanbanı, montaj hattından başlayarak değişik atölyeler arasında, ve nihayet fabrika ile yan sanayiler arasında ürün çekilmesi sırasında kullanılır. Üretim kanbanı ise, üretime geç sinyalini verir, ve her bir atölyenin yada yan sanayi

firmasının kendi içinde üretimin gerçekleşmesi sırasında kullanılır. Kanbanın basit ve masrafsız bir şekilde neler sağladığına dair bir örnek aşağıda verilmektedir¹⁸.

1. Adım: Son montaj hattında talaşlı imalat atölyesinden gelen parçaların içinde bulunduğu paletlerin her birinin üzerinde, parçanın ne olduğunu, hangi ürün modeline ait olduğunu, palet kapasitesini ve paletlerin hangi atölyeden geldiğini belirten bir çekme kanban kartı bulunmaktadır. Parçalar paletlerden alınıp ürüne, örnek olarak otomobillere 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 ulaştığında, önceden belirlenmiş bir zamanda, montaj hattındaki bir işçi boşalmış paletlerle birikmiş kanbanları alıp, bir forklifle talaşlı imalat atölyesine gider.

3. Adım: Bu atölyede ilk iş olarak getirdiği boş paletleri belli bir yere bırakır. Daha sonra o atölyede 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 otomobil 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 ilişir. Elindeki çekme kanbanlarının tümü bitene kadar bu işlemi sürdürür.

5. Adım: Paletlerden çıkardığı üretim kanbanlarını talaşlı 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: Talaşlı imalat atölyesinde ise üretim kanbanları kutularda belli bir sayıya ulaştığında, 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.

¹⁸ Monden, Y., Toyota Production System: Practical Approach to Production Management, Industrial Engineering and Management Press, Norcross, Georgia, 1983: 13-574

8. Adım: İşlenen parçalar birer birer üretim kanbanlarıyla birlikte boş paletlere yerleştirilir. Bir müddet sonra montaj hattındaki işçi yine gelir ve 3. adım tekrar başlar.

9. Adım: Kanban kartlarıyla çekme sistemi talaşlı imalat atölyesi ile örnek olarak döküm ya da dövme atölyeleri arasında da, ya da bu işlemler yan sanayide gerçekleşiyorsa talaşlı imalat atölyesi ile yan sanayi arasında da aynen uygulanır. Öyle ki 7. adımda talaşlı imalatta yeniden üretime geçilmeden önce, çekme kanbanları kanalıyla, kanban sayısı kadar dökme ya da dövme parça paleti talaşlı imalata o anda zaten gelmiş bulunmaktadır.

Kanbanla çalışmak, binlerce parçanın üretimini kapsayan, örneğin, otomobil gibi karmaşık bir ürün söz konusu olduğunda, son derece etkin ve esnek bir haberleşme sistemini kendiliğinden sağlar. Birazdan inceleyeceğimiz karışık yükleme, yani aynı hatta değişik modellerin birbiri ardı sıra monte edilmesi durumunda, atölyeler arası akış kanbanla sağlandığı zaman, herhangi bir atölyenin ya da yan sanayinin hangi model için, hangi parçayı ne zaman üreteceğini önceden bilmesine gerek yoktur. Modellerin montaj sırasını bir tek son montaj hattı bilir, ve bu sıra çekme ilkesine göre alt atölye ve yan sanayilere kanban kartlarıyla iletilir¹⁹.

2.2 Karışık Yükleme ve Üretimde Düzenlilik

Japon üreticiler ve pek çok otomobil firması, aynı son montaj hattında karışık yükleme, yani değişik modelleri ve ürünleri birbiri ardı sıra monte etme yöntemini kullanmaktadırlar. Karışık yüklemenin birincil ve en önemli işlevi, üretimin talep değişikliklerine, hesapta olmayan bitmiş ya da işlenmekte olan ürün stoku ile karşılaşılmasızın kolayca adapte olabilmelerini sağlamaktır. Ayrıca, aynı hatta birden fazla modelin veya ürünün monte edilmesi, gereken toplam hat sayısını ve dolayısıyla toplam fabrika alanını da azaltır. Karışık yüklemenin bir üçüncü işlevi de, ürünlerin müşterilere istenilen sipariş bileşimine erişildikten hemen sonra sevk edilebilmelerini sağlayarak, üreticileri gereksiz stok alanı bulundurma zorunluluğundan kurtarmaktır.

Ancak karışık yükleme uygulamasında dikkat edilmesi gereken bir püf nokta vardır. Kanbanlar kanalıyla yan sanayinin ya da fabrika içi atölyelerin tam zamanında üretime çekilmeleri söz konusu olduğunda, son montaj hattında karışık yükleme mutlaka belli bir düzen içinde gerçekleştirilmek zorundadır. Aksi takdirde, önceki üretim istasyonları ve yan sanayiler yedek işlenmekte olan ürün stoku bulundurmaya zorunda kalacaklar, sonuçta stoksuz çalışma ilkesine ters düşülecektir. Örneğin, son montaj hattı bir önceki istasyonlardan A, B, ve C tipi

¹⁹ Cusumano M.A., 1989: 270

ürünlere ait parçaları, kanbanlar kanalıyla hep 2'şer palet halinde çekiyorsa, üretim kanbanları da önceki üretim istasyonlarının kanban kutularında bu adette ve sıralamada birikecek, dolayısıyla üretim de bu adet ve sıralamada gerçekleşecektir. Eğer bir sonraki devirde çekme, birdenbire 5'er palet çıkarsa, önceki istasyonlarda fazladan 3'er palet (stoksuz çalışıldığında) bulunmayacağına göre, üretim hemen aksayacaktır. Üretimin aksamaması için getirilebilecek tek çözüm, önceki istasyonlar ve yan sanayilerin yedek işlenmekte olan ürün stoku tutmalarıdır.

Yalın üretimde bu tür olasılıklarla karşılaşmamak için, son montaj hattında karışık yüklemenin her zaman belli bir düzen içinde gerçekleştirilmesi ve ürünlerin hattan mümkün olan en küçük miktarlarda çıkarılması esasına göre çalışılır. Karışık yükleme düzeninin ne olacağını tayin eden ise, bayilerden gelen müşteri talep miktarı ve bileşimidir.

Örneğin, bir firma, aylık sipariş bileşimine göre, bir ay içinde aynı montaj hattından çıkacak A, B, ve C tipi ürünlerinden 6000 palet A, 3000 palet B ve 3000 palet de C ürünü üretmek zorundadır. Ayda ortalama 20 çalışma günü olduğuna göre, söz konusu bileşim, günde 300 A, 150 B, ve 150 C paleti üretilmesi anlamına gelir. Birçok firmada bu bileşim, o da iyimser bir tahminle, günün ilk yarısında sadece A, geriye kalan ilk 1/4'lük kısmında B, ve son 1/4'lük kısmında da C paletleri üretmek şeklinde değerlendirilir. Yalın üretimde ise, ürünler son montaj hattından A, B, A, C, A, B, A, C palet sıralamasına göre çıkarılır, ve bu sıralama ilke olarak gün boyu korunur. Yani, bir yandan her üç ürünün de talep bileşimindeki paylarını yansıtacak frekansta üretilmeleri sağlanır, öte yandan da her bir üründen mümkün olduğunca birer palet (ya da otomobil gibi karmaşık ürünler söz konusu olduğunda, birer adet) üretilir. Böylesi bir sistem, hem günlük üretim adetlerinin tutturulması zorunluluğuna ters düşmez, hem de bir önceki istasyonları, montaj hattının belli bir düzene dayanmayan çekiş yapması durumunda yedekte bulundurmaya zorunda kalacakları işlenmekte olan ürün stoku tutmalarını önler. İşte üretimin bir süreklilik ve düzen içinde yürütülmesine ve ürünlerin adet açısından birbirlerine oranlarının olabilecek en küçük birimlere indirgenerek üretilmelerine, yalın üretimde "üretimde düzenlilik" denilmektedir.

Üretimde düzenlilik ilkesinin en önemli avantajlarından biri, üretimin talep değişikliğine stok tehlikesine düşülmeksizin adapte olmasını sağlamaktır. Bu nokta çok da önemlidir, çünkü çoğu firma ani talep değişiklikleri karşısında adeta paralize olur, ne yapacağını şaşırır. Üretimde düzenlilik, bu konumdaki birçok firmaya sihirli bir değnek gibi gelecektir.

Yine yukarıdaki verilen örnek için, ve herhangi bir gün ortasında bayilerden ya da müşterilerden gelen acil talep değişikliğine göre, günlük toplam ürün adedinin düşürülmesi gereği ile karşılaşıldığı ve toplam adetteki düşüşe karşın, ürünlerin birbirlerine oranında bir değişiklik söz konusu olmadığı durumlarda, son montaj hattında yine A, B, A, C, A, B, A, C

düzeni aynen devam eder ancak hat yavaşlatılır, yani, ürünler hattan daha uzun aralıklarla çıkarılmaya başlanır (hat yavaşlatmanın bir yolu, hattaki işçi sayısını düşürmektir). Son montaj hattının yavaşlaması, otomatik olarak kanbanların önceki üretim istasyonlarında daha yavaş bir tempoda birikmesine yol açar, ve üretim biriken kanban sayısına göre yürütüldüğüne göre, sonuçta aynı zaman birimi içinde üretilen/işlemden geçen ürün sayısı, tüm istasyonlarda hep birlikte düşer. Talebin azalması değil, aksine artması da hiçbir şeyi değiştirmez. Tek fark, üretimin son montaj hattından başlanarak yavaşlatılması değil, hızlandırılmasıdır.

Talep değişikliği adet değil, ürün bileşiminin değişmesi şeklinde gerçekleşirse, örneğin, gün ortasında birdenbire ürün bileşiminin gün sonunda 300 A, 150 B ve 150 C paleti değil de, 150 A, 225 B ve 225 C palet olması gerektiği öğrenilirse üretimde düzenliliğe göre bu durumda bile paniğe kapılmaya gerek yoktur. Gün ortasına gelindiğinde, halihazırda A, B, A, C, A, B, A, C düzenine göre, 150 palet A, 75 palet B, ve 75 palet C üretilmiş olacaktır. Kanbanla çekişlerin ideal olarak birer palet olduğunu ve kurulum sürelerinin çok kısa sürdüğünü düşünürse, son montaj hattı gün ortasından itibaren, rahatlıkla A tipi ürünü üretmeyi kesip, sadece B ve tiplerine yönelecek, ve bir önceki istasyonlardan birer paletlik sadece B ve C ürünlerini çekmeye başlayacaktır. Bu değişikliğin etkisi, tüm istasyonların, dalga dalga ama kısa bir süre içinde B, C, B, C, B, C sistemine geçmeleri şeklinde olacaktır. Sistem baştan beri birer paletlik üretime göre işlediği için de, değişiklik hiçbir istasyonda işlenmekte olan ürün stoku birikmesine yol açmayacaktır. Talep değişikliği, hem toplam adet hem de ürün bileşimini aynı anda kapsama durumunda yapılacak olan, son montaj hattından başlamak üzere bir yandan üretim hızını yavaşlatmak ya da hızlandırmak, öte yandan da çekiş bileşimini değiştirmektir²⁰.

2.3 Tek-Parça Akışı

Herhangi bir günde hattan çıkacak ürünlerin tüm parçalarının da ilke olarak o gün içinde üretilmesi, tüm üretim birimlerinin kanban ve üretimde düzenlilik ilkesine göre mümkün olan en küçük adetlerde çalışılabilmeleri, tahmin edileceği gibi bazı ön koşullara bağlıdır. Her şeyden önce, üretkenliğin çok yüksek, üretim zamanlarının çok kısa olması, üretim akışı içinde gerek işçilerin, gerek de bitmiş ve işlenmekte olan parçaların beklemeyle hiçbir vakit kaybetmemeleri gerekir. İşlenmekte olan parçaların beklemesi demek, bir parçanın bir işleme aşamasından diğerine hemen geçmemesi demektir, stoklu çalışmada işler zorunlu olarak bu şekilde yürümektedir. Yalın üretimin bu zaman harcamasına bulduğu çözümlerden biri de, herhangi bir atölye içinde bir parçanın nihai halini alması için gereken tüm makinelerin, parçaların işleme akışına dayanarak birbiri ardı sıra yerleştirilmeleri ve parçanın bir önceki

²⁰ Shingo, S., 1988: 58-59

süreç için gereken makineden bir sonraki süreçte kullanılacak makineye hiç beklemeden geçmesi şeklindedir. Makinelerin bu şekilde yerleştirilmelerine "süreç-bazlı yerleşim" ya da "süreç-bazlı hat", ve parçaların süreçler arasında beklemeden teker teker aktarılmasına da "tek-parça akışı" denilmektedir ²¹.

2.4 Makineler ve Atölyeler Arası Eş zamanlılık

Tek-parça akışının gerçekleştiği süreç-bazlı hat, stokun sıfırlanması ya da mümkün olduğunca küçük miktarda tutulması için geliştirilmiş en etkin sistemlerden biridir. Ancak, nasıl ki kanbanın sınırlılıkları varsa, süreç-bazlı hatların kurulması da tek başına yeterli değildir. Süreç-bazlı hatların gerçekten etkin olabilmeleri için, aynı hattı oluşturan makinelerin çalışma tempoları ya da kapasitelerinin, yani bir işlemi tamamlamaları için gereken sürelerin de denkleştirilmeleri gerekir. Örneğin, hattaki bir önceki makinenin parçayı işleme süresi 1 dakika, sonrakinin ise 4 dakika ise, bir sonrakinin tek bir parçayı işleme süresinde, bir önceki 4 parça birden işleyecek ve eğer makineler durmadan çalışırlarsa, sonraki makinenin yanında öncekinden gelen parçalar giderek artan miktarlarda birikmeye başlayacaklardır. Bu durumda beklemesiz üretim olan tek-parça akışı gerçekleşemeyecektir.

İşte yalın üretimde bu sorun, hattaki makineleri birbirine senkronize ederek, yani tüm makinelerin aynı süre içinde aynı miktarda parça işlemeleri sağlanarak çözülmüştür. Çözüm aslında çok da basittir. Kapasitesi yüksek olan, yani herhangi bir parçayı işleme süresi diğerlerinden kısa olan makinelere, belli bir miktar (az bir miktar) parçayı işledikten sonra kendi kendini otomatik olarak durduran limit anahtarları (limit switches) yerleştirilmiştir. Örneğin hattaki bir sonraki makine, bu yüksek kapasiteli makineden parçaları çektikçe ve nihayet parçalar tümüyle çekilince, yüksek kapasiteli makinedeki limit anahtarı makineyi yine otomatik olarak başlatmakta, dolayısıyla makine gün boyu çalışma-durma seansı içinde işleyerek, kapasitesi düşük makinelere adapte olmaktadır. Yüksek kapasiteli makinelerin, düşük kapasiteli makinelere bu şekilde senkronize edilmelerine (ya da makine kapasitelerinin birbirlerine yaklaştırılmasına) ise, yalın üretimde "Toplam İş Denetimi" denilmektedir.

Toplam iş denetiminde, görüldüğü gibi bazı makineler tam kapasiteyle çalışmamaktadırlar. Ancak, uzmanların da belirttiği gibi, parçaların hat ya da makine yanı stokta beklememelerinden elde edilecek kazanç, aslında makinelerin tam kapasite çalışmalarından elde edilecek kazançtan daha büyüktür. Yalın üretimde parçaların beklemesi, yani stoklu çalışma, olabilecek en büyük israftır ve sistem neredeyse tümüyle bu israfın önlenmesi üzerine kuruludur.

²¹ Shingo, S., 1988: 358-362

Burada hemen, çoğu firmada, yalın üretimde gördüğümüz yaklaşımın tam tersi bir anlayış ve düzenlemenin uygulandığını, dolayısıyla toplam iş denetimi tekniğinin ilk başta yadırganabileceğini belirtelim. Gerçekten de çoğu kez, makineler arası yığılmaları önlemek için, belli bir hatta kapasitesi yüksek bir makine varsa, bu makineden bir sonraki süreci gerçekleştiren makinelerin sayısını artırma yoluna gidilmektedir. Oysa, yalın üretimde hakim olan anlayış şudur. Eğer, kapasitesi düşük makinelerin verimi, o gün içinde gerçekleştirilmesi gereken ürün miktarının tutturulmasına yetiyorsa, o zaman, gereksiz ürün üretmektense, Yüksek kapasiteli makineleri toplam iş denetimi tekniğiyle düşük kapasiteli makinelere adapte etmek daha doğrudur.

Gözlemciler toplam-iş denetimini yaygın olarak kullanan Japon Toyota firmasını ziyaretlerinde birçok makinenin, $t_i - t_{i+1}$ zaman kapsamı içinde çalışmadığını görmüşler ve, doğal olarak, makinelerin tam kapasitesinden yararlanma yoluna gidilmemesine şaşırılmışlardır. Ancak yalın üretimde toplam iş denetiminin yanısıra, makinelerden tam kapasite verim elde edilmesi için çalışmalar da yapılmıyor değildir. Bu çalışmalardan birincisi, düşük kapasiteli makinelerin kapasitelerini artırıcı modifikasyonlara gitmek şeklindedir. İkinci ve en önemli yöntem ise, kullanılan makinelerin ana sanayi/yan sanayi fabrikalarının kendi içlerinde imal edilmeleri, dolayısıyla makine maliyetlerinin düşürülmesidir. Gerçekten de, örneğin Toyota ve yan sanayilerinde kullanılan birçok makine dışardan alınma değil, kendi içlerinde imal edilen makinelerdir. Böylelikle, bir yandan kapasiteleri birbirine yakın makineler tasarlanabilmekte, dolayısıyla eş zamanlılıkta toplam iş denetimi gerekliliği azalmakta, öte yandan da toplam-iş denetimi uygulandığında, makine maliyetleri düşük olduğundan "verim" kaygısı da önemini yitirmektedir.

Yalın üretimde, nasıl ki tek-parça akışı anlayışı atölyelerle sınırlı kalmayıp atölyeler arası akışa da uyarlanmışsa, eş zamanlılık da sadece tek bir atölye içindeki süreç-bazlı hatlarda değil, atölyeler arasında da uygulanmaktadır. Yani, değişik atölyelerin kapasiteleri yukarıdaki anlayışa göre birbirlerine yaklaştırılmakta, "aynı zaman süresi içinde aynı miktar üretme" ilkesi atölyeler arasında da hayata geçirilmektedir. Dolayısıyla, örneğin yine otomobil üretiminde, pres hattı, kaynak hattı ve boya hattı da birbirlerine senkronize çalışmaktadırlar ²².

2.5 U-Hatları, Shojinka, İş Rotasyonu ve İş Tanımları

Yalın üretim yaklaşımına göre, bir fabrika/atölyenin işleyişinde olabilecek en büyük israf ya da zaman kayıplarından biri de, çalışan insanların bir yerden bir yere gitme, makinelerin

²² Shingo, S., 1988: 335-358

çalışmasını kontrol etme, ya da makine başında, makinenin devrinin bitmesini bekleme gibi ürüne hiçbir değer katmayan pasif eylemlerinin getirdiği zaman kayıplarıdır. Üretkenliği son derece düşürücü rol oynayan bu zaman kayıpları, pek çok fabrika/atölye işleyişinde üzerine pek değinilmeyen bir konu olmasına karşın, Taiichi Ohno yine daha 1950'lerde pasif eylemlerin önlenmesiyle çalışanlardan çok daha yüksek verim elde edilebileceğini fark etmiş, ve birçok konuda olduğu gibi, bu amaca yönelik de etkin yöntemler geliştirmiştir.

Taiichi Ohno sisteminin temel mantığı, makinelerin doğru çalışıp çalışmadığının kontrolü, makineye parçayı yerleştirme, işlenmiş parçayı alma gibi eylemleri mekanikleştirerek ve otomatikleştirerek, kazanılan zamanı her işçinin birden fazla makineyi çalıştırması şeklinde değerlendirmektir. Böylece bir yandan aynı işi çok daha az sayıda işçiyle gerçekleştirmek mümkün olmakta, diğer yandan da talep yükselmesi ve düşmesi durumlarında sadece işçi sayısı ile oynanarak üretim verimini talepteki esnekliğe adapte etme olanağı elde edilmektedir. Taiichi Ohno'nun bir işçinin birden fazla makineden sorumlu olması ilkesi, daha önce incelediğimiz tek-parça akışı ve süreç-bazlı hat anlayışıyla da birleşince ortaya çıkan yerleşim düzeni "U-hatları" olmuştur.

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

Uzmanlar birçok firmada işçi verimini artırmak için ilk yapılan işlerden biri olan makine yenileme operasyonunun U-hatları sayesinde çoğu durumda gereksiz hale geleceğini çünkü U-hatlarıyla aynı hedefe çok daha az masrafla ulaşılabileceğini belirtmektedirler. Yalın üretim sürecine giren çoğu firmada U-hatları uygulaması öncelikli yer verilmesi de bu nedendir. Örneğin, daha 1950'lerde Japon Toyota firmasında talaşlı imalat atölyesinde kullanılan makinelerin çoğunun konvansiyonel üniversal tezgahlar olmalarına karşın, bir işçi aynı anda 5 ila 10 makinenin çalıştırılmasından sorumluydu. Toyota'da U-hatları uygulaması 1950'lerle sınırlı kalmamış, firmanın başvurduğu temel yöntemlerden biri olma konumunu her zaman korumuştur. Dolayısıyla 1983'lere gelindiğinde Amerikan GM fabrikalarında yılda toplam 5000000 otomobilin üretilmesinde toplam 463000 kişi çalışırken (yani çalışan işçi başına düşen otomobil sayısı 11 iken), Toyota'da aynı yıl toplam 3400000 otomobilin üretilmesinde toplam olarak sadece 59000 kişinin çalışmasına (yani çalışan kişi başına düşen otomobil sayısının 58

olmasına) pek de şaşdırmamak gerekir. Toyota'da işlerin çok daha az kişiyle yürütülebilmesinde, U-hatları uygulamasının büyük payı vardır ^{23 24}.

2.6. Poka-Yoke ve Deney Tasarımı (DOE)

Yalın üretime geçebilmek için "olmazsa olmaz" en temel koşul, üretimde kalite sağlamaktır. Kalite konusu yalın üretime özgü bir olgu olmamasına rağmen, 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, "milyonlar"la ifade edilecek düzeye indirilmesidir (üretilen her yüz/bin/on bin değil, her milyon parçada kaç hatalı parça var). Hatta ppm bile yeterli değildir, nihai hedef "sıfır hata" (zero-defect) noktasına gelinmesidir.

Hedef ppm bu kadar önemli olmasının nedeni her şeyden önce, yalın üretim yaklaşımında, üretimde kalitesizliğin bir maliyeti, daha doğrusu, maliyetlerinin olmasıdır. 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 onarımlarını gerektirir. Oysa onarım, işgücü ve amortisman maliyetini gereksiz yere artıran bir diğer faktördür. Üçüncüsü, kalitesiz üretim, üretilen pek çok ürünün tamamıyla ıskarta edilmesi anlamına gelir. Yani, o ürünlerin üretilmeleri ile tümüyle boşuna işgücü ve makine zamanı harcanmış demektir. Ve dördüncüsü, 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 mantıklı olacaktır ²⁵.

²³ Nishuguchi, T., Strategic Dualism: An Alternative in Industrial Societies, doktora tezi, University of Oxford, Nuffield College, 1989: 330-334

²⁴ Oshima, T., Technology Transfer of Japanese Automakers in the United States: Mazda Corporation Case Study, IMVP working paper, 1989

²⁵ Monden, Y., 1983: 139

Ancak, yalın üretimde kalitenin en az ppm düzeyine çıkartılmasının, kalitesizlik maliyetinin önüne geçmek kadar önemli diğer bir boyutu daha vardır ki çoğu kez gözden kaçır. O da, ppm'in stoksuz üretime geçebilmenin de "olmazsa olmaz" ön koşulu olduğudur.

Şimdiye kadar ki incelememizde de gördüğümüz gibi, stoksuz tam zamanında üretimde ideal, işlenmekte olan ürün stokunun, firmanın tüm üretim süreçlerinde sıfırlanması, bitmiş ürün stokunun ise, ancak birkaç saat sonra yapılacak sevkiyatı karşılayacak düzeyde tutulmasıdır U-hatları, kanban, ve daha sonra ele alacağımız SMED ve TPM gibi tüm tam zamanında üretim uygulamalarının ana amacı stoksuz üretim sağlamaktır. Eğer böylesi bir tam zamanında 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. Yerine yenisini takviye için yedek stok bulunmamaktadır ve işte yalın üretimde ppm ve giderek sıfır-hata düzeyinde kalite tutturma zorunluluğunun zaman zaman gözden kaçmasına karşın ana nedenlerden biri de budur.

Dördüncü aşama olarak nitelendirilebilen bu son aşamadaki çalışmalarda kullanılan belli başlı teknikler, "Failure Mode Effects Analysis (FMEA)", "Fault Tree Analysis (FTA)", "Product Liability Analysis (PLA)", ve "Multiple Environment Overstress Tests (MEOST)" teknikleridir. Bu teknikler üzerinde çalışan Bhote'a göre, tüm bu yöntemler arasında en etkin olanının MEOST tekniğidir. DOE gibi bir "deney" tekniği olan MEOST için Bhote şöyle bir benzetme yapıyor: FMEA, FTA gibi teknikler, olsa olsa, ana yemekten önce gelen "başlangıç yemekleri" konumundadırlar. MEOST ise, doymak için gerekli olan ana yemektir, ki diğerleri, aslında, ancak ana yemek sonrası yenmesi gereken yemeklerdir ²⁶.

2.7 Toplam Üretken Bakım

Yalın üretim bütünü içinde sistemin diğer tekniklerine göre "ikincil" bir önem taşısa da, aslında gerek toplam verimlilik, gerek de ürün kalitesinin artırılmasına göz ardı edilemeyecek boyutlarda katkıda bulunabilecek bir başka tekniğe: "Toplam üretken bakım" kısaca, TPM'dir.

TPM en yalın ifadeyle, bir fabrikada kullanılan ekipmanın verimliliğini ya da etkinliğini artırmak ve olası makine hatalarından kaynaklanacak ıskartaları önlemek amacıyla gerçekleştirilen tüm çalışmaları kapsayan bir terimdir. TPM'in, geniş anlamda, DOE ve poka-yoke'ye destek veren yardımcı bir kalite tekniği olduğu da söylenebilir.

²⁶ Bhote, K.R., World Class Quality: Using Design of Experiments to Make it Happen, American Management Association, New York, 1991: 113-275

TPM'in ilk olarak 1969'da, Toyota grubunun bir firması olan dünyanın en büyük otomobil elektrik aksamı üreticilerinden Japon Nippondenso şirketi tarafından geliştirildiğini öğreniyoruz. Aslında, TPM'den önce, A.B.D.'de bir üretken bakım kavramı ve uygulamasının var olduğunu da öğreniyoruz. Nippondenso bu terime bir de "total" sözcüğünü ekleyerek, PM'i bugünkü TPM konumuna getirmiştir.

Nippondenso'nun katkısı belki hemen fark edilmeyebilir, ama aslında son derece önemlidir. Çünkü nasıl ki DOE'da kilit sözcük "design" değil, "experiments" ise, TPM'de de kilit sözcük, aslında "maintenance" değil, "total" sözcüğüdür. Yani, TPM'in anlamını, en fazla "total" sözcüğü yansıtmaktadır.

TPM'de "total"ın üç anlamı vardır:

1. Kullanılan ekipmanın verimliliğini/etkinliğini artırıcı çalışmaların, ekipmanın "tüm" ya da "toplam" ömrü boyunca sürdürülmesi ki bu süre ekipmanın ilk alınışından, iskartaya çıkarılışına dek geçen toplam süreyi kapsar.
2. Ekipmanın çalışmadan beklemesine (downtime) neden olan, yine "tüm" etkenlerin kontrol altına alınması. Bu etkenleri de şu şekilde sıralayabiliriz:
 - a. Ekipmanın bizzat bozulup durması
 - b. Kalıp değiştirme süreleri (setup)
 - c. Başka nedenlerle ekipmanı kısa sürelerle durdurmak zorunda kalınması
 - d. Ekipmanın hızının düşmesi
 - e. Ekipmanın veriminin, hatalı ürün dolayısıyla düşmesi
3. Ekipmanın verimini artırma çalışmalarına, firmada görev yapan "tüm" personelin katılması.

Bu üçüncü anlam, TPM'in kilit taşıdır. Çünkü TPM, firmada üst yönetimden başlayan bir TPM politikası oluşturulmasına ve fabrika zemininde de, oluşturulacak küçük işçi ekipleri kanalıyla hayata geçirilmesine dayanır. Ekipler, TPM'in çekirdek birimleridirler ve TPM'i, PM'den ayıran ana özellik de budur (PM'de, ekipman "downtime"ını azaltma görevi, işçilerin değil, "bakım" (maintenance) uzmanlarının görevidir).

TPM'in kilit birimleri, işçi ekiplerinin çalışmalarıdır. Ekip, işe önce, ekipmanı toz ve kirden arındırmakla başlar. Bu iş, ekip-içi bir iş bölümüyle yapılır: "Kim, ekipmanın hangi parçasını, ne zaman, ve nasıl temizleyip, yağlayacak?", ekip önce bu konulara karar verir. Burada şunu da hemen belirtelim ki, TPM ekipleri, yaptıkları "tüm" çalışmalara, kendilerinin asıl görevinin problem çözme olduğu bilinciyle yaklaşır. Yani TPM ekipleri, her şeyden önce birer problem çözme ekibi olarak algılanmalıdır. Burada yine "tüm" sözcüğünün önemi var. Çünkü, TPM ekipleri yaptıkları her işte bir problem ararlar, ve saptadıkları zaman da, çözüm geliştirirler. Ekipmanın temizlenmesi, ya da yağlanmasında bile bu yaklaşım egemendir.

Ekip, temizlenmesi ya da yağlanması zor olan ekipman parçaların saptayıp, çözüm getirmek zorundadır. Yalın üretimin ürüne değer katmayan, sadece zaman harcanmasına yol açan tüm operasyonları elimine etme ilkesi burada da geçerlidir. Ekibin bu görevi layıkıyla yerine getirebilmesi için de ekip elemanları önce, uzmanlar tarafından ekipmanın çalışma ilkeleri üzerine eğitimden geçirilirler. Ekibin bir diğer önemli görevi de, ekipmanın ne kadar sıklıkla durduğunu saptayıp, kayda geçirmektir. Akabinde, ekipman durmasının, hangi ekipman parçasının ya da parçalarının bozulması sonucu meydana geldiği keşfedilip, yine çözüm önerileri getirilir. Önerilerin içinde, gerekirse ekipmanı parçalarının tasarımında değişikliğe gidilmesi de yer alabilir.

TPM, tek-parça-akışına dayalı U-hatlarının oluşturulmasında da önemli rol oynayan bir tekniktir. U-hatlarında işlenmekte-olan-ürün stoku olmadığından, hattaki herhangi bir makinenin bozulup durması, tüm hattı sekteye uğratarak, hattan söz konusu üründen tek bir adedin bile çıkmaması anlamına gelecektir. Dolayısıyla U-hatlarına gidilirken, hatta gidilmeden önce, TPM çalışmaları başlatılmalı, TPM'in, U hatlarının organik bir parçası olması mutlaka sağlanmalıdır.

TPM çalışmaları sonucu neler kazanılabileceği ve TPM'in U-hatlarıyla bağlantısı ile ilgili bir Japon firmasına ait bilgiler aşağıda verilmektedir.

1. Firma TPM sonucu, dört yıl içinde, ilk başta ayda toplam 298 adet olan makine bozulma olayım, ayda 20 olaya indirmiştir.
2. Elde edilen bu başarılar, U-hatlarının kurulması için yeterli zemini hazırlamış, U-hatları ile fabrika-içi nakliye %60; bir ürün için harcanan toplam işgücü zamanı %35; ve işlenmekte olan ürün stoku %45 dolayında azaltılabilmıştır.

Yalın üretim ilkelerine göre çalışan bir fabrikanın hemen her yerinde, "görme" duygusu harekete geçirecek araçlar kullanılmaktadır. Her yerde ışıklar, makine ya da hat yanı panolarda sergilenmiş yazılı tutanaklar, grafikler kullanılmaktadır. Fabrikada, tüm önemli operasyonlar ve

elde edilen başarılar, belgelenip, sergilenmektedir. TPM’de de aynı olay söz konusudur. Sistem, gerek ekipman, gerek de çalışanlara ilişkin temel performans indikatörleri ve zaman içinde kaydedilen gelişme/iyileştirmelerin, sadece bilgisayar veri tabanında kalmaması, aynı zamanda görsel olarak da sergilenmesi esasına dayanır.

Çünkü her insanda bir yandan “unutma” ve “önemsememe” eğilimi, diğer yandan da, başarılarının “takdir edilmesi” gereksinimi vardır. İşte, yalın üretimde öngörülen “görsellik”, her iki eğilime de hitap eder. Yalın üretimin temel ilkesi, hiçbir hatayı unutmama, tüm hataları önemseyip, çözüm getirme ve akabinde de başarıları önemseyip, ödüllendirmediir. İşte, TPM’de de söz konusu olan görsellik, bir yandan hatırlatma, hatta uyarma, diğer yandan da başarıların tanınması işlevlerinin hayata geçirilmesi için bulunmuş en etkin çözümlerden biridir ²⁷.

2.8 Bir Dakikada Kalıp Değişirmek (SMED)

Konvansiyonel kitle üretim sisteminde stoklu çalışmaya birinci sırada gösterilen gerekçe ya da uzmanlara göre “mazeret”, makinelerde bir kalıptan diğer kalıba hatasız ürün elde edecek şekilde geçme süresinin çok uzun tutmasıdır. Kitle üretim sisteminde bu sürenin uzun tutacağı adeta bir “veri” kabul edilir, dakikalar, hatta bazen (Türkiye’de olduğu gibi) saatler alan kalıp değişim sürelerinin radikal olarak kısaltılması için gerekli çaba gösterilmez. Oysa kalıp değişim süresi uzadıkça, makinenin aynı parçayı büyük miktarlarda üretmesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır, çünkü makine herhangi bir kalıbı en az kalıp değişim süresi kadar kullanılmalıdır ki makineden alınan verim yüksek, işçilik maliyetleri düşük olsun. Bu durumda stoksuz çalışma yani karışık yükleme akışına ayak uyduracak şekilde değişik parçaları birbiri ardı sıra ve ancak hemen o an gereken miktarlarda üretme, diğer her şey yalın üretime göre yeniden düzenlense bile, imkansız hale gelmektedir. Nitekim kanban sistemini incelerken, uzun kalıp değişimlerinin kanban uygulamasını bile amacından nasıl saptırabileceğini görmüştük.

Yukarıdaki duruma bakarak, başta Toyota olmak üzere dünyanın pek çok ülkesinde sayısız şirkete danışmanlık yapmış olan Shigeo Shingo, daha 1950’lerde stoksuz üretim için “olmazsa olmaz” birincil koşulun, makinelerin kalıp değişim süresinin kısaltılması olduğunu görmüş, ve geliştirdiği yöntemlerle yüzlerce şirkette kendi iddia ettiği gibi kalıp değişim sürelerini, hem de çok kısa bir zaman dilimi içinde radikal olarak indirmeyi başarmıştır. Böylece herhangi bir makine, bir parçadan değişik başka bir parçaya birkaç dakika, hatta 1 dakikanın

²⁷ Okamoto, K., Planning and Control of Maintenance Costs for Total Productive Maintenance, Japanese Management Accounting: A World Class Approach to Profit Management, Monden, Y., ve Sakurai, M., edit, Productivity Press, Cambridge, MA, 1989: 97-113

altında geçebilecek duruma gelmiş, makineler inanılmaz bir esneklik kazanarak, birer "stok üreticisi" olmaktan çıkmışlardır.

Burada Shingo'nun kalıp değişim sürelerini kısaltmak için geliştirdiği ve "single-minute exchange of dies: SMED" olarak adlandırdığı yöntemi ayrıntıda anlatmak olanaksızdır. Shingo'nun bu konuda kendi yazdığı ve İngilizce'ye de çevrilmiş bir kitabı vardır. Ancak, Shingo'nun hangi makine olursa olsun, kalıp değişim süresini bir dakikaya indirebileceğini belirttiği ve başarıyla uyguladığı SMED tekniği, aslında öylesine basit ama etkin ilkelere dayanmaktadır ki, bu ilkeleri ana hatları itibarıyla aktarabileceğimizi ve hatta sırf bu kısıtlı bilgilerin bile firmaların kalıp değişim olayına farklı yaklaşımlarına yetebilecek düzeydedir. Temel SMED İlkeleri:

SMED yaklaşımını şekillendiren, uygulamasına yön veren ana ilke, yalın üretimin diğer tekniklerinde de gördüğümüz, "gereksiz zaman harcamalarından kurtulmaktır". Tüm SMED yaklaşımında, SMED'in alt ilkelerinde bu anlayışın hakim olduğunu söyleyebilir. Bunlar şu şekilde özetlenebilir:

1. İlk adım ve birinci ilke, bir kalıptan diğer bir kalıba geçiş sürecinde, makine durduğu zaman yapılan işlerle (internal setup procedures), makine çalışırken yapılan işleri (external setup procedures) saptayıp, mümkün olduğunca çok işi makine çalışırken gerçekleştirmeye yönelmektir. Bu yolla zamandan %30-50 arasında tasarruf sağlanabilmektedir. Bunun için:
 - a. İlk olarak halihazırdaki uygulamada hangi işler makine durduğunda, hangileri makine çalışırken yapılıyor, saptanmalıdır.
 - b. Bunlar içinde bazı işler rahatlıkla ve önemli bir değişikliğe gidilmeden makine çalışırken de yapılabilir olmalarına karşın, halihazırda makine durduğu zaman yapılıyorlarsa, bu büyük bir zaman kaybıdır. Bu tür işlemler mutlaka makine çalışırken yapılmalıdır.
 - c. İlk yapılan bu görece basit değişikliklerle de yetinmemek gerekir. Israrla daha ve daha çok işlemin makine çalışırken yapılabilmesi sağlanmalıdır. Bunun için kalıplar ve kullanılan takımlar dahil donanımda ne gibi modifikasyon yapılabilir araştırılmalı ve çözümler geliştirilerek uygulamaya geçirilmelidir.

2. Kalıp değiştirmede hem bir önceki kalıbın çıkarıldıktan sonra üzerine hemen yerleşeceği, hem de aynı anda bir sonraki kalıbı taşıyan ve yerine takılmasını kolaylaştıran rulmanlı sistemler ya da taşıyıcılar kullanılmalıdır. Bu tür "mekanizasyon" bir kalıptan ötekine geçiş süresini kısaltacaktır.

3. Kalıp bağlama sırasında makineyi ayarlama gereğini önlemek de zaman tasarrufu sağlayacaktır. Bunun için bağlama sürecinde kullanılan kalıp ve makine bölümlerinde standartlaşmaya gitmek önemlidir. Örneğin, kalıpların makineye bağlantı kısımları standart hale getirilirse (yani aynı boyut ve şekilde olursa), kalıplar bağlanırken aynı bağlayıcılar (jigs) ve takımlar kullanılabilir. Böylece standartlaşan kalıp değiştirme işi daha az süre tutacaktır.

4. Mengene ve bağlayıcıları vida ve civata gerektirmeyecek şekilde tasarlamak da zaman tasarrufu sağlar. Böylece işçiler çok daha kısa sürede sıkıştırma ve gevşetme işlemlerini yapabileceklerdir. Örneğin, bağlamada vida yerine "armut" şeklindeki deliklere oturma yöntemini tercih etmek daha doğrudur.

5. Kalıp değiştirme süresinin %50 kadarı, bir kalıp takıldıktan sonra yapılan ayarlama ve deneme çalışmalarıyla harcanır. Oysa bu zaman kaybı, kalıbın ilk anda tam gerektiği şekilde yerine oturması sağlanırsa, kendiliğinden önlenmiş olacaktır. Burada kullanılabilir yöntemler arasında kalıbın bir dokunuşta (one-touch setup) yerine oturabileceği "kaset" sistemleri, ya da makineye eklenecek limit anahtarları sayılabilir. Böylece kalıp takıldıktan sonraki ayarlama işlemine gerek kalmaz.

6. Kalıpları, makinelerden uzak depolarda saklamak, taşıma ile vakit kaybedilmesine yol açar. Bunun çaresi sık kullanılan kalıpları makinelerin hemen yanlarında tutmaktır.

Shingo sisteminin temel hatları bu şekilde özetlenebilir. Shingo SMED'le gerçekten de adeta mucizeyi sonuçlar elde etmiştir. Örneğin, 1990'ların başında Türkiye'de otomotiv ana sanayinde kullanılan büyük pres makinelerinde kalıp değişim süresi hala yaklaşık 45 dakika tutarken, Shingo daha 1971'de Toyota'da bu işlemi 3 dakikaya indirmeyi başarmıştır. Dünyanın her yerinde de aynı başarıyı, değişik sanayi kollarında elde etmiştir.

şimdi akla şöyle bir soru takılabilir: "SMED'in küçük-lot üretime geçmek için etkin bir teknik olduğunu kabul ettik diyelim. Peki, bizim bir firma olarak bu işten somut kazancımız ne olacaktır? Yani, bu işe kalkışmamıza değer mi?" Gerçekten de, sadece Türkiye'de değil, dünyanın pek çok yerinde çoğu firma on yıllardır büyük-lot üretim uygulaması içinde oldukları

için, SMED'le sağlanabilecek kazançların boyutu hemen fark edilmeyebilir. Oysa, SMED'le yakalanabilecek avantajlar hiçbir firmanın göz ardı edemeyeceği denli büyük çaptadır. Şimdi SMED'in bu gücünü göstermek için, bir Amerikan firmasının deneyimini aktarmak istiyoruz.

Amerikan Omark Industries şirketinin yöneticileri, maliyetleri düşürmek için küçük-lot üretime geçip mevcut stok seviyelerini aşağıya çekmeleri gerektiğine karar verirler ve bu amaçla bir dizi çalışmalar başlatırlar. Ancak, önlerine hep aynı engel çıkmaktadır. kalıp değişim sürelerinin uzun sürmesi, dolayısıyla küçük lot üretim için ön koşul olan sık kalıp değişimi yapılmasının, mevcut setup sürelerinde imkansız oluşu. Tam o sırada, şirketin genel müdür yardımcısı, Shingo'nun ünlü kitabını okur ve SMED'in etki gücüne ikna olur. Hemen bir ekip oluşturur ve SMED'in öğrenilip Omark Industries'te de uygulanmasını ister. Ekibin başarısı hiç de yabana atılacak gibi değildir. Sadece bir ay içinde, iki saat tutan kalıp değişim süreleri, bir buçuk dakikaya indirilir ²⁸.

Toyota gelişimi sırasında başlangıçta 8 saati bulan kalıp değiştirme sürelerini 3 dakikaya indirebilmiştir. Toyota uyguladığı farklı üretim modeli ile bir işçinin üretkenliğini 1950'de yılda 2 den; 1960'da 14,8'e, 1970'de 19,4'e 1982 yılında ise 56'ya çıkartmayı başarmıştır (Aynı dönemde Chrysler'de bir işçi yılda ortalama 16 otomobil üretebiliyordu) ²⁹.

2.9 Kalite Çemberleri

Katılımı teşvik edici bir yönetim tekniği ve insan kaynağı geliştirme aracı olan kalite çemberlerinin çok yaygın kullanım alanları bulunmaktadır. Mal ve hizmet üreten her kuruluş, kalite çember etkinliklerini gerekli gördüğü her yerde yürütebilir. Çalışanların yaptıkları işlerinden tatmin olmalarını sağlayarak ve grup karar verme sürecini işletip örgütün verimliliğini maksimize ederek, kalitenin sürekli gelişmesinde bir katalizör görevi almaktadır. Çember çalışmaları, yönetim ve iş gören arasında iyi ilişkiler kurulmasında oldukça etkilidir. Böylece atıl kapasiteler kullanılmakta ve sürekli gelişmeye kaynak sağlanmış olmaktadır ³⁰.

²⁸ Shingo, S., 1988: 364-376

²⁹ Ohno, T., Toyota Ruhü, Scala Yayıncılık, İstanbul, 1996: 28

³⁰ Shingo, S., 1988: 117-136

3. YALIN ÜRETİMİN SİSTEMİ'NİN BİR OTOMOTİV YAN SANAYİSİ FİRMASINDA UYGULANMASI

Tezin temel amacı, yalın üretimin ve değer akış yönetimi süreçleri, adımları, geliştirme araçlarının bir otomotiv yan sanayi firması için uygulaması ve öğrenilen derslerin özetlenmesidir. Bu amaçla otomotiv ana sanayisi için düşük voltajlı enerji kablosu üretimi gerçekleştiren bir firma seçilerek, yalın üretim sistemleri için incelenmiştir. Bu bölümde firma hakkında genel bilgiler, kültürel ve iş çevresi ile geçmiş ve mevcut iş amaç ve hedefleri verilecek; firmada yalın üretime geçiş çalışmaları kapsamında gerçekleştirilen faaliyetler sunulacaktır.

3.1 Firma Hakkında

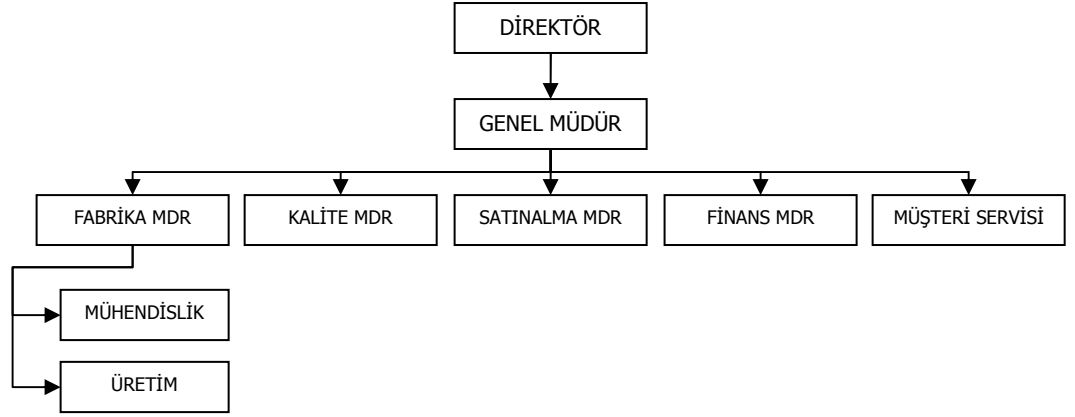
Firma, otomotiv, beyaz eşya, elektrik / elektronik mühendisliği endüstrisi ve her türlü özel amaç kullanılan kabloları üreten uluslararası bir üreticidir. Merkezi Almanya'dadır. Stratejik iş bölümleri TEL, KABLO VE KABLO SİSTEMLERİ olmak üzere üç başlık altında toplanmıştır. Dünya üzerine yayılmış 60 Üretim Merkezinde 1,5 Milyar € ciro ve yaklaşık 22.000 çalışana sahiptir. İlk Otomotiv Kablosu'nu 1930'lu yıllarda üretmiş ve bu ürünlerdeki standartları oluşturarak Düşük İzolasyon Kalınlıklı Otomotiv Kablosunu geliştirmiştir. Ayrıca, Kablo üreticileri için çok telli iletken pazarında önde gelen kuruluşlardandır. Firma 2000 yılında Bursa – Mudanya'daki Siemens Kablo Sistemleri San. ve Tic.Ltd.Şti.'ni satın alarak Avrupa ve Asya kıtaları arasındaki en kritik noktayı da bünyesine katmış ve bu şekilde Türkiye'deki en ciddi ilk yatırımını da gerçekleştirmiştir. Firma müşterilerine en kaliteli ürünü tam zamanında ve istenen maliyetlerle üretmeye odaklandı.

Her türlü Otomotiv ve Beyaz Eşya endüstrisi için kablo üretiminin yanında, ayrıca merkez firmanın ürettiği tüm kablo çeşitlerinin de ithalat ve satışını yapmaktadır. Kalite Yönetim Sistemlerini ISO/TS 16949, VDE 0281 /282'ye göre kurmuştur. Ayrıca; GM, Toyota, Mercedes gibi diğer özel kalite sertifikaları ile müşterilerine üretim yapmakta ve her türlü teknik destek sunmaktadır. Uluslararası standartlara ve müşteri özel isteklerine uygun olarak üretilen çeşitli kablolar dünyanın önde gelen otomotiv ve beyaz eşya üreticileri tarafından yıllardır kullanılmaktadır.

Mevcut iş stratejileri basit olarak şu şekilde özetlenebilir: daha yalın bir organizasyon oluştururken, müşterilere daha fazla değer sunmak. Firma global yatırımcıları ile çok kültürel bir yapıya sahiptir. Firmanın rakip çevresi incelendiğinde ise, Güç iletimi ve dağıtımı ve otomasyon endüstrileri özellikle son 10 yıl içinde önemli ölçüde ilerleme gerçekleştirdikleri görülmektedir. Firmanın temel rakipleri bu sektörün devleri olarak kabul edilen Fuji, Hitachi, Eaton, ve

Türkiye’de de faaliyet gösteren Siemens, Prysmian ve Yazaki’dır. Firma bu rekabet çevresinde etkinliğini ve gücünü kaybetmemek için yalın üretim uygulamalarıyla verimliliğini arttırma yollarına giderek maliyetlerini düşürmeyi amaçlamakta bunu gerçekleştirmek için çalışmaktadır.

Firma organizasyon yapısı Şekil 3.1 de gösterilmektedir.



Şekil 3.1 Firmanın Organizasyon Şeması

3.1.1 Firmanın Operasyonları

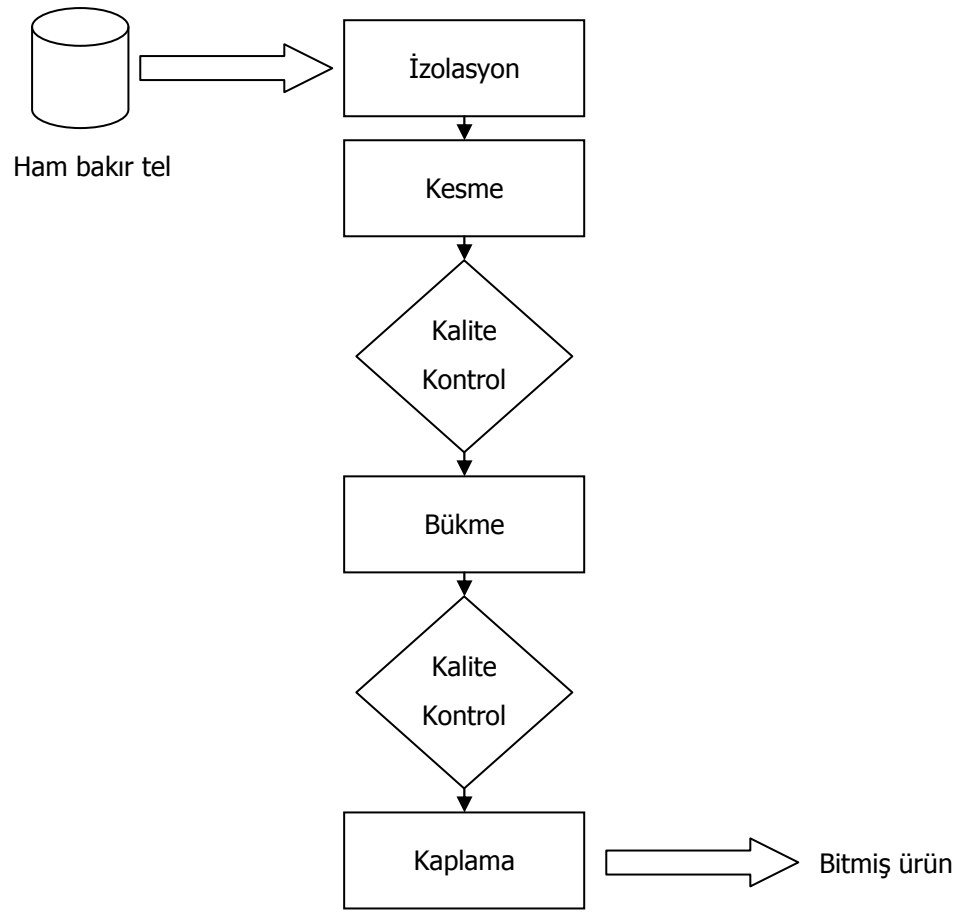
Bu bölümde firma bünyesinde gerçekleştirilen operasyonlar açıklanacak ve üretim süreçleri ile ilgili temel bir bakış olarak, yetenekler, malzeme ve veri akışları tanımlanacaktır. Kablo üretimi temel olarak 2 üretim hattında gerçekleştirilir. Bunlar otomotiv kabloları ve harmonize kabloları hattıdır. Kablo firmalarında üretim süreçleri nispeten basit ve 5 temel adımdan oluşur. Bunlar; yalıtım, bükme, telleme, sarma, kaplama operasyonlarıdır. Tüm süreçlerde özel makineler ve küçük miktarda iş gücü kullanılır. Üretim süreci Şekil 3.2 de şematize edilmiştir.

Bakır tipik olarak 2,6 mm çaplı tel olarak fabrikaya getirilmektedir. Bu tel renk birleşimleri ile eşleştirilme yapılarak, çiftler birbiri üzerine bükülür ve çoklu çiftlerin alt montajının gerçekleştirilir. Bu parçalar, daha sonraki süreçlere geçişte diğer pek çok parçanın yapı taşı oluşturur. Bir sonraki aşamada ise, alt montajı gerçekleştirilmiş bu parçaların son montajda PVC, polipropilen gibi koruyucu malzemelerle sarılması ve kaplanması gelir. Kalite süreç içinde sağlanır ve %100 fonksiyonellik testinin yanı sıra iletken kıvılcım testi gerçekleştirilir.

Hızlı çevrim zamanlı süreçler olarak değerlendirilen tüm bu süreçler, 100-400 m/s hızlarda çalıştırılabilir. Verilen üretim için süreç bir kere doğru olarak çalıştırılırsa, büyük miktardaki ürünün oldukça kısa sürelerde üretilebilmesi mümkün olabilir. Geleneksel yaklaşımda,

hızlı çevrim zamanlı süreçler çok büyük partilerle üretimde ürün üretimi için ekipman kullanımı miktarını maksimize etmek için kullanır. Bu firmada da kurulum zamanını değiştirme genellikle önemli miktarda ıskarta oluşturması ve bozuk kalma periyodunu uzatması nedeniyle, mümkün olan en büyük lotlarda üretim ile kurma maliyetleri düşürülmektedir.

İşlenmekte olan ürün stoğu, süreç serileri boyunca 1,6 m boyunda 5 ton civarı ağırlıklarda büyük tamburlarla taşınır. Tamburların boyut ve ağırlıkları yüzünden taşımayı gerçekleştirmek için forklifler kullanılmaktadır. O sebeple uygun fabrika yerleşim dizaynı ve depo alanları operasyonların verimi için önemli olmaktadır.



Şekil 3.2 Firma temel üretim süreci

3.1.2 Üretim Planlama ve Programlama

Firmada yalın üretim çalışmaları öncesi, üretim planlama ve programlama temel olarak planlamacının ve fabrika müdürünün kişisel tecrübelerine göre gerçekleştirilmekteydi. Talep planlama, satış öngörülerine, bitmiş ürün stok seviyelerine ve tarihsel verileri göre olmaktadır. Ancak genel olarak üretim planlama personeli satış öngörülerinin kalitesini beğenmemekteydi.

Bu öngörüler belirli bir periyottaki basit tarihsel ortalamalardan ibaretti. Ayrıca, makinelerde yaşanan arızalar ve güvenilirliklerinin olmaması planlanmış üretim programına uyulmasını güçleştirmekteydi. Ekonomik lot büyüklüğü tipik olarak tanımlanmamış ve uzun süreli lot çalışmalarına ve yüksek makine kullanımını yakalama konularına odaklanılmıştır.

3.1.3 Araç Yerleşimi ve Temel Operasyonlar

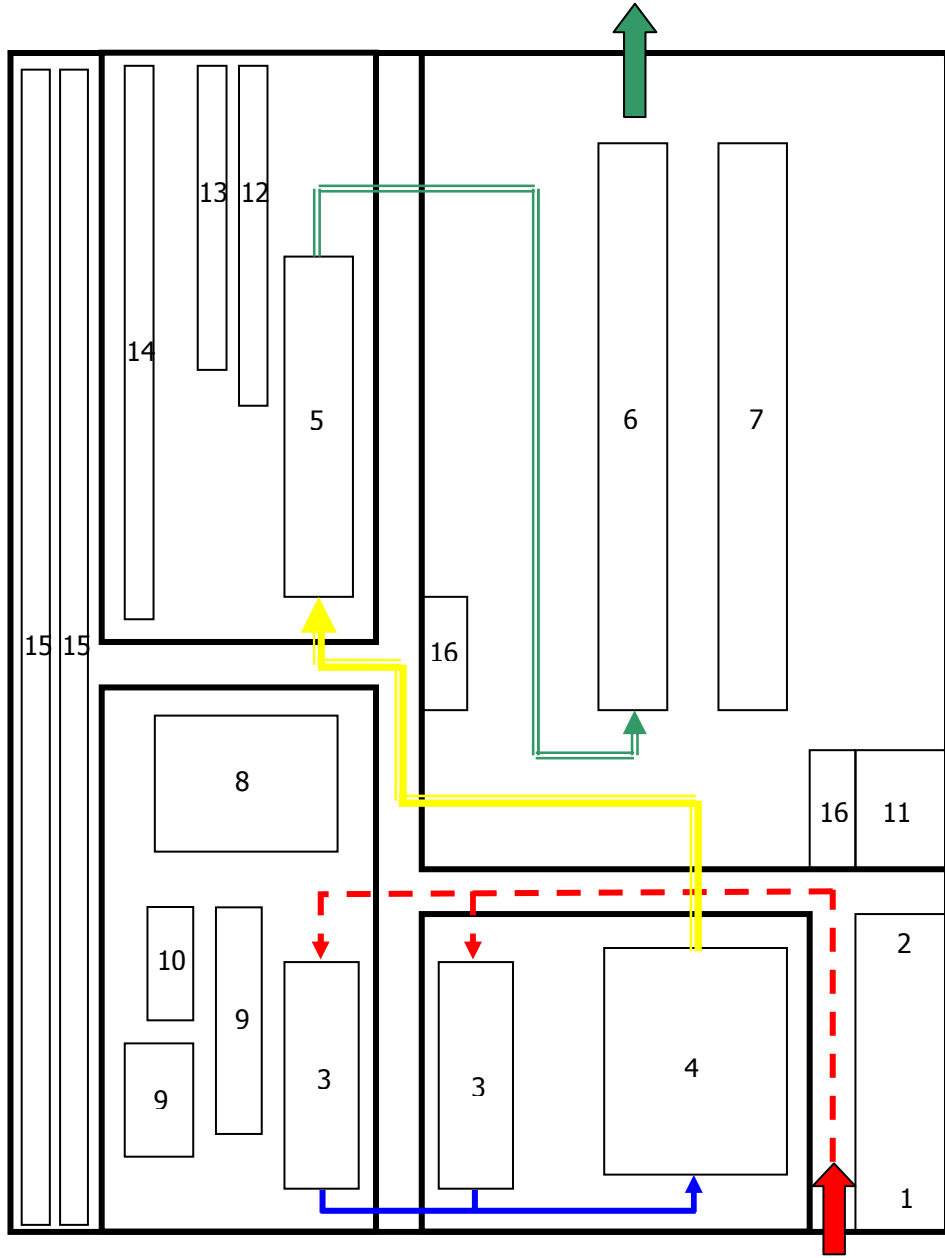
Kablo üretim operasyonlarının detaylandırılmış yerleşimi ve otomotiv kablo hattı için basit olarak malzeme akışı Şekil 3.3 te göstermektedir. Buna göre, çalışmaların başlangıcında çoğu hammadde (polietilen ve tahta tamburlar hariç) kuzey malzeme kabul ambarına gelir ve depoya alınarak, raflara yerleştirilir veya doğrudan kullanımın noktasına iletilirdi. Bakır ve kontrplak makara için ise iç depo alanlarının yetersiz olmasından dolayı dış alanlarında depolanma söz konusuydu.

Hammadde hareketi genellikle dar boğaz yaratan forkliftler aracılığıyla sağlanmaktaydı. Ürün genellikle güneyden kuzeye hareket etmekteydi. Ürün akışı, bazı makinelerin yerleşimlerinin uygun olmaması sonuç pekçok kere dönüşler yaptırmak zorunda bırakan ideal değildir.

3.1.4 Üretim Çevresi:

Firmada üretim çevresi çalışanın beklentilerini karşılayacak kadar yeni değildir. Çöp, hurda eski kullanılmayan parçalar, arazi içinde herhangi yerde bulunabilmektedir. Çalışma alanlarında çöp kutusu, etkin bir havalandırma, süpürge bulunmamaktaydı. Makine ve forkliftlerden yağlı su ve gres sızıntısı olabilmekteydi.

Ayrıca zeminde sigara kartonları ve plastik çay bardakları bulunabilmekteydi. Önemli kilit bileşenler, araç gereçler, ilgili iş talimatları, ürün özellikleri kaybolabilmekteydi. Çalışan sağlık ve güvenliği uzun süre problem olmuştu. 2005 yılında 15 civarı iş kazası olmuştur. Acil durum çıkışları genellikle üretimde tutulan stoklar, ekipmanlar kullanılmayan elektrik kabloları ile kapatılmış durumdadır.



1. Giriş kontrol 2. Ambar 3. İzolasyon hatları 4. Çapraz telleme 5. Dolama 6. Kaplama 7. Helozon kabloları hattı 8. Sarma hattı 9. Lastik telleme 10. Kesme 11. Bakım 12. 150 mm hattı 13. Grup dolama 14. BM 80 hattı 15. CV hatları 16. Ofisler

Şekil 3.3 Fabrika Yerleşimi Ve Malzeme Kaba Akışı

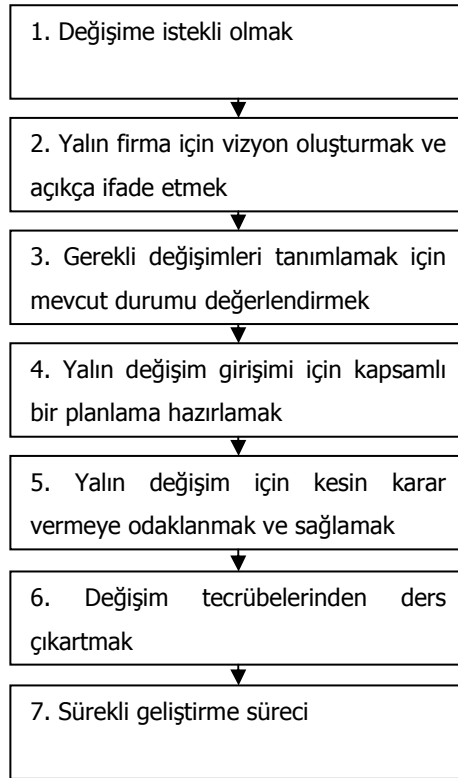
Temel olarak makineler için önleyici bakım yapılmamaktadır. Kullanım makine bozulana kadar devam etmektedir. Tüm bakımlar yıllık bazda 2 haftalık makine duruşları ile sağlanmaktaydı. Bu yüzden bozulmaların kök nedeni bulunamamaktaydı. Ayrıca tüm vardiyaları kapsayan bakım personeli yoktu. Fazla mesai üretim dahilinde normal olarak görülürdü ve genellikle tüm operasyonlar için günlük olarak yapılırdı. Hafta sonu vardiyasına ilave olarak, fazla mesai hafta içi kayıplar ve makine arızalarını telafi etmek için gerekiyordu.

3.2 YALIN ÜRETİME DÖNÜŞÜM İÇİN YOL HARİTASI

Bu bölümün amacı organizasyonel değişim modeli ve süreçleri için zayıf ve güçlü noktalar için çeşitli örnekler sunmaktır.

3.2.1 YOL HARİTALARININ ÖNEMİ

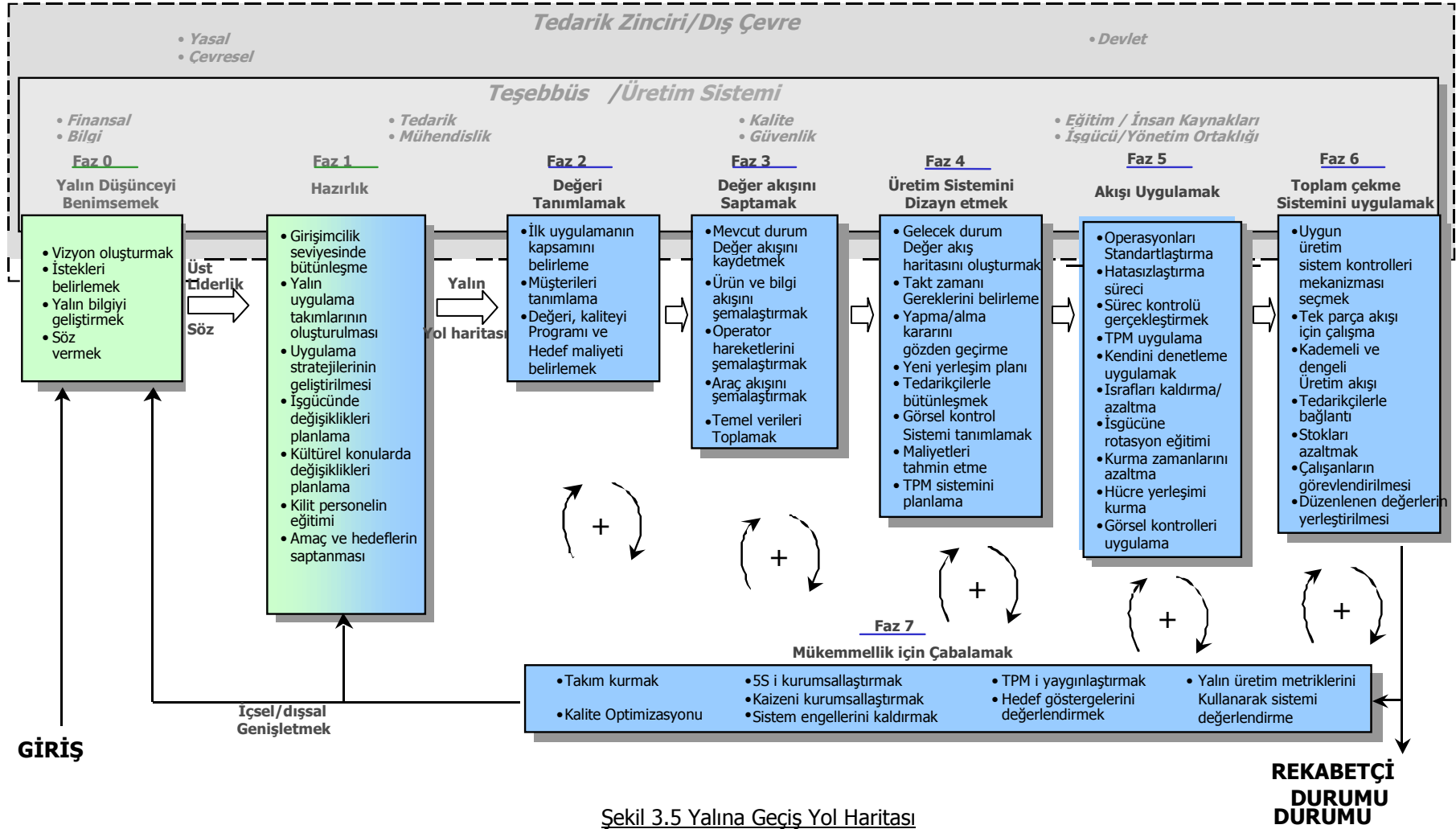
İyi bir yol haritasına sahip olmak, değişim sürecini gerçekleştirmek için çok önemli olacaktır. Öncelikle firma yalın organizasyona dönüşümde ihtiyaç ve isteklerine karar vermelidir. Bu yol haritası yalına dönüşümü yönetsel ve fonksiyonel açıdan iyi bir şekilde özetler. Yol haritaları için basit bir anlatım Şekil 3.4 teki gibi özetlenmektedir ³¹. Önerilen bir yol haritası Şekil 3.5 de verilmektedir ³².



Şekil 3.4 Yalın Firmaya Etkin Dönüşüm Süreci

³¹ Jordan, J.A., ve Michel, F.J., The Lean Company- Making the right choices, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn Michigan, 2001

³² Production Operations Transition-To-Lean Team, Production Operations Level Transition-To-Lean Roadmap, Lean Aerospace Initiative, MIT, Cambridge, MA, 2000: 38

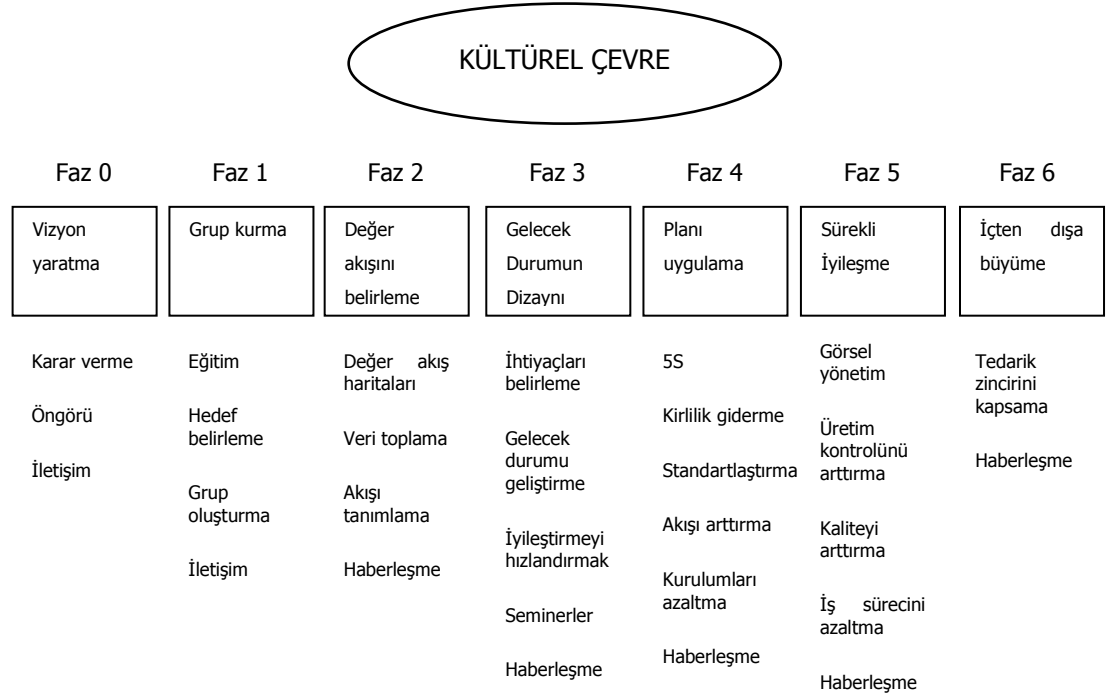


3.2.2 Kullanılan Yol Haritasına Genel Bakış

Bu tez çalışmasında firma için önerilen yol haritası yukarıda da örneği verilen tedarik zinciri ve kültürel çevre yönlerinden oluşturulmuştur. Şekil 3.6 da oluşturulan grafik gösterim üst yönetime süreç ve onun bileşenlerinin görselleştirilmesine yardımcı olmuştur.

3.3 MEVCUT DURUM ANALİZİ

Bu bölümün amacı uygulama için seçilmiş firmada mevcut operasyonlar için kilit noktaları tanımlamaktır. Bu amaçla süreçler için nitel açıklamalar verilecek ve mevcut operasyon metotları analiz edilecektir. Bu bölümde ayrıca operasyonel verimlilik analizinde kullanılan Değer Akış Haritalama süreci açıklanacaktır. Ayrıca bu bölümde veri toplama, yönetsel süreçleri açıklama ve kilit bulguları tartışma kısımları yer almaktadır.



Şekil 3.6 Firmada Kullanılması Önerilen Dönüşüm Yol Haritası

3.3.1 Değer Akış Haritalama

Bölüm 1.3 te genel olarak bahsedilen değer akış analizi ve haritalamasının pek çok amacı bulunmaktadır. En önemlisi üretim operasyonları için yöneticilere ve/veya operatörlere bakış kazandırmasıdır. Her gün, insanlar bir üretim çevresinde çalışır, genellikle tüm sistemi ve içindeki rolleri gözden kaçırmazlar. Hazırlık aşamasına zaman ayırmak ve Değer Akış Haritalama tekniklerinden faydalanmak geri adım atmaya ve müşterilerden tedarikçilere kadar olan tüm

operasyonu gözden geçirmeye imkan sağlar. Ayrıca, alt kademe yöneticilere ve fabrika müdürlerine kendi kontrolleri altında olan tüm süreçleri değerlendirme ve görselleştirme için mükemmel bir yöntem oluşturur.

Süreç kendi başına oldukça kolay ve güçlüdür. Genellikle müşteri sevkiyatı ile başlar, süreç grafiksel olarak ifade edilir ve yol boyunca veri toplanır. Bu süreç değer akışının tek sayfada haritalanması ve onun bileşenlerinin basit grafiksel sembollendirilmesi ile sonuçlandırılır.

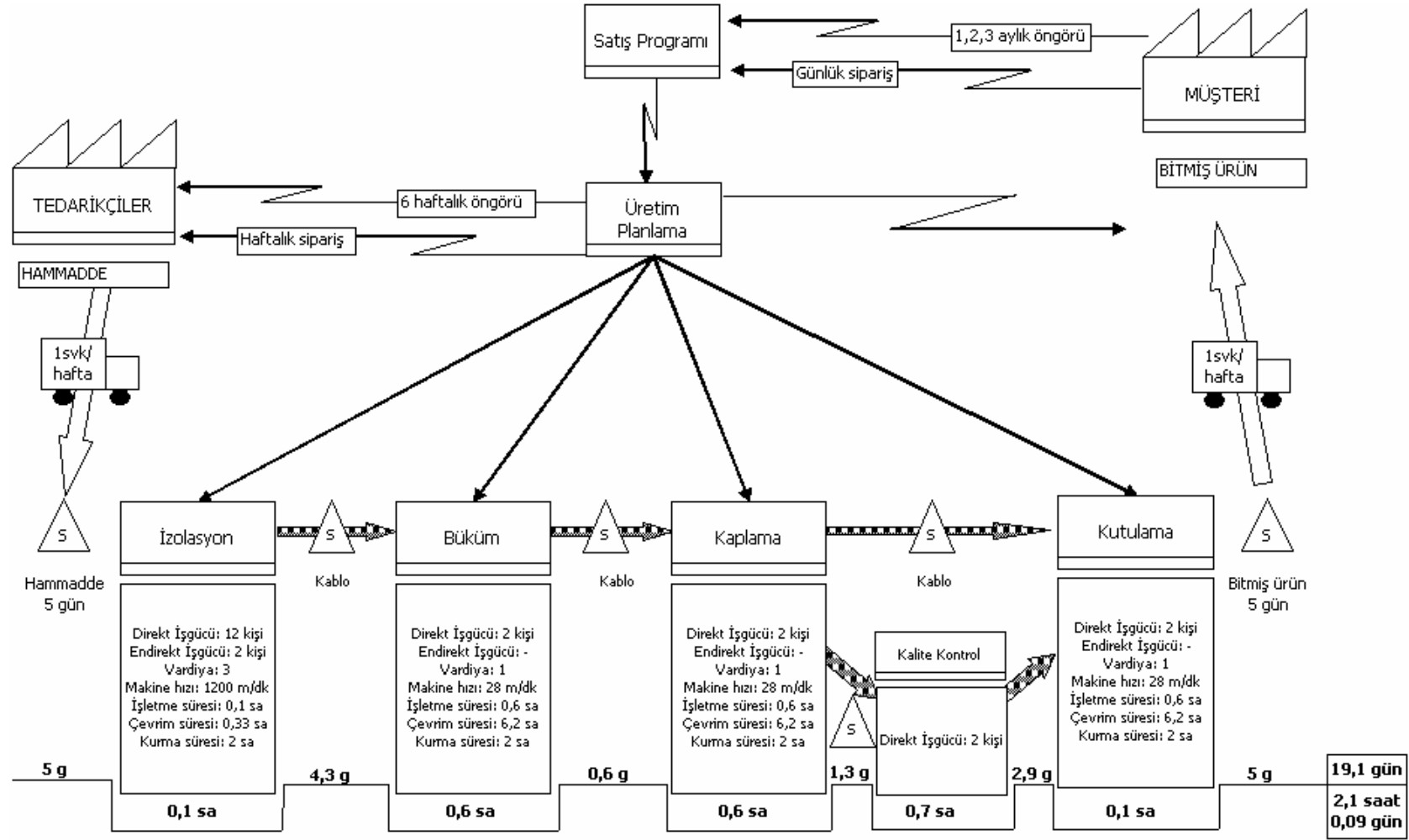
Kullanıcı, çevrim zamanı, İş süreçleri seviyesi, kalite seviyesi ve ekipman performansı gibi verileri toplar. Haritalama sırasında kullanılan envanterler de mutlaka kaydedilmelidir. Sürecin karmaşıklığına bağlı olarak ilave bilgi için daha farklı bileşenler diğer kaynaklardan toplanması gerekli olabilir. Değer akış haritalama sürecinin en önemli parçası üretim süreçleri ile üretim programlama ve üretim enformasyonu gibi sürecin yönetilmesinde kullanılan kontroller arasında ilişkiyi dokümente etmektir. Sadece temel ürün akışını dokümente eden pek çok süreç haritalama tekniklerinin aksine Değer Akış Haritalama ayrıca sistemde bilgi akışını da dokümente eder. Malzemelerin nerede depolandığı, malzemenin bir süreçten diğerine hareketini neyin tetiklediği bilginin kilit parçalarıdır.

Tez çalışması kapsamında firma için mevcut durum haritası Şekil 3.7 de ki gibi oluşturulmuştur.

Şekil 3.7 den görülebileceği gibi farklı süreçleri tanımlamak için çeşitli semboller kullanılmıştır. Kutular süreçte bekleyen parçaları, dikdörtgen kutular olması gereken bir süreci ya da üretim operasyonu, forkliftler ürün hareketini ifade eder. Bilgi akışı çizgisel oklarla gösterilmektedir. Üretimsel olmayan süreçleri tedarik, üretim kontrol, nakliye gibi haritada çizilmemiştir. Blok oklar malzeme akışını ifade eder. Üretim operasyonları ile ilgili kutular çevrim zamanı, işgücü/vardiya, ekipman çalışabilirlik süresi, makine hızı ve kurma süresi gibi verileri içerir. Elbetteki süreç haritalarının en önemli çıktısı, teslimat süresi ve süreç süresinin final toplamlarıdır. Örnek olarak otomotiv kabloları için teslimat süresi 19,1 gün iken, bu süre içindeki süreç zamanı sadece 2,1 saattir. Bunun anlamı ürün üretimi süresi 19,1 günün neredeyse 19 günü ürün herhangi bir değer katan aktiviteye uğramadan durmaktadır.

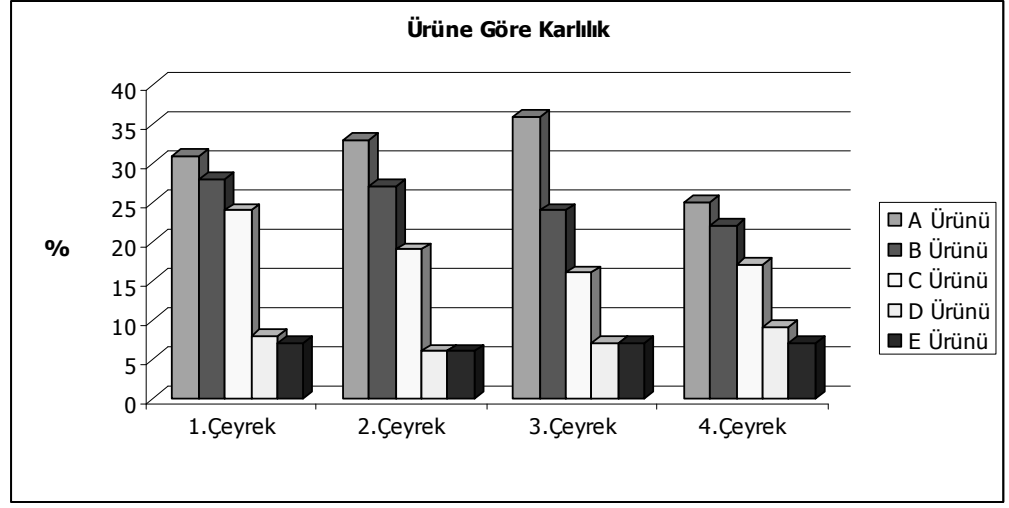
3.3.2 Maliyet ve Karlılık Analizi

Karlılık analizi kavramı her ürünün karlılığını analiz eder ve bu analizi gerçekleştirirken tahsis edilen genel giderlerinin nasıl düzenlendiğinin açıkça anlaşılması önemlidir. Gerçekçi bir ürün karlılığı elde etmek için finansal muhasebe verileri kullanmak önemlidir. Genel gider ve sabit maliyetler makine saati olarak hesaplanabilir. Bu sürecin amacı hangi ürünün yardıma ihtiyaç duyduğu hangi ürünün köşeye çekilmesi gerektiğinin belirlenmesidir.



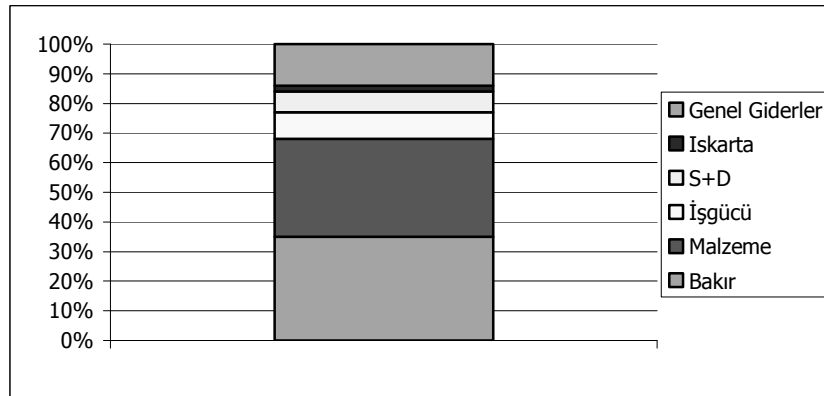
Şekil 3.7 Firma Mevcut Durum Haritası

Bu bilgi ayrıca nerede ve nasıl üretim kapasitesinin ve fazla mesainin kullanılması gerektiğine karar verme konusunda da yardımcı olur. Karlılık analizi için bir örnek Şekilde 3.8 de verilmektedir.



Şekil 3.8 Karlılık Analizi Örneği

Şekilden 3.8 den kolaylıkla görülebileceği gibi D ve E ürün gruplarına daha çok dikkat edilmesi gereklidir. Bu analizdeki bir sonraki aşama her bir ürün grubu için aktivite temelli (ABC) uygulamadır. Örnek firma için bu uygulandığında özel ürün grupları için 12 üründen 4'ünün para kaybettiği, 20 üründen 3'ünün 10% dan daha az karlılık getirdiği bulunmuştur. Bu bilgi, ürün grupları için temel süreçler ve malzeme kullanımı konusunda yeniden düşünmeye ve temel teknolojiyi geliştirme kararına sevk etmiştir. Maliyet dağılımı analizini ayrıca iyileştirme faaliyetlerinin nerede ve nasıl yapılabileceği konusunda fikirler verir. Şekil 3.9 örnek olarak seçilen firmada maliyet dağılımı analizi sonuçlarını vermiştir.



Şekil 3.9 Firmanın Maliyet Dağılımı

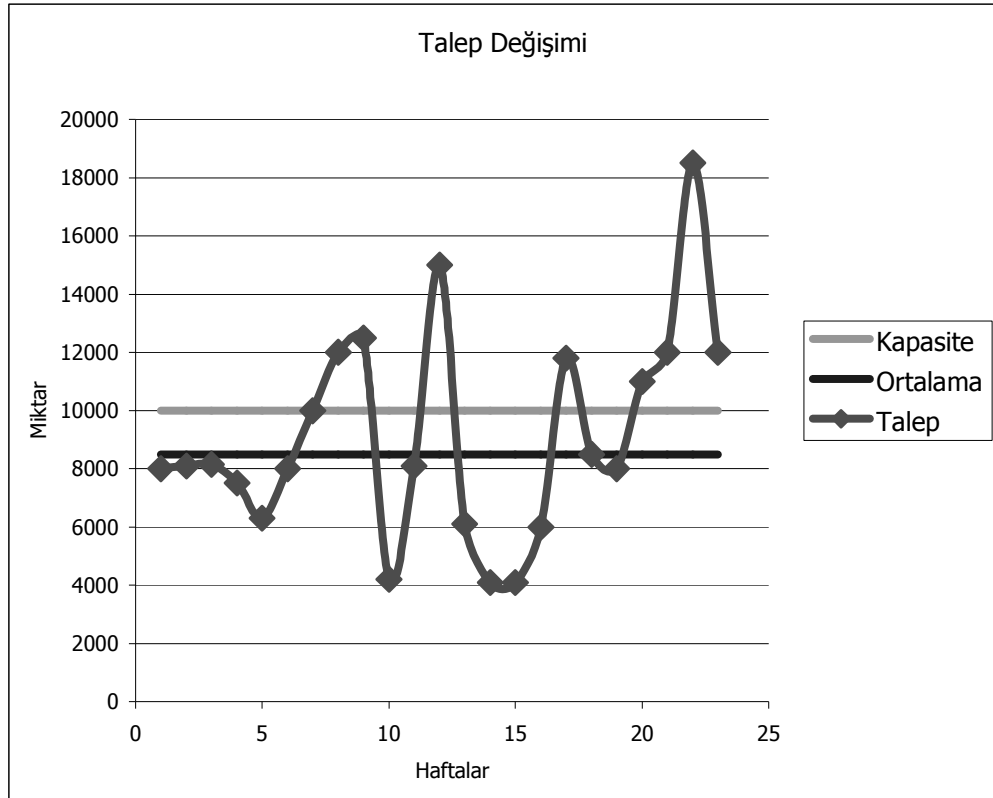
3.4 Operasyonların mevcut durumları

Değer akış haritalama ve maliyet karlılık analizi operasyonları anlamak, hangi alanlarda iyileştirme faaliyetleri yapılacağını tanımlama amacıyla kullanılan temel araçlar olacaktır. Benzer şekilde operasyonların mevcut durumlarının analizi de karar vermede kullanılması gereken bir süreçtir.

3.4.1 Talep Değişimleri

Pek çok firmada olduğu gibi örnek firmada da müşteriden gelen ürün taleplerinin tahmin edilmesiyle üretim planlanmaktadır. Talepteki değişimler erişilebilir düzeyde stok oluşturmaya sevk etmektedir. Bu değişimler ayrıca alt seviyeden tedarik zincirinin en üst seviyesine kadar talep dalgalanmalarına sebep verir.

Talep değişimi kaynağı pek çok alandan gelebilir. İlk kaynağı müşterinin kendi programlarına uyamamalarından kaynaklanır. Şekil 3.10 da firma için talep değişimi verilmektedir.



Şekil 3.10 Firmadaki Talep Değişimi

Değişikliğin diğer bir kaynağı, tedarikçi kuruluşlar için onların planlarında geri kalmaları veya makine arızaları yüzünden ürün ya da yarı mamul üretimi ihtiyaçlarından doğar. Bu talepler düzensiz ve oldukça değişken olarak gelirler. Bu talep genellikle programa yetişmek için fazla mesailerle sonuçlanır.

Değişkenliğin son kaynağı, içsel olarak stokların yetersiz olmasıdır. Üretim planlama için disipline edilmemiş yaklaşım stokta değişkenliğe ve işlem gören parçaların artmasına sebep olur.

3.4.2 Programlama

Üretim operasyonları, günlük üretim dağılımı listesi ile üretim planlama bölümü tarafından yapılmaktaydı. Bu liste üretim gerekliliklerinin (tip ve miktar) gösterildiği el yazısı ile yazılan basit bir listeydi. Üretim planlamacı ayrıca yeni üretim kayıt formlarını tüm operatörlere dağıtarak birgün önceki formları toplardı ve günde iki kere işlem gören parçalar ve bitmiş ürün stoklarının takibinden de sorumluydu.

Uygulamadaki değişiklikleri gösteren veriler firmada kayıt altında alınmamaktaydı. Ancak pek çok değişikliğe yalın üretime geçiş çalışmaları kapsamında tanık olunmuştur. Tipik uygulama değişikliği genellikle 45-90 dakika arasında tamamlanmaktaydı. Bu değişkenliklerin nedenleri mekanik problemlerden, operatör becerilerine, bir üretimden diğerine uygulama değişikliklerinin karmaşık olmasından kaynaklanmaktaydı. Değişimlerin süresi ayrıca personel, makine ve forkliftlerin sayısı ve üretim aciliyetinden etkilenmekteydi.

3.4.3 Kilit Operasyonel Konular

Firma genel olarak dört adet kilit operasyonel konu (temel sistemdeki israflar, programlama uygulamaları, makine duruşları ve uygulama değişiklikleri) ile karşıya karşıya kalmaktaydı.

Şekil 3.3 deki süreç haritasından görülebileceği gibi süreç akışında büyük miktarda ölü zaman ve yüksek işlem gören parça bulunmakta. Bu da ciddi miktarda ölü yatırım ve israfa neden olmaktadır.

Mevcut üretim planlama ve programlama oldukça manuel ve insan hatasına bağlı ve yöntemi sürekli değişkendi. Stok yönetimi ve uygulama değişimleri maliyetlerini içeren daha otomatik bir sisteme ihtiyaç duyulmaktaydı. Bu amaçla bilgisayar ortamında bir Veri Toplama Sistemi geliştirilmiştir.

Firmada düşük operasyon performansının en temel nedenlerinden biri makine duruşlarıdır. Programlanmamış duruşlar talebi karşılamak için 5 gün 3 vardiya çalışma neredeyse haftada 7 gün çalışmaya uzatılmıştı. Fazla mesailer hem çalışanlar hem de işverenler için sorun olmaya başlamış ve problemin çözümü için uygun önleyici bakım metotlarını belirlemek, mekanikçileri ve operatörlerin becerilerini geliştirmek ve makine çalışma sürelerinin seviyelerini arttırmak şekilde aktiviteler hedeflenmiştir. Önleyici bakım programının uygulanmaması ayrıca ekstra üretim kapasitesi maliyetine ve yeni ürün geliştirmedeki kapasitenin yetersizliğine sebep olmaktadır.

Ayrıca makine duruşları ile uygulama değişimleri arasındaki fark oldukça açıktır. Değişimler ve kurulumlar planlı, makine duruşları ise plansızdır. Programlanmış olan bir uygulama değişimi mümkün olduğunca kısa süre içinde gerçekleştirilmelidir.

3.5 Kültürel Değişiklik ve Liderlik

Firma kültüründe esaslı bir değişim gerçekleştirme kararı genellikle dış güçlere karşı ayakta kalabilme ihtiyacına cevap verebilmek için gereklidir. Firmada durum farklı değildir, firma ya değişecek ya da piyasaya koşullarına ayak uydurmadığı için silinecektir. Tez çalışması kapsamında firmada uygulanması öngörülen değişim yaklaşımları dört aşamada özetlenebilir:

1. Aşama: Yeni firma kültürü ve stratejik hedeflerin ne olacağına karar vermek. Firma müşteri odaklı, maliyetlerde rekabetçi, sürekli iyileştirme ve yalın üretim konusunda kararlı olmayı hedeflemektedir.

2. Aşama: Mevcut kültürde kilit değerleri belirlemek. Firmadaki mevcut vizyon ve misyon, organizasyon şeması ve iş talimatlarının geleneksel yönetim biçiminden yalın yönetim biçimine entegre edilmesi amaçlanmaktadır.

3. Aşama: Yeni kültür için iletişim yöntemlerini geliştirmek. İnsanların değişime karşı duydukları korku ve gösterecekleri tepkileri en aza indirmek için etkin iletişim yöntemleri amaçlanmaktadır.

4. Aşama: Yeni kültürü öğretmek ve uygulamak. Bu amaçla firmada eğitimler, takım kurma ve takım uygulamaları ile toplantılar planlanmış ve müşteriler ile işbirliğine gidilerek tedarik zinciri gerekleri üzerine toplantıların yapılması hedeflenmiştir.

3.6 Yalın Üretimi ve Altı Sigmayı Uygulamak

Bu bölümde tez çalışmasının gerçekleştirildiği firmada uygulanabilecek yalın üretim ve altı sigma araçlarını ve kavramlarını öğretme ve uygulama süreci anlatılacaktır.

3.6.1 Eğitim Süreci

Firma bünyesinde gerek operasyonel görevde bulunan gerekse idari görevde herkese yalın ve altı sigma öğretimi kısa süre içinde gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Daha önceki tecrübeler bu iki konuda firma bünyesi içinde herkesçe öğrenilmesinin, herhangi bir grubun konunun dışında kalmamasının yararlı olduğu göstermiştir. Yalın üretim ve altı sigma çalışmaları birbirinin tamamlayıcısı olan iki kavram olarak ele alınacaktır. Yalın üretim yapısal veya sistemsel noksanların adreslemesi için bir çerçeve oluşturur ve altı sigma mükemmellik yönünde çalışmaya, kök neden analizlerine ve bunları gerçekleştirebilmek için araç ve tekniklere odaklanma ve disiplin getirir.

Firma bu konu ile daha önceden ilgili olmadığından küçük gruplar halinde elemanlarına genel yalın ve altı sigma eğitimini vermiştir. Eğitim kapsamında yalın üretimin kilit elementleri olan 5S, israfın 7 ölümcül şekli, görsel yönetim, Kaizen gibi temel kavramlar üzerinde durulmuş ve altı sigmanın kilit elementleri (müşteri, süreç ve insan), kilit kavramları (kalite kritikleri, kusurlar, süreç yeterliliği, değişkenlik, durağan operasyonlar ve altı sigma dizaynı) ve altı sigma araçları anlatılmıştır.

3.6.2. Geçiş Süreci

Geçiş sürecinde öncelikli olarak sürekli iyileştirme çalışmaları başlatılmıştır. Belirli gruplar, belirli konularda iyileştirmeler yapmak üzere görevlendirilmiştir. İyileştirme konularında yapılan toplantılar grupların sürekli iyileştirmeye felsefesinin anlaması, bu yönde çalışmalarına başlaması ve problemleri çözerken karşılaştıkları zorluklara karşı birlikte hareketlerinin gerekliliğini anlamaları yönünde faydalı olmuştur. Bu toplantıların temel amacı aslında karşılaşılan problemlere birlikte hareket ederek çözüm getirmeyi anlatmaktır.

3.6.3 Takımların Sürekli İyileştirme Süreçleri

Firma içinde beş adet takım kurulmuş olup, her biri mevcut durum haritasında tespit edilen israfların giderilmesi, performans arttırma ve güvenlikle ilgili değişiklikleri gerçekleştirebilmek için kendi planlarını geliştirdiler ve uyguladılar. Tüm bu değişimleri üç temel kategori altında topladılar: 5S, israfları ortadan kaldırmak ve güvenlik. Hemen her takım öncelikli olarak 5S çalışmalarına başlamış ve ihtiyaç duyulmayan malzemeleri ortadan kaldırmışlardır. Daha sonra günlük olarak ihtiyaç duydukları araçları ve malzemeleri düzenlemişlerdir. Geliştirilen araç kutuları ile operatörlere ingiliz anahtarı, açık uçlu anahtar, tornavida gibi önemli araçları kendilerinin yönetimine vermişlerdir. Güvenlik ile ilgili çalışmalarla, ilk yardım kutuları çalışma ortamlarının her alanına yerleştirilmiştir. Sürekli iyileştirme grupları hızlı ve kolay envanter sağlamak için pek çok görsel yönetim yardımcılarını geliştirmiş ve uygulamışlardır. Pek çok durumda, harap olmuş karton kutuların ve stok için kullanılan paletlerin yerlerinin

düzenlemişlerdir. Stok alanlarını da düzenleyerek, günlük kullanımı yoğun olan malzemeleri yüksek raflar yerine daha alt raflara yerleştirmişlerdir.

Gruplar ayrıca, yerleşimi ve alan boyunca ürünün akışını değiştirmişlerdir. Bu değişimler iş gören malzemeler için özel alanların tanımlanması ve çoğunlukla da fiziksel bariyerler yaratmayı içeriyordu. Pek çok durumda ayrıca gruplar personel ve forklift trafiğini düzenlemek zorunluluğu hissetmiş ve yürüyüş yolları yaratarak fiziksel darboğazları ortadan kaldırmışlardır. Bu aktivitelere ilave olarak, tüm ekipman ve yardımcı araçlar temizlenerek boyandı, pek çok bakım aracı ise, tamir edilerek, günlük olarak temizlenmeye başladı.

Gerçekleştirilen çalışmalar sırasında öğrenilen derslerden en önemlisi takım çalışmalarında liderlik yaklaşımının önemi olmuştur. Çünkü çalışanlarda genellikle daha önceden geliştirilmeye çalışılan sistemlerde karşılaşılan başarısızlıkların da etkisiyle yeni programlara ve onların önemlerine karşı inançsızlık yaşanmaktaydı. Yeni çalışmalara yaklaşım genellikle nasılsa eskiye dönecek şekildeydi. Ayrıca çalışanlar iyileştirme çalışmaları ile kendilerinin suçlanacakları veya mevcut uygulamadaki aksaklıklardan dolayı kendilerine kızılacağı düşünmekteydi. O sebeple değişimin gerçek nedenlerini onlara net olarak açıklayacak ve inandıracak liderler önem taşımaktadır.

Yalın üretime geçiş çalışmaları çerçevesinde ayrıca firma içinde çalışmaları koordine edecek ve uygulamaya alınmasını takip edecek tecrübeli bir kişinin Değer Akış Müdürü olarak görevlendirilmesi hedeflenmektedir.

3.7 Tedarik Zincirini Geliştirmek

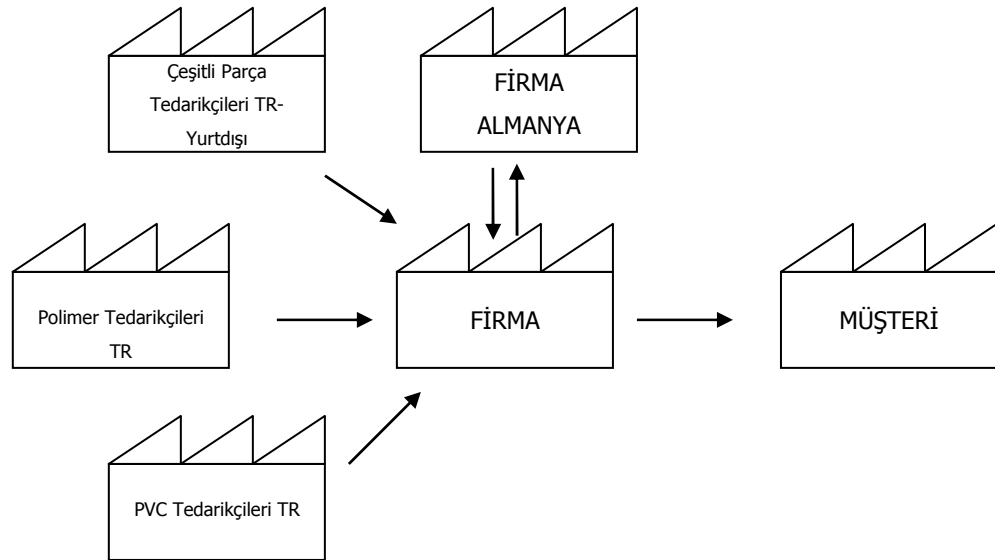
Firmada değer akış analizi iki aşamada yaratılmıştır; birincisi firma sınırları içinde, diğeri ise tedarik zincirinde. İşletmenin tedarik zincirinde uygun tasarım ve yönetimi, değer yaratma ve rekabet edebilme için kilit kaynak olabilir. Günümüzün küresel pazarında ürünlerin gitgide kısalan hayat çevrimleriyle ve müşterilerin büyüyen beklentilerine karşı firmalar bu çok önemli bölüme yeterince yatırım yapmamakta ve odaklanamamaktadır.

Tipik bir tedarik zincirinde ham madde satın alınır, parça bir ya da daha fazla üretim alanında üretilir, bir stok ya da dağıtım bölgesine sevk edilerek nihai müşterisine sevk edilir. Maliyeti düşürmek ve servis seviyesini yükseltmek için etkin bir tedarik zinciri yaratmak çok önemlidir. Bu yüzden maliyeti ve müşteri isteklerine uygun ürün üretimini etkileyecek her türlü olanak göz önünde tutulmalıdır. Amaç mümkün olduğunca maliyet düşürücü, düşük teslimat zamanlarında çalışmak, toplam envanter ve düşük stok ve genel giderler oluşturacak bir sistem yaratmaktır. Bazı yaygın zorluklar şu şekilde özetlenebilir.

1) Tedarik zinciri çok kompleks ve geniş bir coğrafi alana yayılı olabilir. İletişim ve yönetim zor olabilir.

2) Tedarik zincirinde gerçekleşen çoğu iş birbiriyle gelişmektedir. Örnek olarak, tedarikçiler büyük ve sabit miktarlarla ve esnek sevkiyat tarihleriyle çalışmak isterler. Üretici firmalar ise küçük miktarlarda ve tam zamanında ne erken ne geç ürün isterler. Benzer problem örnek olarak seçilen firmada PVC tedarikçileri ile yaşanmaktaydı.

3) Talep neredeyse her zaman değişkendir. Çoğu üretim kararları öngörü kullanılarak yapıldığından çoğunlukla sistemde fazla stokla sonuçlanır. Firma için tedarik yolu çok akışkan olmasa da iletişimde eksiklikler olsa da karmaşık değildir. Tedarik zinciri için sistem Şekil 3.11 de verilmektedir. Etkileşim özellikle 4 firma arasında olmaktadır.



Şekil 3.11 Firmanın Tedarik Zinciri Şeması

Çalışmalar süresince tedarikçiler ile firmanın beraber çalışmada konusunda bazı problemler yaşadıkları görülmüştür. Satış ve üretim bilgileri, bakır ve bitmiş ürün talep seviyeleri stok alanı mevcudiyeti gibi konular kritik olmaya başlamıştır. Fabrika için bakır sevkiyatı üretim planlamacıların talep öngörülerini yapamamalarından gecikebiliyordu.

Firmanın az sayıda ve uzun süreden beri çalıştığı diğer hammadde (PVC, poli v.b) tedarikçileri vardır. Genellikle 10 ton üzerinde ve haftada birkaç kez sevkiyat gerçekleştirilmektedir. Böylelikle nakliye giderlerinin düşürülmesi hedeflenmektedir. Ancak bu şekildeki yüklü sevkiyatlar kutuların firma alanında depolanma problemi yaratmakta, akışı

güçleştirmektedir. Ayrıca kutulardaki hasarlanma ile her biri için firmaya 60 YTL civarında maliyete neden olduğundan, bu kutuların geri dönüşümlü olarak seçilmesi uygun olacaktır.

Bu zorlukların önüne geçebilmek için aylık lojistik takımları toplantıları gerçekleştirilmeye başlandı. İki firmanın fabrika müdürü, üretim planlamacıları, saha mühendislerinin katıldığı toplantıların amacı, Bir firma gibi hareket etmeyi sağlamak ve bakır ve bitmiş ürün taleplerine, üretime ve firmalar arası nakliye sürecine odaklanmaktır. Aksiyon planı aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1. Bitmiş ürün ve süreçteki işlemlerin daha iyi izlenmesine ihtiyaç vardır (yerleşim, miktar ve karışım).

2. Problem durumunda daha hızlı iletişim

3. Bakır için aylık talep öngörüsü ihtiyacı belirleme

4. Satınalma emirleri geliştirilecek

5. 1.74 ve 1.36 mm bakır telleri için kritik stok seviyeleri belirleme

6. Telefon görüşmeleri yerine e-mail kullanılacak

Tedarik zincirindeki firmaların fabrika müdürleri bitmiş ürün ve işlem gören parçalar için verileri günlük olarak birbirleriyle paylaşacaklardır. Bu fabrika müdürlerine ortak ürünlerin birlikte üretimi konusunda yardımcı olacaktır. Bölümler mümkün olduğunca hızlı bir şekilde problemlerini birbirlerini ileteceklerdir. Firmanın bakır talebi öngörülerini 1,5 aylık olarak belirlemeyi ve haftalık olarak gözden geçirmeyi ve bilgilendirmeyi e-mail yolu ile yapmayı kararlaştırmışlardır. Firmanın nakliye için ödediği ücretler için bir değerlendirme yapmadığı, nakliye seçiminin firmanın toplam karlılığı üzerindeki etkisine bakılmadığı görülmüştür. Firmanın nakliye ücretleri için bir politika belirlemesi ve karlılığına etkisini göstermesi gerekli olacaktır.

3.8 Gelecek Durumun Tahmin Edilmesi ve Uygulanması

Bu bölümde tez dahilinde firmada uygulanması mümkün olan yalın üretim uygulamaları ve analiz sonuçları sunulacak ve potansiyel gelecek durum tahmin edilecektir. Üretim pek çok elementi ve sınırlı kaynakları ile karmaşık bir sistemdir. O yüzden bu bölümde gelecek durum için kilit elementleri ve öngörülen uygulama yaklaşımları ele alınacaktır ve karşılaşılan zorluklar anlatılacaktır.

3.8.1 Gelecek Durumun Tahmini

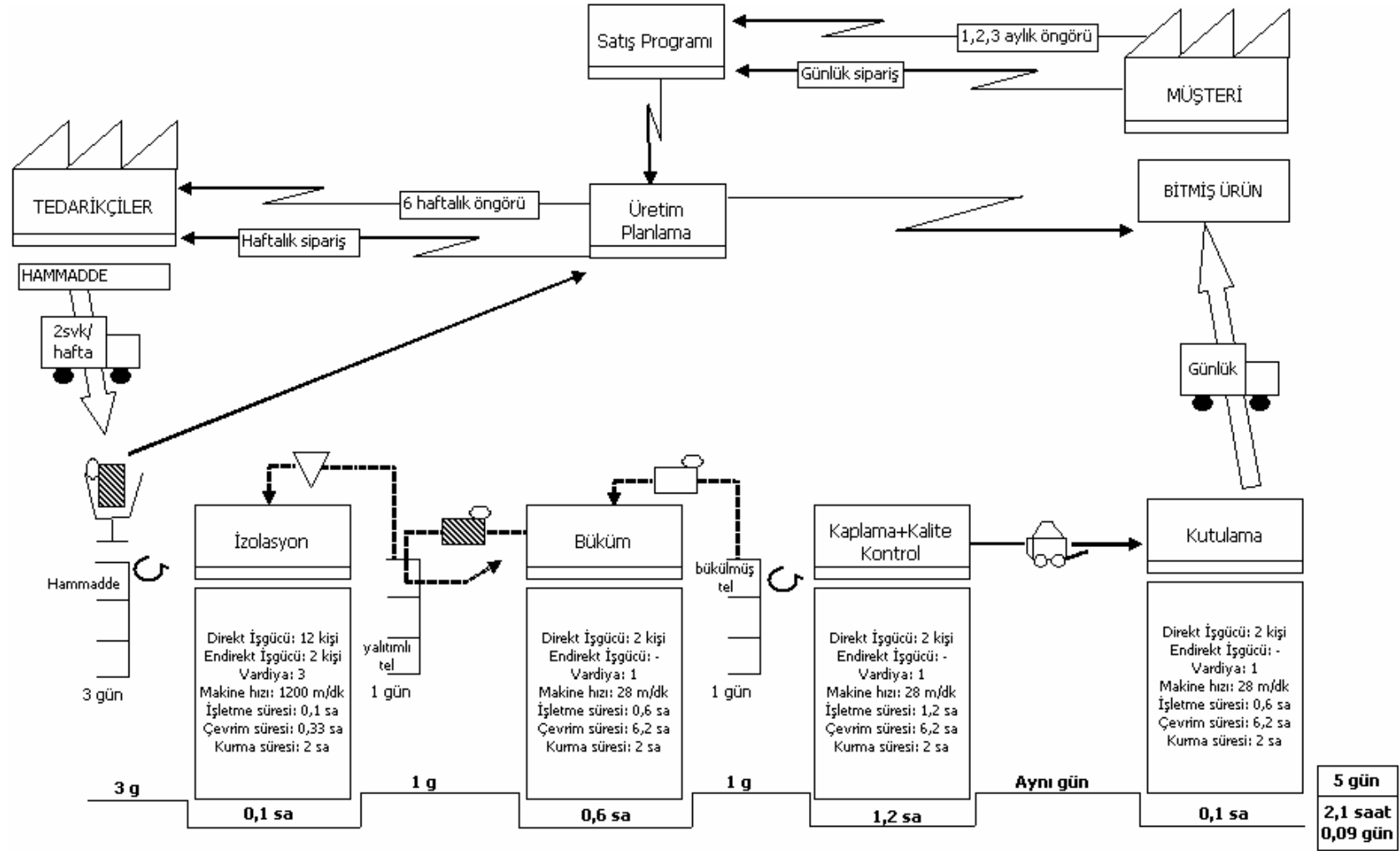
Bölüm 1.3 de bahsedilen değer akış haritalama operasyonları araştırma ve dokümanete etme ve daha sonra geliştirilecek alanları işaret etme için kullanılan bir araçtır. Gelecek durum haritaları da bir çeşit araçtır. Operasyonel yapı için iletişim konusunda yardımcı olur.

İdeal olarak gelecek durum haritaları kısa bir süre zarfında ulaşılması planlanan geleceği gösterir. Gelecek durum haritalarına bu sınırlamayı dayatmak gerçekçi olma açısından yönlendirici fikirler elde etmek için önemlidir. Bu önemlidir çünkü kazanılmış küçük başarılar süreçte güveni hızla oluşturur ve yeni fikirler geliştirmeye teşvik eder.

Şekil 3.12 de gösterilen gelecek durum haritası, tez kapsamında firma için öngörülen yalın üretim uygulamalarını ve uygulamalar ile elde edilecek verileri özetlemektedir. Yalın üretim çevresinde asıl gerçekleştirilmeye çalışılan bir sürecin bir sonraki sürecin ihtiyacı olan ürünü, onun ihtiyacı olan zamanda üretmesini sağlamaktır.

Daha önce ayrı olarak gerçekleştirilen kontrol sistemi sürekli akış sağlamak için, bekleme yapılmaksızın kaplama süreci içine dahil edilmesi 1,3 ve 2,9 günlük beklemler ortadan kaldırılacaktır. Bu süreç ile tedarikçi süreci olan bükme süreci arasında da üretim talimatı kartı ile KANBAN sistemi uygulaması firma için uygun olacaktır. Benzer şekilde izolasyon sürecinin müşteri süreci büküm sürecinden önce pazaryeri esaslı çekme sistemi malzeme çekme kartı uygulaması getirilmesi ve bilgileri sinyal kanbanı ile izolasyon sürecine iletim gerçekleştirilecektir. İlk süreç olan izolasyon sürecinin üretiminde kontrollü parça stoku sağlama için pazaryeri esaslı çekme sistemi geliştirilmesi ve malzeme çekme kartıyla birlikte KANBAN sistemi kurulması düşünülmektedir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda üretim planlama bölümü tedarikçi firmaya bilgileri iletecek ve maksimum 3 günlük stokla çalışılacaktır. Tüm bu çalışmalar sonucu 19,1 günlük toplam sipariş süresinin 5 güne kadar indirilmesi sağlanacaktır. Ayrıca gelecek durumda firmanın fiziksel yerleşimi üzerinde de yenilikler getirilmesi hedeflenmektedir. Makine yerleşimlerinde yeniliklerle minimal ekipman hareketi sağlanmak istenmektedir. İlk olarak, en dikkat çekici değişiklik fabrikanın ön tarafındaki iki sabit kükürtle sertleştirme hattının ortadan kaldırılması olmuştur. Firmanın toplam karlılığı için kilit bileşen bu kükürtle sertleştirme hattı yerine sıcak eritme teknolojisinin getirilmesi ve geliştirilmesi kilit değişikliklerden biri olacaktır.

İzolasyon hatların geliştirilmesi, gerekli operatörlerin sayılarının azaltacak bir yaklaşım olarak uygulanmaya başlayacak. Bu değişiklik vardiya başına en azından bir operatörün azaltılmasını sağlamıştır. Mühendislik personeli giriş katındaki yerleşimleri değiştirilerek destek fonksiyonların daha iyi çalışmaları sağlanmaya çalışılmıştır.



Şekil 3.12 Firma Gelecek Durum Haritası

Diğer bir değişiklik atölye kısımlarında çalışanlar için mola alanı kurulmasıdır. Bu da temel bir değişikliktir. Çünkü geçerli olan iş uygulamalarının değiştirilmesinde yararlı vardır. Molalarda kontrollerin azalması insansız çalışan makineler, plansız duruşlara ve operatörler arasında iç anlaşmazlıklara yol açılması şeklinde sonuçlanabilmektedir. Atölyelere mola alanlarını kurulması atölyelerin gözetimlerin daha kolay olmasını sağlayacaktır. Çalışanlarının mola alanlarının yeniden düzenlenmesi ayrıca ofisler için daha çok alan açılmasını sağlayacak ve bu alanda bulunan insansız çalışan kahve-çay makineleri ve yiyecek dolapları kantin için personel ayırma ihtiyacını ortadan kaldıracaktır.

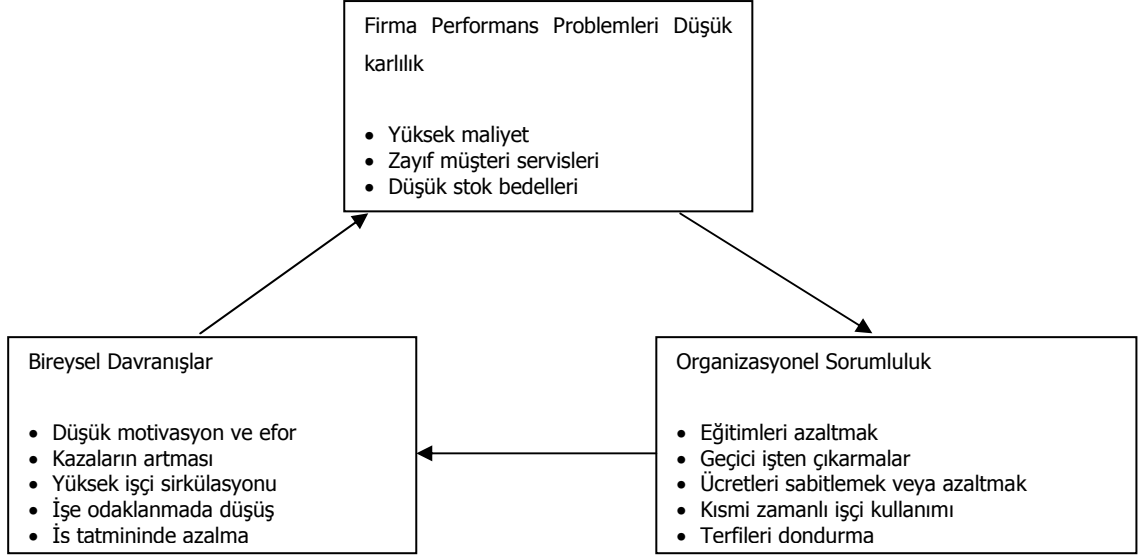
Çalışma yöntemi ve kadrolaşma için geliştirilen diğer bir yaklaşım da mevcuttur. Kalite, bakım, taşıma gibi destek fonksiyonlar her üç vardiya için de kadrolaşması sağlanacaktır. Bu görevde bulunanlar toplam çevrim zamanını ve bitmiş ürün stokunu azaltıcı rol oynar.

Tüm bu değişikliklerin yanı sıra planlama için eski manüel kağıt sistemi yerine bilgisayar ortamında bir veri toplamı sistemi geliştirildi. Amaç gerçek zamanlı üretim performans kapasitesini sağlamak ve idari kadrodakilere potansiyel problemler konusunda önceden bilgi vermektir. Bu avantajların yanında sistem ayrıca süreç hattında ürün etiketlerinin de çıkarılmasını sağlamaktadır.

3.8.2 Kilit Destek Süreçlerin Fonksiyonu

Tam bir kültürel değişimin sağlanması için pek çok kilit destek süreç mevcuttur. Bunlardan biri insan kaynaklarıdır. Firma bünyesinde insan kaynakları bölümüne şiddetli ihtiyaç duyulmaktadır. İnsan odaklı strateji firmalara sadece ücret yönünden değil aynı zamanda, bilgi, iletişim ve servis yönünden de tam olmasını sağlar. İnsan kaynaklarını rekabetçi avantaj yönünde kaynak olarak görmeyen firmalar ölüm spirali yaratarak hayatta kalma şanslarını azaltırlar. Şekil 3.13 te firmaların ölüm spirali şematize edilmiştir³³. Bu örneği 1985 yılında Apple Bilgisayar şirketi yaşamıştır. Apple geniş bir kültür yaratan, Macintosh tasarım takımı çalışmaları yapan bir firmaydı. İnsanlar Apple'a bir firmadan daha fazlası ve dünyayı değiştirebilecekleri fikri ile işe alınırlardı. Ama 1985 CEO John Sculley iş güçlerini %20 sini bir gün içinde görevden almıştı. Çünkü satışlar beklentileri karşılamıyordu.

³³ Pfeffer, Jeffrey, The Human Equation-Building Profits by Putting People First, Harvard Business School Press, 1998



Şekil 3.13 Firmalar İçin Ölüm Spirali

Bu noktalara odaklanılarak firma dahilinde aşağıdaki çalışmaların gerçekleştirilmesi mümkündür:

1) İstihdam güvenliği: Çalışanlara teknik ve daha üretken hale getirecek yolları geliştirmenin onları işsiz bırakacağı düşüncelerinden arındırılmaları gereklidir.

2) Seçici olmak: İşe alım süreçleri rekabet avantajı sağlamak için kilit kaynaklardır. İşe alım süreçlerinde kişilerin zekaları, davranışları ve büyüme potansiyelleri göz önüne alınarak yapılmalıdır. Yalın bir firmada her bir çalışanın yüksek performanslı ve firmanın bir ortağıymış gibi hareket etmesi gereklidir.

3) Eğitim: Firma içinde güvenlikten SPC uygulamalarına kadar hemen her şey konusunda eğitim ihtiyacı ciddi bir şekilde hissedilmekteydi. İnsanları kabiliyetleri incelendiğinde eğitim yatırımlarının hızlı bir şekilde geri dönüşünü almak mümkündür. Belli periyotlarla üst yönetimce gözden geçirilen personel geliştirme planları çalışan ile yönetici arasında ortaklığın oluşması için en iyi yoldur.

4) Herkese adil davranılması: Bilgi yönündeki bariyerlerin kaldırılması statü sınırlarının azaltılması.

5) Performans ücretlendirmesi: Performans sağlayan çalışanın ödüllendirilmesi. Bunu gerçekleştirebilmek için pek çok metot bulunabilir. Mevcut durumda firmada iskartaların

azaltılması, makine kullanımlarının arttırılmasıyla kazanılanların paylaşımı programı uygulanmaktadır. Bu oldukça iyi bir program olup bu davranışların firmada arttırılması yönünde motive edici bir programdır. Ama performansa bağlı ücretlendirme daha bireysel olup, amaç ve hedeflerin belirlenmesini gerektirir.

Diğer bir destek fonksiyon üretim kontroldür. Üretim kontrol sistemlerinin geliştirilmesi tüm süreçler için gereklidir. Üretim verileri toplamı Sistemi Visual Basic formatıyla oluşturulmuş ve veriler üretim alanında tutulmaya başlanmıştır. Sistemin uygulanmasıyla aşağıdakiler izlenmeye ve sağlanmaya başlanmıştır.

- Üç aylık dönemlerde büyümenin izlenmesi
- Etiketleme çalışmalarını azaltılması
- Gerçek zamanlı veriler
- Fonksiyonel alanlarda iletişim ve açıklık
- Tam ve doğru bilgi (Veri güvenirliliği)
- İşlenen ürün ve bitmiş ürün stokları
- Ürün grupları için yönetim kabiliyeti
- Standart ve standart olmayan uzunluklarla çalışma kabiliyeti

Bu amaçlarla, aşağıdaki fonksiyonel modüller tanımlanmıştır.

- Planlama modülü
- Üretim modülü
- Malzeme modülü
- Kalite modülü
- Bitmiş ürün modülü
- Güvenlik modülü
- Sistem Yönetimi modülü

Yalın Üretime geçiş çalışmalarına en önemli destek fonksiyonlardan bir ürün ve süreç mühendisliği kavramlarıdır. Çalışmaların gerçekleştirildiği dönemlerde ürün ve süreç mühendisliği bölümü yoktu. Mühendislik takımı yetenek ve sayısallığını arttırmalıydı. Bu işin ileriki başarısı için malzeme kullanım problemlerini ve daha hızlı çalışmaya olanak verecek makinelerin yeni ve geliştirilen süreçlerini belirlenmesi önemliydi. Diğer kilit bileşen yeni ürün geliştirme ihtiyaçlarıydı. Yeni ürün geliştirme yapısal ve disipline olmayan süreçti. Bu işletmenin ileriki durumu için doğru ve hızlı yeni ürün devreye alma çalışmaları gerçekleştirebilecek mühendislik bölümlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

3.9 Toplam Üretken Bakım

Toplam Üretken Bakımın amacı üretimi arttırmanın yanında çalışanın moral ve iş tatminini arttırmaktır. Toplam Üretken Bakım bir bakım programıdır. Temel olarak Toplam Üretken Bakım Toplam Kalite Yönetimine benzer birkaç noktada mesela 1) üst kademe

yöneticilerden itibaren programa bağlılık gereklidir. 2) çalışanlar düzeltici faaliyetlere katılım konusunda desteklenmelidir. 3) TPM uygulamaların hayata geçebilmesi için bir yada daha fazla yıl öngörülmelidir. Toplam Üretken Bakımda işin en önemli ve kritik bir parçasıymış gibi bakım faaliyetlerine odaklanmayı getirir. Kar sağlamayan bir aktivite olarak görülmesi yanlıştır. Bakım duruşları üretim gününün bir parçasıymış gibi planlanır bazı durumlarda direkt üretim sürecinin bir parçası olarak görülür. Amaç acil ve plansız bakımları minimuma indirmektedir.

Toplam Üretken Bakımı uygulamaya başlamak için tüm iş gücü üst kademe yöneticilerin bu programa bağlılığından emin olmalıdır. Bu program için ilk adım bir toplam üretken bakım müdürü atamaktır. Müdürün sorumluluğu personelin bu program konusunda eğitilmesidir. İlk olarak müdür takımları kurar. Takımlar adreslenen problemde direkt olarak etkilenen kişilerden oluşur. Operatörler, bakım personelleri, vardiya amirleri ve üst yönetim takım içinde yer alabilir. Genellikle Toplam Üretken Bakım müdürleri takımdaki herkes sürece alışmaya kadar liderlik eder. Bu takımlar problemleri alanlara odaklanma, düzeltici faaliyetleri tespit etme ve gerçekleştirme konularında sorumluluk yüklenirler. Bazı takım üyeleri için problemin tanımlanması ve çözüm yolu çok net olmayabilir. İyi işleyen Toplam Üretken Bakım uygulamalarında takım üyeleri işbirlikçi firmaları ziyaret ederek oralardaki Toplam Üretken Bakım uygulamalarını gözlemleme ve karşılaştırmak için aktivite yapabilirler. Kıyas Toplam Üretken Bakım programları için en etkin metotlardan biridir.

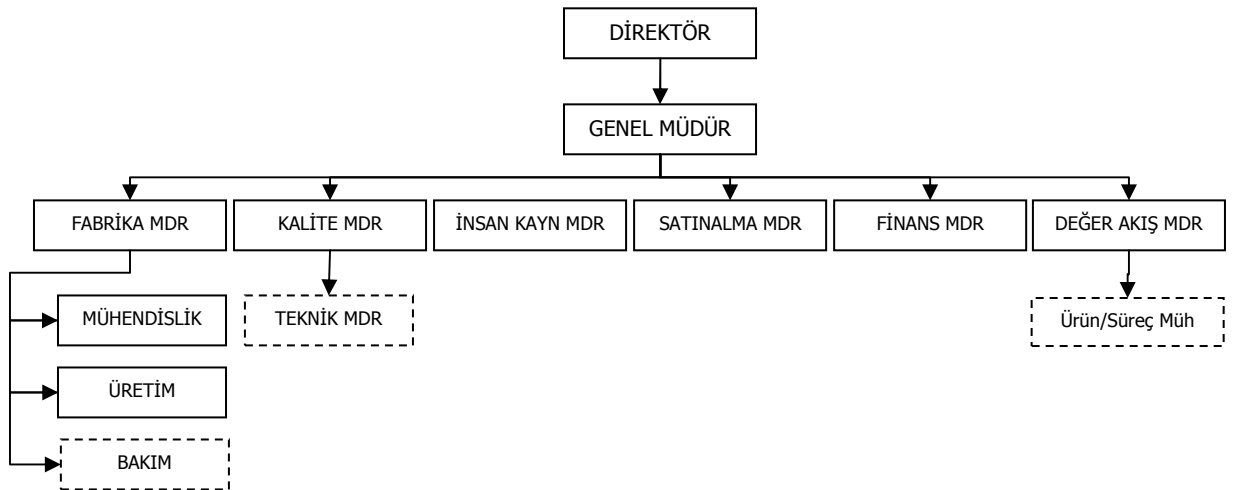
Tipik uygulama problemleri alandaki bir makineyi seçmek olabilir. Bu makine tüm detayları ile takımca değerlendirilir. Ayrıca yukarıda da belirtildiği gibi benzer makineler bulunan benzer firmaları ziyaret etmek takıma iyileştirilmeye açık alanlar konusunda yol gösterici olacaktır. İş kapsamında makinenin temizlik, boyama ve ayarlanması yanı sıra hatalı parçaların değiştirilmesi de yer alabilir. Bu sürecin bir parçası olarak iş başı eğitimi ve makine bakımı gözden geçirilebilir. Bakım günlük kontrol listeleri operatörler tarafından işlenebilir. Daha sonra elde edilen başarılar tek bir makine için ve sürecin üretimi ne kadar geliştirdiği gösterilir. Diğer bir makine seçilir, daha sonra başka makine seçilir. Böylelikle tüm üretim alanını kapsayacak şekilde programa dahil edilir.

Toplam Üretken Bakım de en önemli noktalardan biri operatörlerin program içinde çok aktif olarak yer almalarıdır. Ben sadece operasyon gerçekleştirim yaklaşımı daha fazla kabul edilemez. Rutin günlük bakım kontrolleri, küçük ayarlamalar ve küçük parçaların değişimi operatörlerin sorumluluğu olacaktır. Diğer büyük ayarlamalar operatörlerin destekleriyle firma bakım personeli tarafından yürütülür. Dışarıdan bakım veya firma içi bakım personeli çağırılabilir olsa da operatörler tamir sürecinde önemli bir görev alırlar.

Operatörler çıktıklarından sorumludurlar duruşlardan değil. Yaklaşımındaki bu değişiklik bakım bölümü ile operatörlerin çalışma saatlerini ve üretim verimliliğini artırma ortak amaç noktalarında birleştirir. Operatörler, üretim sorumluları ve bakım personelleri bunu başarabilmek için beraber çalışırlar ve bilgi ve deneyimlerini birbirleriyle paylaşırlar.

3.10 Uygulama Yaklaşımları ve Sonuçların İstatistiksel Değerlendirilmesi

Gerçekleştirilen bu değişikliklerin kapsam ve ölçümde ve durumun ciddiyeti göz önüne alınarak firmada ilk olarak çalışan herkesi kapsayacak olan özellikli detayları içermeyen personel ve kültür değişimin çok kısa bir süre içinde gerçekleştirileceğinin bilgisini vermektir. Topluluk bu değişime direnç göstermek isteyebilir. Bir diğer konu da değişimi gerçekleştirmeye direnç gösterecek ve engel olacak insanlardan arınmak olacaktır. Bu kolay olmayan ancak gerekli bir görevdir. Bazı insanlar bu yolculuğun gerisinde kalarak ayak uyduramayabilir. Firmanın düşündüğü organizasyon şeması Şekil 3.14 de özetlenmektedir.



Şekil 3.14 Firmanın Organizasyon Şemasındaki Öngörülen Değişiklik

Kesikli çizgilerle gösterilen kutular personeldeki değişikliği göstermektedir. Diğer bir değişiklik ürün-süreç mühendislerinin değer akış müdürlerine raporlama yapmalarıdır. Böylelikle üretim süreçlerinde yeni ürün faaliyetlerinde süreçlerde geliştirilmeye açık alanlar konusunda hemen bilgilendirilme sağlanabilecektir. Diğer değişiklik teknik müdürün kalite müdürüne raporlama yapmasıdır. Bu pozisyon beraberinde istatistiksel süreç kontrol, altı sigma ve kök neden analizleri konusunda bilgi ve tecrübe gerekliliğini getirecektir. Öncelikle firma içinde yapısal bazı değişikliklerin yapılması uygun bulunmuş ve çalışmalar çerçevesinde makinelerde yer değişikliği, fabrikanın görsel olarak değişikliği yapılmış ve bazı şeylerin yeniden başlayacağı

etkin olarak gösterilmesi amaçlanmıştır. Bu psikolojik bir yaklaşım olmuştur. Diğer aşama operasyonların başlamasından önce forkliftçiler, mekanikçiler, elektrikçiler ve denetçiler tam kadro olarak günün 24 saati tam hızla çalışmaya izin verecek şekilde görevlendirilmelidir. Vardiyalara göre sorumluluk ve görevler personele açıklanmalı bunun için de gerekli çapraz eğitimler verilmelidir. Firma yalın üretim geçiş çalışmaları süresince düzenli olarak günlük üretim toplantıları yapmaya başlamıştır. Paralelinde Toplam Üretken Bakım uygulamaları başlamıştır. Bu uzun süreli bir süreç olmakla birlikte etkin uygulamaya birlikte ciddi olarak ara stokları ve çevrim zamanını azaltan bir yaklaşımdır. Uygulamalarla ilgili firmada en büyük risk bu süreç boyunca üretimi devam etmesini sağlamak ile ilgilidir. Tüm bu değişiklikler firmada yıllık 2 haftalık bakım duruşu sırasında planlandı ve gerçekleştirildi. Gerçekleştirilen aksiyonlar Tablo 3.1 de özetlenmektedir.

Tablo 3.1
Firmada Gerçekleştirilen Aksiyonlar

<p>Yeni bir liderlik takımı Kurma</p> <ol style="list-style-type: none">1) Fabrika Müdürü, Üretim müdürü ve bakım müdürünün yerini değiştirmek2) Yeni bir İnsan Kaynakları ve Kalite Teknoloji Müdürü işe almak3) Değer Akış Müdürü'ne raporlama yapma üzere Süreç/Ürün mühendisleri grubu kurmak4) Detaylı bir dönüşüm planı (kadrolar, ekipmanlar, kurallar ve senaryolar) hazırlamak5) Yeni bir dengeli skor kart (doğru metriklerle) hazırlamak6) Paylaşımıcılarla iletişim kurmak7) Duruşlar için ihtiyaç duyulan stokları oluşturmak <p>Yapısal Değişiklikler</p> <ol style="list-style-type: none">1) 2-3 haftalık bakım tatili2) Plana göre ekipmanları kaldırmak veya yer değiştirmek3) Fabrika görünümünü değiştirmek (boyamak v.b.)4) Silindir tamirini dışarıdan gerçekleştirmek5) Self servis mola odalarını üretim alanına yaygınlaştırmak6) Elektronik zaman ölçer <p>Operasyonel Değişiklikler</p> <ol style="list-style-type: none">1) Politikada değişiklikler ve grup çalışma beklentileri ile ilgili iletişim2) Her vardiyada forkliftçi, bakımçı, kontrolcü olacak şekilde görevlendirme sağlamak3) Haftalık personel ve günlük üretim toplantıları oluşturmak4) Veri toplama sistemi geliştirmek5) Toplam Üretken bakıma geçişi sağlamak6) Personel performans gözden geçirmelerini ve geliştirme planlarını uygulamak7) Süreç alanında sürekli iyileştirme takımlarına devam etmek8) Yalın üretim kültürünün yerleşmesi için eğitimlere devam etmek9) Yüksek performanslı personelin ödüllendirilmesi10) Sürecin izlenmesi için karşılaştırma ve iç denetimlerin gerçekleştirilmesi <p>Tedarik Zinciri</p> <p>Tüm tedarikçiler ile aylık tedarik zinciri toplantılarını gerçekleştirmek</p>
--

Firmadaki çalışmalar boyunca pek çok görev çalışanların ve yönetimin birlikte hareketleriyle başarılmıştır. Kurulmuş olan 10 tane sürekli iyileştirme takımı Yalın Üretim ve altı sigma prensipleri, araçları ve kavramları konusunda eğitilmiştir. Haftalık olarak bu gruplar toplanarak kendi bireysel süreçleriyle ilgili alan, organizasyon, temizleme ve her türlü israf formlarının giderilmesi konusunda odaklanmışlar ve üretimde verimlilik artışını sağlayabilmek için tüm diğer gruplarla işbirliği içinde çalışmışlardır. Bölgede bulunan diğer firmalara iş ziyaretleri planladığı gibi gerçekleştirilerek firma içinde iyileştirmeye açık alanların tespitinde kıyaslama yapılmasını sağlamıştır. Değer akış müdürü pozisyonu oluşturulmuş ve bir kişi bu göreve getirilmiştir.

Temizleme ve düzenleme aktivitelerinin yanında ofislerde ve stok alanlarında daha sağlıklı ve güvenli alanlar yaratılmış. Firma içinde sigara yasağı etkinleştirilmiş, göz, el ve ayak koruma gerekleri firma içinde %100 olarak takip edilmeye başlanmıştır. Diğer pek çok güvenlik gerekleri sıcak akış borularının yalıtılması, forklift alanlarının çevrelenmesi gibi uygulanmaya başlanmıştır.

Firmanın 5 kilit müşterisiyle gerçekleştirdiği tedarik zinciri geliştirme çalışmaları oldukça verimli olmuştur.

Üst yönetim, değer akışı (Yalın ve Altı sigma) teknikleri konusunda kendilerinin geliştirmeleriyle çok kuvvetli hale gelmişlerdir. Ancak bu tez çalışması sırasında en az bunun kadar önemli diğer unsurların, personelleri ve kültürü içeren değişiklik yönetimini belirlemek olduğu gözlemlenmiştir. Değer akış yönetimi konusunda literatürde teknikler, araçlar ve prosedürler konusunda zengin çalışmalar bulunabilir olmasına rağmen, tez çalışmasında insan ve değişim ilişkisinin yönetimi de en az bu konular kadar kritik olduğu tecrübe edilmiştir. Bu konudaki en etkin faktörler: 1) İnsanları değişim konusunda motive etmek, 2) Değişim sürecinde yer alacak tüm personelin rollerin açıkça tanımlanması, 3) Değişim için uygun ortam var olmalı veya yaratılmalı; bu ortam Yalın üretim sürecinin ve takımların uygulamalarına imkan verebilmelidir.

Firma içinde bahsedildiği gibi üretim alanlarına konulan bilgisayarlarla veri toplama sistemi geliştirilmiş ve uygulanmaya başlanmıştır. Bu uygulama ile birlikte üretim planlama, öngörü, üretim ve kalite denetlemeleri ve kayıtları ile hammadde ve bitmiş ürün stok kontrolleri bu sistem vasıtasıyla takip edilebilir hale getirilmiştir. Toplam Ekipman Etkinlik Oranı (OEE) metriği takip edilmeye başlandı.

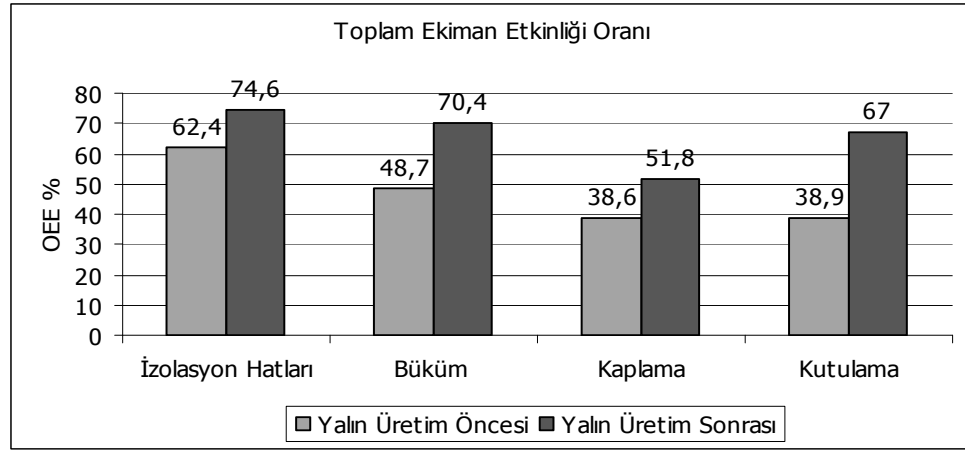
Toplam Ekipman Etkinlik Oranı = Yapabilirlik × Performans × Kalite

Yapabilirlik = işlem süresi / planlanmış üretim süresi

Performans = Üretilen miktar / (ideal oran × işlem süresi)

Kalite = Toplam iyi ürün miktarı / Toplam üretim miktarı

Şekil 3.15 de toplam ekipman verimliliği oranlarında yaşanan değişiklikler gösterilmektedir. Bu şekilden görülebileceği gibi %38-%62 oranlarında OEE değerleri kesinlikle iyileştirilmesi gereken bir alan olarak ele alındı. Tüm süreç Sürekli İyileştirme Takımları 5S, hazırlık aşamasında israfları yok etmek, SMED gibi yalın üretim metotlarına odaklandılar ve Toplam Üretken Bakım ve SMED gibi süreçleri uygulamaya alarak OEE değerlerini belirli oranda yükseltmeyi başardılar. Özellikle 60 dakikada değiştirilen bazı kalıpların 15 dakikada değiştirilmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.15 Firmanın Toplam Ekipman Etkinlik Oranı

Yalın üretim çalışmaları öncesi ve sonrasında gerçekleşen veriler doğrultusunda, yalın üretim çalışmalarının firmada ekipman etkinliği oranını etkileyip etkilemediği yönünde istatistiksel sınama yapılmıştır. Sonuçları şu şekildedir:

Sınamada sıfır hipotezi: $h_0 : \mu_1 = \mu_2$ veya $\mu_d = \mu_1 - \mu_2$ olmak üzere $h_0 : \mu_d = 0$

Alternatif hipotez: $h_0 : \mu_d < 0$

Veriler Excel programında t testi: ortalamalar için iki örnek kullanılarak yapılan sınama sonucu Tablo 3.2 de özetlenmektedir

Tablo 3.2**Ekipman Etkinlik Oranları İçin İstatistiksel Sınama Tablosu**

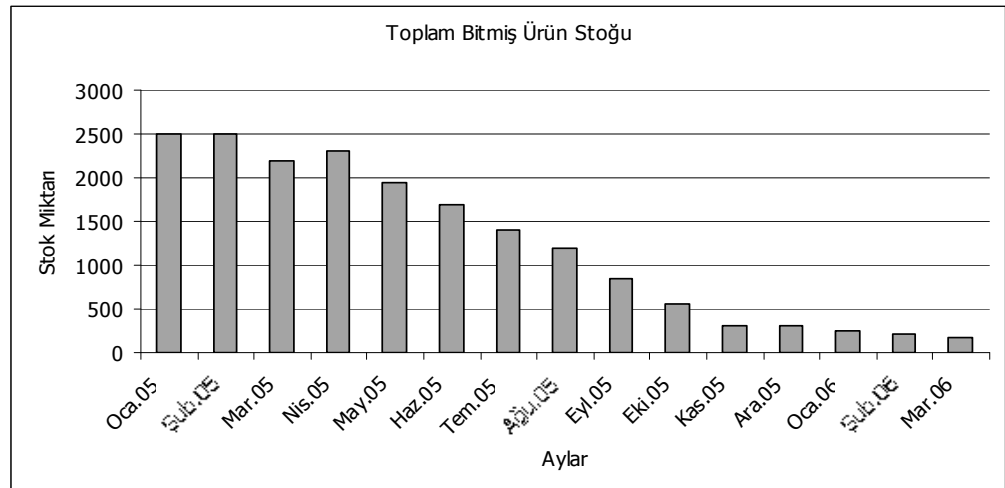
t-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek

	<i>Değişken 1</i>	<i>Değişken 2</i>
Ortalama	47,15	65,95
Varyans	125,3766667	98,65
Gözlem	4	4
Pearson Korelasyonu	0,752697437	
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
df	3	
t Stat	-4,997514398	
P(T<=t) tek-uçlu	0,007706716	
t Kritik tek-uçlu	2,353363016	
P(T<=t) iki-uçlu	0,015413432	
t Kritik iki-uçlu	3,182449291	

Matematiksel olarak eğer H_0 doğru ise;

$P(t \leq -4,9975) = P(t \geq 4,9975) = 0,0077$ olur. Hesaplanan t değeri, kritik t değerinden negatif işaretlisinden küçük olduğundan $\alpha = 0,05$ için sıfır hipotezi reddedilir. Yani yalın üretim çalışmaları ile firmada ekipman etkinlik oranı seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış elde edilmiştir.

Firmada Yalın sürekli iyileştirme takımları çalışmalarıyla bitmiş ürün stok miktarını Şekil 3.16 da gösterildiği gibi azaltmayı başarmışlardır.

**Şekil 3.16 Firmada Aylara Göre Bitmiş Ürün Stok Seviyeleri**

Şekil 3.16 da Temmuz ayında yalın üretim çalışmalarına başlamış olan firma ay ay bitmiş ürün stoklarını azaltarak çalışmalar başlangıcında ortalama bitmiş ürün stok miktarı 2079 km iken çalışmalar ile birlikte Mart 2006 sonunda ortalama bitmiş ürün stokunu 481 km seviyelerine inmesi sağlanmıştır.

Yalın üretim çalışmaları öncesi ve sonrasında gerçekleşen veriler doğrultusunda, yalın üretim çalışmalarının firmada bitmiş ürün stok miktarını etkileyip etkilemediği yönünde istatistiksel sına yapılmıştır. Sonuçları şu şekildedir:

Sınamada sıfır hipotezi: $h_0 : \mu_1 = \mu_2$ veya $\mu_d = \mu_1 - \mu_2$ olmak üzere $h_0 : \mu_d = 0$

Alternatif hipotez: $h_0 : \mu_d > 0$

Veriler Excel programında t testi: ortalamalar için iki örnek kullanılarak yapılan sına sonucu Tablo 3.3 de özetlenmektedir

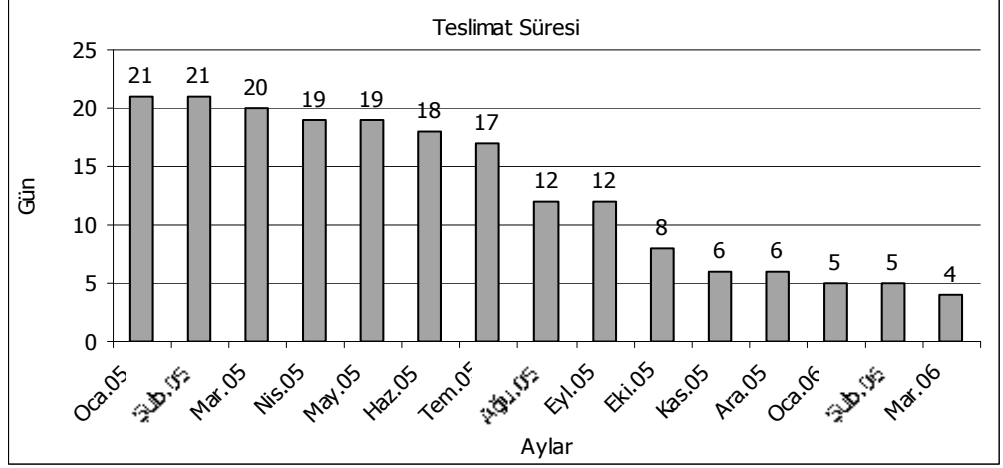
Tablo 3.3
Stok Seviyeleri İçin İstatistiksel Sına Tablosu

t-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	<i>Değişken 1</i>	<i>Değişken 2</i>
Ortalama	2078,571429	524,2857143
Varyans	173214,2857	138628,5714
Gözlem	7	7
Pearson Korelasyonu	0,768633979	
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
df	6	
t Stat	15,15502609	
P(T<=t) tek-uçlu	2,6033E-06	
t Kritik tek-uçlu	1,943180905	
P(T<=t) iki-uçlu	5,20661E-06	
t Kritik iki-uçlu	2,446913641	

Matematiksel olarak eğer H_0 doğru ise;

$P(t \leq -15,155) = P(t \geq 15,55) = 2,6033E^{-6}$ olur. Hesaplanan t değeri, kritik t değerinden büyük olduğundan $\alpha = 0,05$ için sıfır hipotezi reddedilir. Yani yalın üretim çalışmaları ile firmada stok seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalış elde edilmiştir.

Firmada teslimat süresinde çalışma öncesi ve sonrasında yaşanan değişiklikler Şekil 3.17 de özetlenmektedir.



Şekil 3.17 Firmada Aylara Göre Teslimat Süreleri

Benzer şekilde yalın üretim çalışmaları öncesi ve sonrasında gerçekleşen veriler doğrultusunda, yalın üretim çalışmalarının firmada teslimat sürelerini etkileyip etkilemediği yönünde istatistiksel sınama yapılmıştır. Sonuçları şu şekildedir:

Sınamada sıfır hipotezi: $h_0 : \mu_1 = \mu_2$ veya $\mu_d = \mu_1 - \mu_2$ olmak üzere $h_0 : \mu_d = 0$

Alternatif hipotez: $h_0 : \mu_d > 0$

Veriler Excel programında t testi: ortalamalar için iki örnek kullanılarak yapılan sınama sonucu Tablo 3.4 te özetlenmektedir

Tablo 3.4
Teslimat Süreleri İçin İstatistiksel Sınama Tablosu

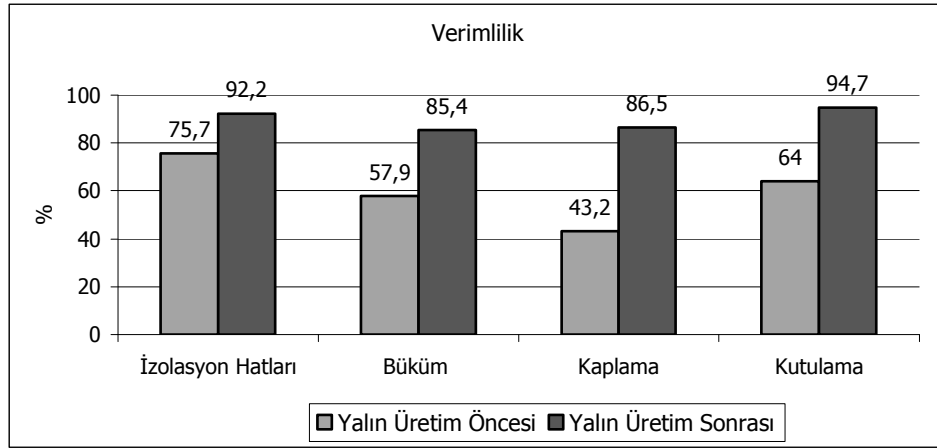
t-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek

	Değişken 1	Değişken 2
Ortalama	19,28571429	7,714285714
Varyans	2,238095238	9,571428571
Gözlem	7	7
Pearson Korelasyonu	0,920822829	
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
df	6	
t Stat	16,88966754	
P(T<=t) tek-uçlu	1,37661E-06	
t Kritik tek-uçlu	1,943180905	
P(T<=t) iki-uçlu	2,75322E-06	
t Kritik iki-uçlu	2,446913641	

Matematiksel olarak eğer H_0 doğru ise;

$P(t \leq -16,89) = P(t \geq 16,89) = 1,37661E^{-6}$ olur. Hesaplanan t değeri, kritik t değerinden büyük olduğundan $\alpha = 0,05$ için sıfır hipotezi reddedilir. Yani yalın üretim çalışmaları ile firmada teslimat sürelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalış elde edilmiştir.

Şekil 3.18 de firmada hat verimliliği oranlarında yaşanan değişiklikler gösterilmektedir. Bu şekilden görülebileceği gibi %43-%76 oranında verimlilik değerleri kesinlikle iyileştirilmesi gereken bir alan olarak ele alındı. Verimlilik artışları Sürekli iyileştirme takımları görevlendirildi ve bu takımlar 5 S ve KAIZEN uygulamaları ile 7 ayda %85-%95 oranlarında iyileşme sağlamışlardır.



Şekil 3.18 Firmanın Verimlilik değerleri

Benzer şekilde yalın üretim çalışmaları öncesi ve sonrasında gerçekleşen veriler doğrultusunda, yalın üretim çalışmalarının firmada verimlilik oranını etkileyip etkilemediği yönünde istatistiksel sınama yapılmıştır. Sonuçları şu şekildedir:

Sınamada sıfır hipotezi: $h_0 : \mu_1 = \mu_2$ veya $\mu_d = \mu_1 - \mu_2$ olmak üzere $h_0 : \mu_d = 0$

Alternatif hipotez: $h_0 : \mu_d < 0$

Veriler Excel programında t testi: ortalamalar için iki örnek kullanılarak yapılan sınama sonucu Tablo 3.5 de özetlenmektedir

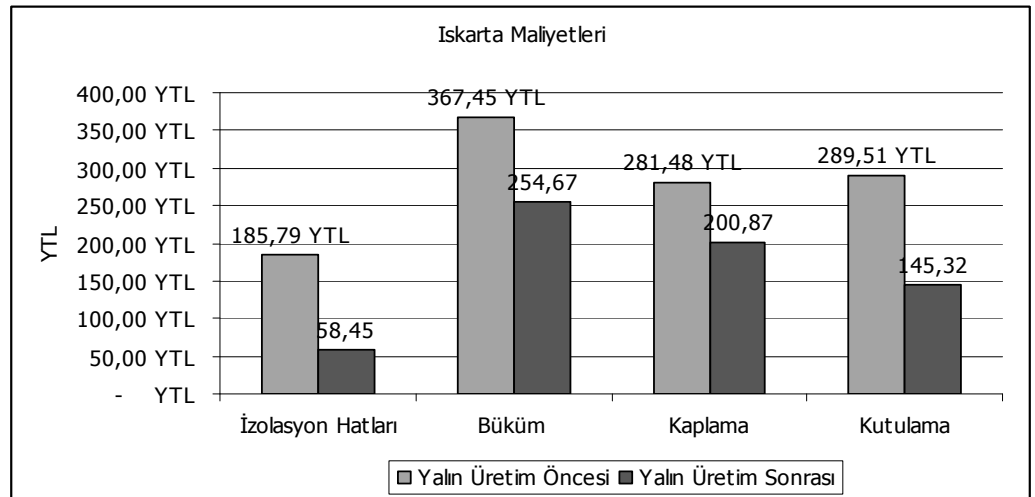
Tablo 3.5
Verimlilik oranları için İstatistiksel Sınama Tablosu

t-Test: Ortalamalar için İki Örnek		
	<i>Değişken 1</i>	<i>Değişken 2</i>
Ortalama	60,2	89,7
Varyans	182,9933333	19,9933333
Gözlem	4	4
Pearson Korelasyonu	0,672544007	
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
df	3	
t Stat	-5,349800776	
P(T<=t) tek-uçlu	0,006387481	
t Kritik tek-uçlu	2,353363016	
P(T<=t) iki-uçlu	0,012774962	
t Kritik iki-uçlu	3,182449291	

Matematiksel olarak eğer H_0 doğru ise;

$P(t \leq -5,3498) = P(t \geq 5,3498) = 0,00639$ olur. Hesaplanan t değeri, kritik t değerinden negatif işaretlisinden küçük olduğundan $\alpha = 0,05$ için sıfır hipotezi reddedilir. Yani yalın üretim çalışmaları ile firmada verimlilik oranı seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış elde edilmiştir.

Üretim hatlarında yalın üretim çalışmaları öncesi ve yalın üretim çalışmaları sonrası gerçekleşen aylık ortalama iskarta maliyetleri Şekil 3.19 da verilmektedir.



Şekil 3.19 Firmanın İskarta Maliyetleri

Yalın üretim çalışmaları öncesi ve sonrasında gerçekleşen veriler doğrultusunda, yalın üretim çalışmalarının firmada ıskarta maliyetlerini etkileyip etkilemediği yönünde istatistiksel sınama yapılmıştır. Sonuçları şu şekildedir:

Sınamada sıfır hipotezi: $h_0 : \mu_1 = \mu_2$ veya $\mu_d = \mu_1 - \mu_2$ olmak üzere $h_0 : \mu_d = 0$

Alternatif hipotez: $h_0 : \mu_d > 0$

Veriler Excel programında t testi: ortalamalar için iki örnek kullanılarak yapılan sınama sonucu Tablo 3.6 da özetlenmektedir.

Tablo 3.6
İskarta Maliyetleri İçin İstatistiksel Sınama Tablosu

t-Test: Ortalamalar İçin İki Örnek		
	<i>Değişken 1</i>	<i>Değişken 2</i>
Ortalama	281,05692	164,8275
Varyans	5536,925095	7022,483892
Gözlem	4	4
Pearson Korelasyonu	0,948636588	
Öngörülen Ortalama Farkı	0	
df	3	
t Stat	8,611164787	
P(T<=t) tek-uçlu	0,001646503	
t Kritik tek-uçlu	2,353363435	
P(T<=t) iki-uçlu	0,003293006	
t Kritik iki-uçlu	3,182446305	

Matematiksel olarak eğer H_0 doğru ise;

$P(t \leq -8,6112) = P(t \geq 8,6112) = 0,00165$ olur. Hesaplanan t değeri, kritik t değerinden büyük olduğundan $\alpha = 0,05$ için sıfır hipotezi reddedilir. Yani yalın üretim çalışmaları ile firmada ıskarta maliyetlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalış elde edilmiştir.

Tez çalışması dahilinde yalın üretim felsefesini benimseyerek kendi bünyesine uyarlamak ve böylelikle firma içinde oluşan israfları ortadan kaldırmak isteyen bir otomotiv yan sanayi firmasında değer akış haritalama metodu ile öncelikle mevcut durum haritası çıkartılmıştır. Bölüm 2’de özetlenen yalın üretim metotlarından firma için uygun olanlar tespit edilmiş ve bu uygulamalar ile firma için gelecek durum haritası oluşturulmuştur. Temmuz 2005’ten itibaren firmada yaşanan değişimler ve bu değişimlerdeki istatistiksel anlamlılık yalın üretim ile örnek firmada oldukça önemli sonuçlar elde edildiği göstermektedir.

4. SONUÇLAR

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. Teknolojik gelişmelerin yaygınlaşmaya başladığı 1960'lı yıllarda tırmanan geniş pazarlara büyük hacimlerde üretimlerle açılarak kitle üretiminin avantajlarından yararlanarak rakiplerini geride bırakmalarında rekabet gücünün temel ögesi üretim üstünlüğü iken günümüzde ise rekabet üstünlüğünde kalitenin ve hızın kendisini göstermeye başladığı göze çarpmaktadır. Son yıllarda, özellikle sosyal ve ekonomik yaşantıda meydana gelen hızlı değişimler birçok şirketi değişen müşteri ihtiyaçlarına ve teknolojik yeniliklere cevap verebilmek için endüstriyel alanda farklı arayışlara sevk etmiştir. Yalın üretim bu arayışlardan en etkili sonuç alınan uygulamalardır.

Seri üretim ile yalın üretim arasındaki en çarpıcı farklılık onların amaçlarında yatmaktadır. Seri üreticiler kendilerine, "Yeterince iyi" şeklinde ifade edilen sınırlı bir hedef tayin etmektedirler. Bu da, "kabul edilebilir sayıda bozuk mallar, azami seviyede kabul edilebilir stoklar, düşük seviyeli standardize edilmiş ürünler" anlamına gelir. Buna karşılık yalın üreticiler ise, kesin olarak kusursuzluğu hedef almışlardır. Devamlı düşen maliyetler, sıfır bozuk mal, sıfır stok ve sonu gelmeyen ürün çeşitliliği gibi. Tabii hiçbir yalın üretici bu ütopya ulaşmamıştır ve belki de hiçbir zaman ulaşamayacaktır. Fakat sonu gelmeyen mükemmellik arayışı firmaların sürekli iyileştirme yönünde verimli çalışmalar yapmalarına neden olacaktır. Yalın üretim sisteminin otomotiv sektöründe doğuş sebebi, otomobil sektörünün belirleyici kilit sektör olduğundan kaynaklanmaktadır. Yalın üretim bugünlerde otomobil sektörünün çok ötesine yayılmış ve birçok şeyi değiştirmiş durumdadır. Günümüzde birçok ülkede yalın üretim ve yalın yönetim anlayışı bir kalkınma hamlesi olarak görülmektedir. Yalın yönetimle ilgili enstitüler kurulmakta ve ülke geneline yalın yönetim ilke ve özellikleri tanıtılmaya çalışılmaktadır.

Ele alınan uygulama örneğinden de görülebileceği gibi sermayenin kısıtlı ve maliyetinin yüksek olduğu ülkemizde büyümenin lokomotifi verimlilik artışı olmak zorundadır. Yalın yaklaşım israflar yüzünden tüketilmekte olan kaynakları verimli kullanabilmenin yollarını göstermektedir. Tasarruf edilen kaynaklar daha fazla değer yaratmaya yönlendirildiğinde, hem mevcut pazarlarda daha geniş ekonomik imkanlar bulunabilir, hem de yeni pazarlara doğru büyüme gerçekleştirilebilir. Yalın yaklaşım, getirdiği avantajlarla ve israfları yok etme hedefiyle pek çok sektörde üretimin yeni felsefesi olma yolunda ciddi ilerlemeler göstermektedir.

Yalınlık kavramının esası, talebe tam anlamıyla karşılık verebilmektir. Ancak yalın üretimin tüm bahsedilen avantajları yanında günümüzde yalınlığın henüz tamamıyla çözümlenmemiş problemleri de vardır. Sistemin ana hedeflerinden olan stoksuz çalışma ve tam zamanında üretim, talepte ani yükselmeleri karşılama söz konusu olduğunda yetersiz kalabilirler. İşletmeler bu problemleri de göz önüne alarak nereye kadar yalın olacağına kendi yapısına bakarak karar vermelidirler.

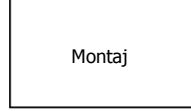
EKLER

Ek 1 Değer Akış Haritalama Sembolleri

Sembol, İsim ve Tanımı

Kullanımı

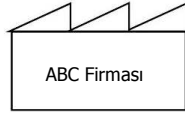
1) İmalat Süreçleri



Sürec Kutusu. Destek bölümler için de kullanılır.

Göz önünde bulundurmamak istenen her iç süreç için bir kutu olmalıdır. İstenilen seviyeye göre, hat, fabrika, şirket ve tek parça akışı için yapılabilir.

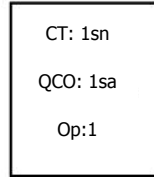
2) Dış kaynaklar



Müşteriler, imalatçılar ve fabrika dışındaki üretim kaynakları için kullanılır.

Dikkate alınmak istenen tüm dış kaynaklar için kullanılır.

3) Veri Kutusu



Özellikle imalat ile ilgili bilgileri kaydetmek için kullanılır.

Süreçler ve diğer faktörler için hangi veriler (Toplam maliyet, zaman kalite) önemli kararı verilmelidir.

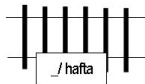
4) Operatör



Sürecin kaç kişi ile yapıldığını gösterir

İncelenen alan çok büyük olmadığında anlamdır.

5) Demiryolu sevkiyatı



Sevkiyat sıklığı kaydedilir.

Daha sık frekanslarda sevkiyat mevcut envanter seviyelerini azaltır. Endüstriyel park yaklaşımına yöneltilir. Karayolu taşınması kadar esnek değildir.

6) Karayolu Sevkiyatı



Sevkiyat sıklığı kaydedilir.

Genellikle harita çizme sırasında kullanılır.

7) Forklift Taşması



Sevkiyat sıklığı kaydedilir.

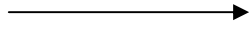
8) Diğer İç Taşımalar



Sevkiyat sıklığı kaydedilir.

GENEL BİLGİ AKIŞI SEMBOLLERİ

9) Manuel bilgi akışı



Üretim veya sevkiyat programları vb. gönderilmesi.

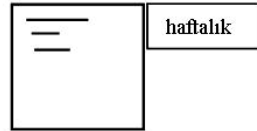
10) Elektronik Bilgi Akışı



Bilgilerin elektronik ortamda gönderilmesi.

Bu sembol bilgi akışını açık tarifler. Manuel veya elektronik bilgi akışı ile beraber kullanılır.

11) Üretim Programı



Programların ne sıklıkta gönderildiği kaydedilir.

12) Bilgi Lambası



Çok amaçlı (imalat talimatı veya malzeme çekişi gibi) kullanılabilir.

Tüm bilgi çeşitlerini temsil eder.

KİTLE ÜRETİMİ MALZEME AKIŞ SEMBOLLERİ

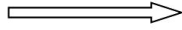
13) Üretim Malzemelerinin Hareketi



Müşteri tarafından çekilmeyen üretici tarafından üretilen malzeme hareketleri sembelleri

Sadece tipik kitle üretimi için kullanılır. Tek parça akışı, sıralı üretim, çağrı sistemi, kart sistemi olmayan sistemler için kullanılır.

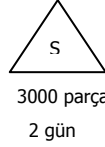
14) Bitmiş Ürünün Müşteriye Sevkiyatı



Aynı zamanda imalatçıdan hammadde / parça sevkiyatını gösterir.

Akış karakteristiği hakkında bilgi vermez. Sadece eski haritaları anlamak için kullanılır.

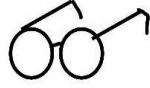
15) Stok



Parça sayımı ve kaç günlük stokla çalışıldığı bilgileri kaydedilir.

Sadece tipik kitle üretim durumunu göstermek için kullanılır. Tek parça akışı, sıralı üretim, çağrı sistemi, kart sistemi olmayan sistemler için kullanılır.

16) Git ve Gör Programlama

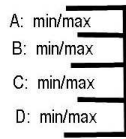


Programlar hattaki parça sayısına göre ayarlanır.

Klasik İTME sisteminin bir parçasıdır. Manuel olarak kontrol edilen ara stokları gösterir.

YALIN ÜRETİMDE MALZEME AKIŞ SEMBOLLERİ

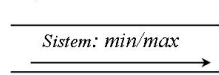
17) Pazaryeri



Pazaryerinde bulunan tüm parçalar gösterilir. Min ve max seviyeler belirtilir.

Çekme sisteminde kontrollü ara stoklar için kullanılır. Çağrı veya kartlı Pazar olacaktır. Açık tarafı her zaman imalatçı süreci gösterir. Aynı zamanda her parça için bir plan yapılmış olmalıdır. Süreçte çevrim varsa, süreçler arasında, imalatçı veya müşteri arasında uzun mesafeler varsa ve üretim hızı müşteri talebini karşılamayı garanti edemiyorsa pazaryeri yaratılır.

18) İlk Giren İlk Çıkar



İlk giren ilk çıkar sıralı akışı (genellikle otomatik konveyör sistemlerini ifade eder).

Arıza sebebi ile kısıtlı esneklik kazandırır veya iki süreci kontrollü bir şekilde birbirine bağlar.

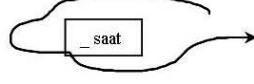
19) İşlem için Bekleyen Sıralı Pazar



Süreci edilmeyi bekleyen malzeme alanı. Kuyruğun uzunluğu sınırlıdır ve süreç İĞİÇ prensibi ile çalışır.

Yalın taşıma sistemlerinin en kötüsüdür. Çok verimsizdir ve özel nedenlerle manuel sıralama yapılıyorsa kullanılır.

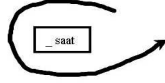
20) Kart Parçalarının İkmal Rotası



Bir çok süreç arası çekiş rotasını gösterir. Mümkünse ikmal zamanı kaydedilmelidir.

Sadece KANBAN uygulanan süreçlerde kullanılır. Kart parçaları için taşıma rotasını gösterir.

21) Malzemenin bir Sürecten diğerine Çekilmesi

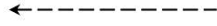


Genellikle taşıma çevrim zamanı ile birlikte gösterilir. Uygun olduğu durumlarda çekme kartıyla birlikte kullanılır.

Sembol sadece çekme sistemi olan süreçlerde kullanılır. Pazaryeri ile kullanıcı süreci arasındaki ilişkiyi gösterir.

YALIN ÜRETİM BİLGİ AKIŞI SEMBOLLERİ

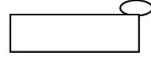
22) Üretim veya taşıma talimatı akışı



Her zaman bir imalat sembolü ile birlikte kullanılır.

Yalın çekme sisteminde bilgi akışını gösterir.

23) Üretim Talimat Kartı



Bir sürece hangi parçadan ne kadar üreteceğini bildirir ve üretme izni verir.

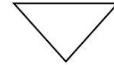
24) Malzeme Çekme Kartı



Bir sürece hangi parçadan ne kadar çekebileceğini bildirir ve üretme izni verir.

Yalın çekme sisteminin bir parçasıdır. Kanban sisteminin ana aracıdır.

25) Sinyal Üretim Kartı



Önceden belirlenmiş lot büyüklüğünde üretim talimatını veren karttır.

Yalın çekme sisteminin bir parçasıdır. Kanban sisteminin özel bir aracıdır. Yalnızca süreçte çevrim varsa kullanılır. Bu sinyal kanbanı bilinen kanban sistemine ek olarak kullanılır. Çevrim yapılacak zamanı ve makineyi ve işlenecek parçayı belirtir.

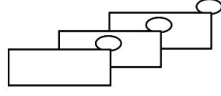
26) Tablet



Üretim için izin verir. Parça cinsi ve miktarı daha önceden belirlenmiştir.

Bu tablet KANBAN gibi üretim talimatı verir fakat yazılı bir bilgi kapsamaz, çünkü ilgili herkes bu bilgiye sahiptir.

27) Grub Halinde Ulaşan Kanbanlar



Üretim programlamak için seviyelendirme kutusuna ihtiyacın olduğunu belirtir.

Genellikle bu durum uzun mesafeler için tır veya tren kullanıldığı zaman ortaya çıkar.

28) Kart Kutusu



Kartların ikmal için toplandığı yeri belirtir.

Sembol sadece KANBAN süreçlerinde kullanılır. Kartların toplanma noktasını gösterir. Üretim kontrolü için kart sisteminin durumunun kontrol edildiği noktayı belirtir.

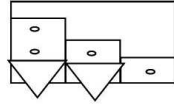
29) Sevilendirme Kutusu

A					
B					
C					

Genel bir zaman diliminde üretim çeşidini ve miktarını seviyelendirmek için kullanılır.

Üretim KANBANlarını gruplar halinde geri geliyorsa, üretim programını bu kutu kullanılarak yapılabilir. Özellikle parçaların çeşitli tiplerini üreten bir sistem varsa bu sembol önemlidir.

30) Lot Belirtme Panosu



Çevrimli proselerin belirli bir zaman diliminde üretim çeşidini ve miktarını seviyelendirmek için araçtır.

Üretim KANBAN'ı ile Sinyal KANBAN'ı kartlarının kullanımı birleştirilerek Üretim talimatlarını ve çevrim talimatlarını aynı panoda programlar.

İYİLEŞTİRME İÇİN FIRSAT SEMBOLLERİ

31) Sürec İyileştirme Bulutu



Yalın kararlılık sürecinin bir parçasıdır. Gerekli süreç iyileştirmelerini belirtir.

KAIZEN çalışmaları bu alanların iyileştirilmesine yardımcı olur.

32) Zaman Çizgisi



Zaman çizgisi bir parçanın yapılması sırasında parçaya değer katan süreçlerin, parçanın geçtiği tüm süreç zamanlarına oranadıkları için iyileştirmeyi işaret eder. gösterir

Çizginin üst tarafındaki rakam toplam sipariş süresidir. Alt taraftaki rakam ise değer katılan faaliyetlerin süresidir. Üst taraftaki rakam tüm süreçler içinde ne kadar israf olduğunu gösterir ve sonraki

KAYNAKLAR

Bhote, K.R., World Class Quality: Using Desing of Experiments to Make it Happen, American Managment Association, New York, 1991

Cusumano, M.A., The Japanese Automobile Industry, The Council of East Asian Studies, Harvard Universty Pres, Cambrige, MA, 1989

Çelikoğlu K., Değer Akış Analizi, Ford Tedarikçi Bilgilendirme Semineri, Bursa, 2004.

Jordan, J.A., ve Michel, F.J., The Lean Company- Making the right choices, Society of Manufacturing Engineers, Dearborn Michigan, 2001

Lean Enterprise InSTITUTE, <http://www.lean.org/Events/LeanRoadMap.cfm>

Monden, Y., Toyota Production System: Practical Aproach to Production Managment, Industial Enginering and Managment Pres, Norcross, Georgia, 1983

Nishuguchi, T., Strategic Dualism: An Alternative in Industiral Societies, doktora tezi, University of Oxford, Nuffield College, 1989

Ohno, T., Toyota Ruhu, Scala Yayıncılık, İstanbul, 1996

Okamoto, K., Planning and Control of Maintenance Costs for Total Productive Maintenance, Japanese Managment Accounting: AWorld Class Approach to Profit Managment, Monden, Y., ve Sakurai, M., edit, Productivity Pres, Cambridge, MA, 1989

Okur,A.S., "Yalın Üretim – 2000'li Yıllara Doğru Türkiye Sanayii İçin Yapılanma Modeli", Söz Yayın, Eylül 1997

Oshima, T., Technology Transfer of Japanese Automakers in the United States: Mazda Corporation Case Study, IMVP working paper, 1989

Pfeffer, Jeffrey, The Human Equation-Building Profits by Putting People First, Harvard Business School Pres, 1998

Production Operations Transition-To-Lean Team, Production Operations Level Transition-To-Lean Roadmap, Lean Aerospace Initiative, MIT, Cambrige, MA, 2000

Rother, M., Shook, J., Learning to See Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda, The Lean Enterprise Institute, Brookline, Massachusetts, USA, 1999

Shingo, S., Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous Improvement, Productivity Press, MA, 1988

Womack, J.P., Jones, D.T ve Roos, D., The Machine that Changed the World, Rawson Associates, New York, NY, 1990

Womack, P.J. ve Jones, D., Yalın Düşünce, Sistem Yayıncılık, 1998

Yalın Enstitü, <http://www.yalinenstitu.org.tr/yalin.asp?id=6>