

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YALIN FELSEFE ve BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ
FİRMASINDAKİ UYGULAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fırat CİNOĞLU

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Tijen ÖVER ÖZÇELİK

Haziran 2013

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YALIN FELSEFE ve BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ
FİRMASINDAKİ UYGULAMALARI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fırat CİNOĞLU

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 21 / 06 /2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Yrd. Doç. Dr. Tijen ÖVER
ÖZÇELİK
Jüri Başkanı**

**Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir
HIZIROĞLU
Üye**

**Yrd. Doç. Dr. İhsan Hakan
SELVİ
Üye**

TEŞEKKÜR

Projemi hazırlarken bilmediğim ve teorik anlamda bilgi sahibi olup da uygulanması hakkında yeterli bilgimin olmadığı birçok şeyle karşılaştım ve bir endüstri mühendisi için yalın üretim tekniklerinin önemini bir kez daha kavradım. Bu kadar önemli ve bir o kadar güncel ve geleceği olan bir konuda çalışmam için bana yol gösteren, projeyi hazırlarken yardımlarını esirgemeyen ve yeni şeyler öğrenmeye teşvik eden değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Tijen ÖVER ÖZÇELİK'e, çalışmayı yaptığım firmada bana her türlü desteği sağlayan, tez konusunda benimle bilgilerini paylaşan meslektaşım ve sınıf arkadaşım Oğuzhan ŞAHİN'e, bana her türlü bilgi birikimini aktaran, farklı düşünce yapısıyla ufkumu açan Endüstri Mühendisliği Grup Departman Lideri Sayın Ekrem SARIKAYA'ya, bu çalışma boyunca bana her türlü bilgi ve materyal desteği sağlayan Mehmet ÖZÇELİK' e ve son olarak her türlü şartta bana destek olan aileme teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
SUMMARY	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı	1
1.2. Otomotivde Yalın Üretim.....	3
BÖLÜM 2.	
YALIN ÜRETİM FELSEFESİ	6
2.1. Yalın Felsefenin Tarihi.....	6
2.1.1. Operasyonların sınıflandırılması.....	7
2.1.2. Değer katan ve katmayan işler.....	8
2.2. Yalın Felsefenin Araçları	9
2.2.1. Değer akışı haritalandırma.....	9
2.3. Değer Akış Haritasında Kullanılan Değerler	12
2.3.1. Takt süresi	12
2.3.2. Çevrim süresi	12
2.3.3. Akış	12
2.3.4. İtme	13
2.3.5. Çekme	13
2.3.6. Hazırlık süresi	14

2.3.7. Mevcut durum haritası	14
2.3.8. Gelecek durum haritası	16
2.4. Montaj Hattı Dengeleme	17
2.5. Balık Kılçığı(Sebeup-Sonuç) Diyagramı	18
2.6. 7S	20
2.7. Kanban Sistemi	22
2.8. Tek Haneli Dakikalarda Kalıp Değiştirme (smed) Sistemi.....	24
2.8.1. Smed sisteminin tanıtılması	24
2.9. Poka Yoke	27
2.9.1. Poka-yoke sisteminin kurulmasını gerektirecek hatalar	28
2.9.2. Poka-yoke'nin temel prensipleri.....	30
2.9.3. Poka-yoke'nin kazandırdıkları	31
2.10.Kaizen	35
2.11. Yayın Taraması.....	36
BÖLÜM 3.	
UYGULAMA	38
3.1. Firma Hakkında Bilgi	38
3.2. Çalışmanın Amacı	38
3.3. Araştırma Yöntemi.....	39
3.4. Bilgi Toplama ve Değerlendirme	39
3.5. Fabrika Üretim Aşamaları.....	40
3.5.1. Fabrikada üretilen ürünler.....	43
3.6. Çalışma Yapılacak Alanın Belirlenmesi.....	44
3.7. Balık Kılçığı Diyagramı Çalışması	50
3.8. Family Seal Konektöründe İyileştirme Çalışması	52
3.9. Kurulan Sistemin Çalışma Şekli	52
3.9.1. Programın çalışma mekanizması	57
3.10.Poka-Yoke	58
3.11. İş Standartlaştırma	59
BÖLÜM 4.	
SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	64

KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ	711

KISALTMALAR LİSTESİ

5S	: Seiri-sınıflandır, seiton-sırala, seiso-sil, seiketsu-standartlastır, shitsuke- sahiplen
ÇK	: Çekme kanbanı
DAH	: Değer akısı haritalandırma
FIFO	: First İn first out
JIT	: Just in time
SAP	: Systems analysis and program development
SMED	: Single minute exchange of dies
TZÜ	: Tam zamanında üretim
ÜK	: Üretim kanbanı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Değer akış haritalandırma aşamaları.....	11
Şekil 2.2. İtme sisteminin yapısı.....	13
Şekil 2.3. Çekme sisteminin yapısı.....	14
Şekil 2.4. Müşteri, tedarikçi ve üretim Sembolleri.....	15
Şekil 2.5. Mevcut durum haritası.....	16
Şekil 2.6. Süper market çekme sistemi.....	23
Şekil 2.7. Poka-yoke 3 temel adımı	27
Şekil 2.8. Buluş ve kazien yaklaşımı karşılaştırması	36
Şekil 3.1. Fabrika içi üretim akışı.....	40
Şekil 3.2. Kablo ekipmanı(buggy).....	41
Şekil 3.3. Montaj masası.....	42
Şekil 3.4. Konektör birim fiyat grafiği.....	44
Şekil 3.5. Konektör yıllık kullanım adeti grafiği.....	45
Şekil 3.6. Konektör resmi arka görünüş.....	46
Şekil 3.7. Konektör resmi ön görünüş	46
Şekil 3.8. Yanlış adres hatası balık kılçığı diyagramı.....	51
Şekil 3.9. Conta yırtılması için balık kılçığı diyagramı.....	51
Şekil 3.10. Açık ve Kapalı kilit için balık kılçığı diyagramı.....	52
Şekil 3.11. Family seal cihazı şekilsel gösterimi.....	53
Şekil 3.12. Family seal cihazı	54
Şekil 3.13. Family seal cihazı üst görünüş.....	54
Şekil 3.14. Family seal cihazı ledlerin numaraları.....	55
Şekil 3.15. Family seal programı.....	56
Şekil 3.16. Family seal program çalışma mekanizması.....	57
Şekil 3.17. Family seal hücre tipi üretim sistemi.....	60

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Ortalama bir otomobil montaj tesisinin özellikleri.....	3
Tablo 3.1. Hurda konektör kayıt formu.....	48
Tablo 3.2. Family Seal operasyon metodu müşteri bilgi kutusu.....	60
Tablo 3.3. Family Seal operasyon metodu ürünler bilgi kutusu.....	61
Tablo 3.4. Family Seal operasyon metodu kutusu.....	62
Tablo 3.5. Family Seal ürün bilgi kutusu.....	62
Tablo 3.6. Family Seal operasyon metodu kutusu özel işaretler bilgi kutusu...	63
Tablo 4.1. Çalışma öncesi durum göstergeleri tablosu.....	64
Tablo 4.2. Çalışma sonrası durum göstergeleri tablosu.....	65

ÖZET

Anahtar Kelimeler: Yalın Üretim, Kanban, Poka-yoke, Kaizen

Günümüzde firmalar arası rekabet en üst seviyeye ulaşmıştır. Bu nedenle firmalar hem üretim hem yönetim anlamında zorluklar yaşamaktadır. Üretimin neredeyse müşteriye özel hale gelmesi sebebiyle, firmalar esnek üretim sistemlerine geçmeye çalışmaktadır. Bu süreçte ortaya çıkan karmaşayı engelleyebilmek için gereksiz işler ayrılmalıdır. Yalın üretim, işleri gerekli, gereksiz ve yapılması zorunlu olarak üç gruba ayırmaktadır. Bu anlamda yapılacak olan, gereksiz işlerin belirlenerek süreçlerden çıkarılmasıdır.

Bu çalışmada, firmanın yüksek miktarda hurda aldığı konektörler bir değerlendirmeye tabi tutulmuş ve üç farklı faktöre göre değerlendirilmiştir. Sonuçta seçilen konektörde yalın üretim tekniklerine bağlı kalınarak iyileştirmeler yapılmıştır. Önce balık kılçığı diyagramıyla kök nedenler belirlenmiş, daha sonrada basit hataları önlemek için poka-yoke, ürünü aynı kalitede üretmek için iş standartlaştırma kullanılmıştır. Görünürde basit olan bu iyileştirmeler sayesinde hata oranı ve hurda maliyeti önemli ölçüde düşürülmüştür.

LEAN PHILOSOPHY AND ITS APPLICATIONS IN AN AUTOMOTIVE SUBSIDIARY INDUSTRY COMPANY

SUMMARY

Key words: Lean Production, Kanban, Poka-yoke, Kaizen

Nowadays, competition among companies has reached a peak. Hence, companies have difficulties in terms of both production and management. Due to excessive customized production, companies strive to switch to lean production systems. Unnecessary jobs should be separated in order to prevent confusion in this process. Lean production separates the work into three groups; namely essential, non-essential and obligatory works. In this sense, unnecessary work should be determined and removed from the processes.

In this study, connectors with a high scrap rate have been evaluated according to three different factors. In conclusion, enhancements have been made on the selected connector using lean production methods. First, root causes have been determined using fishbone diagram, after which poka-yoke has been used to prevent minor errors and work standardization has been employed to ensure sustainable product quality. These seemingly simple enhancements have significantly decreased error rate and scrap costs.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Tezin Amacı ve Kapsamı

Günümüzde üretim işletmelerinde karşılaşılan en büyük sorun stok miktarının kontrol edilememesidir. Stoklar işletmelerdeki sorunların üzerini, suyun denizdeki taşların üzerini örttüğü gibi örtmektedir. Stok sorununun ana sebebi ise müşterinin talebine hızlı cevap verebilmek ve müşteri memnuniyetsizliğine ortadan kaldırmak için fazla üretim yapmaktır. Yapılan bu fazla üretim firma için fazladan stok maliyeti getirmekte, farklı müşteri ihtiyaçlarını karşılamayı zorlaştırmaktadır. Yalın üretim felsefesi içinde yer alan kanban sistemi ise üretimi, müşteri talepleri üzerinde yapılan bazı hesaplamalar doğrultusunda ortalama bir üretim miktarı belirleyerek, üretimin kendi kendini kontrol etmesini sağlamaktadır.

Devamlı aynı miktarda üretim yaparken müşteri talebi dalgalansa bile üretim buna göre belirlenmemekte; eksik olursa, tutulan az miktarda stoktan karşılanacak; fazla olduğunda ise stokta kısa süre bekletilip diğer sevkiyata eklenecektir. Bu şekilde stok maliyetleri ortadan kalkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, firmanın yaşadığı hurda konektör problemini ortadan kaldırmak veya en düşük seviyeye indirmektir. Bu problemler belirlenirken neden sonuç diyagramı ve pareto analizi gibi yalın üretim tekniklerinden faydalanılmıştır. Bu yöntemlerle en çok ortaya çıkan hatalar belirlenmiş ve daha sonra bu hataların kök nedenleri belirlenerek ortadan kaldırılmıştır. Kök nedenler belirlendikten sonra bunların giderilmesi için yine poka-yoke ve iş standartlaştırma uygulamaları yapılmıştır. Bu uygulamalar sonucunda da hurda konektör oranı baştaki seviyesinin bir kaç kat altına düşürülmüştür.

Çalışmanın ilk bölümünü oluşturan giriş kısmında yapılan çalışma kısaca özetlenmiş ve benzer teknikleri kullanan firmaların, bu iyileştirmelerle ne kadar yol kat ettikleri tablolarla açıklanmıştır. Bunun yanında konu hakkında bilgi sahibi kişilerin yorumlarına da yer verilmiştir.

İkinci kısımda yalın üretimin genel çerçevesi, hakkındaki bilgiler, kullanılan teknikleri, ayrıca bu çalışmada kullanılan bazı yöntemlerin ayrıntılı tanımları verilmiştir. Bunların dışında yalın üretim sisteminin nasıl işlediği, kanban,5S,SMED(tekli dakikalarda kalıp değişimi), poka-yoke gibi kavramlar anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde ise uygulamanın yapılacağı firmanın tanımından başlanarak, neden bu uygulamaya ihtiyaç duyulduğu, belirlenen problemin nereden ve hangi tekniklerle belirlendiği belirtilmiştir. Problemler belirlenirken nelerin göz önüne alındığı, bu problemin çözümünde hangi tekniklerden faydalandığı, yöntemler belirlendikten sonra ortaya çıkan problemler ve nasıl aşıldıkları anlatılmıştır.

Dördüncü ve son bölümde ise, çalışmanın sonuçları ve sistem kurulmadan önceki ve kurulduktan sonraki durumların karşılaştırmalarına, yapılabilecek ileriye dönük iyileştirmelere ve önerilere yer verilmiştir.

Aşağıda otomotivde yalın üretimden faydalanmış bazı kişilerin düşüncelerine yer verilmiştir.

Taiichi Ohno: Yalın üretim, sistemdeki israfları ortadan kaldırmak ve sürekli olarak sistem etkinliğini artırmak temeline dayanan bütünsel bir yaklaşımdır. Toyota Üretim Sistemi'nin babası Taiichi Ohno, israfı "kaynak tüketen fakat değer yaratmayan bir faaliyet" olarak tanımlamıştır; başka deyişle, değer katmayan ama maliyet yaratan bir faaliyettir [1].

Kiyoshi Suzaki: Ford, "değer katmayan her şeyi israf olarak tanımlamıştır. Bir diğer yorum olarak israf, "bir ürüne değer katmak için mutlaka gerekli olan minimum

miktarda donanım, malzeme ve işgücü kaynağı dışında kalan her şey" olarak tanımlanmıştır [2].

1.2. Otomotivde Yalın Üretim

Toyota Üretim Sistemi'nin temelini oluşturan "entegre fabrika" tanımıdır. Entegre fabrika teknik boyutlarıyla 6 sıfırdan oluşan bir üretim modelidir. Entegre fabrika ile sıfır stok (sıfır mal fazlası, sıfır depo), sıfır hata, sıfır çelişki, üretimde sıfır ölü zaman, müşteri için sıfır bekleme süresi ve en nihayetinde de "sıfır kağıt" başka bir deyişle, sıfır bürokrasi ve sıfır gereksiz iletişim hedeflenmektedir [3].

Yalın üretim diğer sektörlerde olduğu gibi otomotivde de kullanılmaktadır. Yalın üretimin başlangıç noktası otomotiv sektörüdür. İlk olarak Toyota'da denenmeye başlamış ve Taichi Ohno tarafından yürütülmüştür. Bu bağlamda firma yalın üretimin öncüsü ve geliştiricisi olarak kabul edilmektedir.

Japon firmaları başlangıçta Avrupa ve Amerika'daki firmalardan daha zayıf olsalar da, yalın üretim teknikleri sayesinde zamanla bu üreticilerin önüne geçmişlerdir. 1989 yılında yayınlanan Tablo 1.1'de yalın üretim sayesinde nasıl atılım yaptıklarını göstermektedir.

Tablo 1.1. Ortalama bir otomobil montaj tesisinin özellikleri [4]

	Japon Firmaları	Amerikan Firmaları	Avrupa Firmaları
Üretkenlik(saat/araç)	16,6	25,1	36,2
Kalite(Montaj hataları/100 araç)	60,0	82,3	97,0
Onarım Alanı(montaj alanı % si)	4,1	12,9	14,4
Parça stoku(8 örnek parça için/gün)	0,2	2,9	2,0
Öneri / Çalışan	61,9	0,4	0,4
Yeni Üretim İşçilerinin Eğitimi (Saat)	380,3	46,4	173,3

Tablodan görüleceği üzere, yalın üretim sistemi/teknikini yaygın olarak uygulayan Japon otomobil üreticileri, ABD ve özellikle Avrupalı üreticilere göre gerek üretkenlik ve gerekse kalite açısından oldukça üstün durumdadırlar. Ayrıca, Japon üreticilerin, çok daha az parça stokuyla ve çok daha az kalite kontrol, bakım onarım alanıyla üretim gerçekleştirdikleri görülmektedir. ABD’de yaklaşık üç günde bir, Avrupa’da iki günde bir tedarik yapılmasına rağmen Japonya’da günde beş kez tedarik yapılmaktadır [5].

Otomotiv sektörü, üretimde ve işletme yönetiminde çağdaş kalite yönetimi anlayışı ile yalın üretim ve yalın yönetim alışkanlığını geliştirmiştir. Aynı zamanda kamu kurumlarının uyumlaştırarak uyguladığı uluslararası teknik ve ticari mevzuata uyum göstererek küresel pazarlara ihracata başlamış ve küresel rekabet sürecine girmiştir. [6].

Ford Otosan uyguladığı yalın üretim sistemiyle, Ford Otosan Kocaeli ve İnönü Fabrikası’nın Ford’un Avrupa’daki en iyi üretim tesislerinden biri olmasını sağlamış ayrıca, Türkiye Otomotiv Pazarının zirvesinde olmasını sağlayan bir sistemin, sosyal hayata entegre edilebileceğini göstermeyi başarmıştır. Yalın Üretim Sistemi çalışmalarını 1999’da arka aks montaj alanında ilk kez başlatan İnönü Fabrikası, aynı yıl Önleyici Bakım Mükemmellik Ödülü’nü almaya hak kazanmıştır [7].

Ford'un Avrupa'daki tüm üretim tesislerini kapsayan denetim sonuçlarına göre, 2002, 2003 ve 2004 yıllarında "Best Plant In Europe-En Başarılı Ford Araç Üretim Fabrikası"seçilen Ford Otosan Fabrikaları, 2005 yılında da İnönü Fabrikasının 9,5 puanlık sonucu ile En İyi Ford Fabrikası olmaya devam etmektedir. Bunun yanında tüm fabrikalar Yalın Üretim Sistemi'yle milyonlarca dolarlık tasarruf sağlamaktadır [8].

Dünyada Yalın Üretim sistemini tamamen veya kısmen uygulayan firmalardan bazıları ise şunlardır: Toyota Motors, Nippondenso, Nissan Motor, Yamaha, Isuzu, Honda, Hitachi, Canon, Zenith Radio, Lucas Industries, Kawasaki Motors, General Motors, Hewlett Packard, Ford Motor, Westinghouse Electric, Rewa, Apple

Computer, Chrysler, Goodyear, OHMEDA (Ohio Medical Products), Firestone, Frito-Lay, RJR Archer, Mc Neil, Pharmaceuticals, Procter and Gamble, International Paper, 3M, Hughe, Todd Shipyards, Bridgestone, Matsushita Electric Company, Baxter Laboratories, Hallmark Inc, Omark Industries, T.D. Shea Manufacturing Inc. of Troy, Harley-Davidson Motor, Big-Four, Motorola, General Electric, Dere, Black Decker Manufacturing, Omark Oregon Saw Chain, A.P. Parts Co. of Toledo [9].

Yukarıda verilen bilgilerden de anlaşıldığı üzere yalın üretim sistemi, otomotivden başlasa da uygulandığı bütün sektörlerde önemli faydalar sağlamış, hatta birçok firmanın üretim teknikleriyle dünya çapında başarılar kazandırmıştır.

Bu tezde amaçlanan yalın üretimi tüm süreçlerinde uygulayan bir otomotiv yan sanayi firmasındaki hurda problemine, yine yalın üretim tekniklerinin teknoloji ile birleştirerek neler yapılabileceğini göstermektir. Kullanılan basit teknikler ile küçük maliyetler karşılığı büyük işler başarmak yalın üretimin temelini oluşturmaktadır.

BÖLÜM 2. YALIN ÜRETİM FELSEFESİ

2.1. Yalın Felsefenin Tarihi

Toyota Motor Company, ilk faaliyet alanı tekstil olan Japon Toyada ailesi tarafından 1937 yılında kurulmuştur. Şirketin kuruluşundan 1950'lere kadar olan toplam üretimi 2685 adet olmasına rağmen Ford'un Rouge fabrikalarındaki günlük üretim 7000 adetti. Amerikan şirketlerinin baskın olduğu otomotiv piyasasında Toyota'nın varlığı henüz belirgin değildi. 1949 yılı sonunda satışlarda yaşanan çöküş sonucu şirket toplam işgücünün üçte birini işten çıkarmak zorunda kaldı. Geri kalan işçilerin yaptıkları iki ay süren grev sonucunda yönetimin işçileri koruyamama sorumluluğunu kabul eden ilk başkan Kiichiro Toyada, şirketten istifa etmiş, sendika ile yapılan yeni anlaşmayla Taiichi Ohno'nun çalışma yöntemlerinin temel üretim normunu oluşturacağı belirtilmiş ve bu anlaşmayla beraber şirkette kalan işçilere ömür boyu istihdam ve gelecekte yapılacak süreç iyileştirmeleri sonucunda kimsenin işten çıkarılmayacağı taahhüt edilmişti [10].

Hatalı parçaların ileriye giderek sonraki aşamalarda akışı bozmalarını engellemek üzere bir hata yapıldığında üretimi ve üretim hattını durduran otomatik makinaların kullanılması (Toyota tarafından Jidoka olarak tanımlanmaktadır) ve sadece ihtiyaç duyulan parçaların üretilmelerini sağlayan çekme sisteminin kurulması olan yalın üretimin iki temel ilkesinin Sakichi Toyada (Toyota grubunun kurucusu) ve oğlu Kiichiro Toyada tarafından 1930'lu yıllarda geliştirilmiş olmasına rağmen bu iki kavramın birbiriyle ilişkilendirilip uygulanmaya konulması 1940'ların sonlarına doğru Taiichi Ohno tarafından gerçekleştirilmiştir [10].

Yalın üretim; en az kaynakla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi, müşteri talebine de birebir uyabilecek şekilde en az israf ve nihayet üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp potansiyellerinin tümünden yararlanarak nasıl

gerçekleştirebiliriz arayışının sonucudur. Yalın üretim bu hedeflerin tümünü aynı anda gerçekleştirme ilkesine dayanır ve Batı'da 1900'lerin başlarından beri hâkim olmuş konvansiyonel kitle üretimi yaklaşımını tersyüz eden, bir anlamda her şeye alışılmışın tam ters yönünde yaklaşan bir sistemdir. Genel geçer kabul edilmiş tüm kural ve ilkeleri sorgulayan, hiçbir yerleşik kanıyı mutlak görmeyen şüpheli bir yaklaşımın ya da felsefenin ürünü olarak doğmuş ve gelişmiştir [11].

İsrafların tamamen ortadan kaldırılmasını hedefleyen yalın üretimin iki temel prensibi Tam zamanında üretim (JIT) ve otonomasyondur(Jidoka). Toyota üretim sisteminin temelini oluşturan sıfır stok, sıfır çelişki, üretimde sıfır ölü zaman, müşteri için sıfır bekleme süresi, sıfır kağıt yani sıfır bürokrasi ve sıfır gereksiz iletişimin hedeflendiği entegre fabrika kavramı, bu iki temel prensip üzerine oturmaktadır.

Yalnızca gereken zamanda gereken miktarda üretim görüşüyle, israfın ve gereksiz maliyet artışlarının ortadan kaldırıldığı yalın üretim sisteminde, bu prensiple çalışılarak, işlevsizlikler ve onların nedenlerinin tespit edilmesi mümkün olmaktadır. yalın üretimde nedenler bilindikten sonra sorunların ortadan kaldırılabilmesi için çözümler üretilebileceği bilinciyle nedenler üzerinde yoğunlaşmaktadır. Malzeme akışı azaltılarak aksaklıklar görünür hale getirilmiştir. Sıfır stokla çalışma depolama sorununu ortadan kaldırmanın yanı sıra israf ve işlevsizlikleri ortaya çıkararak yalın üretim için gerekli koşulları sağlamaktadır [12].

2.1.1. Operasyonların sınıflandırılması

Üretim veya hizmet sektörü fark etmeksizin, operasyonlar üç kategoride incelenir:

1-Değer Katan İşler: Bu işler yapılan işlerin ana kısmını oluşturur. Bunlar yapılmadan işler tamamlanamaz ve ana malzemenin ortaya çıkmasında rol oynarlar. Hammadde ve işçilik maliyetlerinin büyük çoğunluğunu bu işler oluşturur. Örneğin bu firmada kablunun kesilmesi değer katan iştir. Müşteri sadece kablunun kesilmesine para ödemek ister.

2-Değer Katmayan İşler: Bu işler müşterinin yapılması için para ödemeyeceği ve firmanın da zararına sebep olan işlerdir. Örneğin kablo kesilirken yeni kablonun beklenmesi, makinenin hazırlanması, deneme için yapılan hurdalar bu işlerin kapsamına girer. Bu işler işgücü ve hammadde olarak israfları oluştururlar.

3-Değer Katmayan Fakat Yapılması Zorunlu Olan İşler: Bu işlerde yine müşterinin ödeme yapmak istemediği ancak yapılması zorunlu olan işlerdir. Örneğin kesilen kablonun ölçülerinin kontrol edilmesi müşteri açısından önemli firma içinse önemsizdir. Ancak müşteri kalite koşulunu öne sürdüğünden firma kontrolü yapmak zorundadır.

2.1.2. Değer katan ve katmayan işler

Çalışmayı yaptığımız işletmemizde gelen malzemeler depodan sonra süpermarket alanına alınmakta ve buradan işleminin yapılacağı hatta beslemesi yapılmaktadır. Bunun dışında sadece kablolar özel kablo raflarına alınarak kesim makinelerini beslemektedir. Malzemenin üretiminde başlangıçta daha çok kesim, uç soyma, terminal basma, twist, doren yapma gibi işlemler olsa da, malzemenin çevrim süresinin çoğunluğu insan emeğine dayalı olarak yapılmaktadır. Bunun yanında malzeme tüketiminin çok hızlı olması ve malzeme eksikliğinde hat durmasından dolayı kanban sistemi zorunlu hale gelmiştir.

Line olarak tabir edilen ve birbirine bağlı ve sıralı işlemlerin yapıldığı bu masalarda malzemenin eksikliği ya da akıştaki problemler hat durmasına kadar varabilen sorunlara neden olmaktadır. Deneme süreleri boyunca dönüş zamanları 10 dakika olarak belirlenen masalar hat öğrenim eğrisini tamamladığında çevrim süreleri 2,5-3 dakikaya kadar düşmektedir. Bunun sebebi ise hem sistemin oturması hem de öğrenim eğrisinin süresi zarfında yalın üretim teknikleri kullanılarak yapılan analiz ve iyileştirmelerdir. Bu da işlem süresinin %70'lik bir kısmının verimsiz işlemlerle kaybedildiğini göstermektedir.

2.2. Yalın Felsefenin Araçları

2.2.1. Değer akışı haritalandırma

Değer akışı haritalandırma iyileştirilmesi hedeflenen sürece yukardan bakmayı sağlar. Haritalandırılan sürece bağlı olarak, değer akışı haritası hastanın kabulünden çıkışına kadar olan tüm hizmet hattını veya bu hattın bir bölümünü içerebilir. Değer akışı hem üretim organizasyonundaki fiziksel akışını hem de üretim ile ilgili bilgi akışını gösterir. Süreç iyileştirme belirli bir sürecin detaylarına odaklanırken, değer akışı başlangıçtan bitişe kadar olan tüm prosese odaklanır. Değer akışı haritalandırma sadece sistem içindeki darboğazları göstermekle kalmaz ayrıca hastanın iyileştirilmesiyle ilgili katma değer yaratmayan adımları da ortaya çıkarır. Haritalandırma hem katma değerli hem de katma değersiz faaliyetlerin kolaylıkla fark edilebileceği şekilde yapılır [13].

Değer akışı haritalandırmanın ilk adımı mevcut tüm faaliyetleri kaydetmektir. Bu aşamada cevaplanması gereken ikinci soru akla gelir, değiştirilecek bir süreç için neden bu kadar ayrıntılı bir biçimde ele alma zahmetine katlanılmaktadır? Çünkü katma değeri olmayan faaliyetler genellikle organizasyon içinde fark edilmezler, mevcut süreç içinde gizlenmişlerdir. Kaydedilen bu faaliyetlere bu sayede gelecek ay, yıl ya da 5 yıl sonra tekrar dönülüp bakılabilir, bir gelişme olup olmadığı gözlenebilir. Değer akışı haritalandırmayı kimin yapacağı da önemlidir. Seçilen ürün ailesinin öncelikli liderleri bu sürecin içine katılmalıdır. Değer akışı liderleri yapılacak geliştirmelerden sorumlu kişilerdir. Bu nedenle mevcut durumu çok iyi anlamaları gerekmektedir. Mevcut durumun çok iyi bir şekilde anlaşılması mevcut durum haritasının oluşturulmasıyla sağlanır. Bir harita daha oluşturulur. Bu harita gelecek durum haritası adını alır ve sürecin nasıl olması gerektiğini gösterir. Ne zaman sorusunun cevabı net değildir. Çünkü değer akışı haritalandırmanın bir organizasyonda ne kadar sıklıkla yapılması gerektiği oluşturulan mevcut durum haritasından yola çıkılarak bulunmalıdır. Son soru olan nerede sorusu çok önemlidir. Diğer bir ifadeyle, değer akışı haritası nerede geliştirilmelidir? Değer akışı haritası sürecin gerçekleştiği faaliyet alanında geliştirilmelidir. Yüzlerce metre uzaklıktaki

bir ofiste geliştirilen değer akışı haritası etkin olmayacaktır. Fikirler ve tahminler gerekli kararları vermek için yeterince doğru olmayacaktır. Önerilen, değer akışı haritalandırma takımının üyelerinin faaliyet alanına gidip, gerekli verileri kendilerinin toplamaları ve incelemeleridir [13].

Değer akışı haritalandırma gelişmelerin görsel bir şekilde ifade edilmesine yardım eder. Değer akışı haritalandırma sadece malzeme akışı olarak algılanmamalıdır. Malzeme akışını, elde bulundurulmuş stoku ve malzeme akışının gerçekleşmesini sağlayan bilgi akışını içerir. Değer akışı haritalandırma tüm ürünleri ayrı ailelere sınıflandırır. Bu sınıflandırma her çeşit israfların fark edilmesine, tanımlanmasına ve değer akışından elenmesine yardım eder. Değer akışı haritalandırmaya genellikle hasta ailelerinden birinin seçilmesiyle başlanır. İkinci adım seçilen hasta ailesinin tüm hizmet sürecinin haritalandırılmasıdır. Oluşturulan değer akışı haritasına tüm yalın üretim teknikleri uygulanarak, organizasyonun nasıl işlemesi gerektiği bulunur. Örneğin 5S'in nasıl uygulanabileceği, hazırlık sürelerinin nasıl düşürülebileceği, çekme sisteminin ve kanbanların nasıl yönetileceği görülür. Burada önemli olan hangi değer akışının seçileceğidir. Önerilen hizmet süreçlerindeki farklılıklara bakılarak seçimin yapılmasıdır. Değer akışı haritalandırma, değer akışını geliştirmeyi amaçlayan kararları uygulamaya sokmaya yardımcı olacak hizmet süreci ile ilgili ortak bir dil yaratır. Değer akışı haritası malzeme ve bilgi akışının nasıl işlemesi gerektiğini çizimlerle göstererek yalın üretimin uygulanmasını sağlar [13].

Hizmet sürecini genel bakışla tanımlamak için büyük resim haritalandırma kullanılır.

1. Müşteri istekleri tanımlanır.
2. Bilgi akışı haritalandırılır.
3. Fiziksel akış haritalandırılır.
4. Fiziksel ve bilgi akışı ilişkilendirilir.

Yukarıdaki bilgileri görselleştirerek ve toplam temin süresi, katma değerli zamanını gösterecek şekilde zaman çizgisi çizilerek harita tamamlanır.

Fiziksel akış organizasyon için hammadde, parça ve işlemlerle ilgilidir. Talep edilen hammadde ile ilgili olarak teslimat sayısı, miktarı, paketleme ve temin süresi bilgileri toplanır. İşlemlerle ilgili olarak işlem süresi, makina bozulma zamanları, envanter depolama noktaları, muayeneler, yeniden işleme, çevrim süresi, hazırlık süresi, operatör sayısı ve bir günde çalışılan saat bilgileri her işlem için toplanır. Fiziksel ve bilgi akışını ilişkilendirme adımı için çizelgeleme iş emirleri, bir problem doğduğunda nasıl müdahale edildiği bilgisi bilinmelidir. Haritayı tamamlamak için, haritanın en altına temin süreleri ve katma değerli süreleri eklemek için bir zaman çizgisi çizilir [13].



Şekil 2.1. Değer akış haritalandırma aşamaları

2.3. Değer Akış Haritasında Kullanılan Değerler

2.3.1. Takt süresi

'Takt' orkestra şefinin kullandığı çubuk anlamına gelen Almanca bir kelimedir. Orkestranın şefle uyumlu olması gerektiği gibi, hastanedeki süreçlerin de hasta talebi ile uyumlu olması gerekir. Takt süresinin hesaplanması kolaydır ama anlaması biraz zordur. Müşteri çevrim süresine, "Takt süresi" denmektedir. Takt kelimesi, ilk kez Toyota Üretim Sisteminin mucidi olan ve yalın üretimin temellerini atan Taiichi Ohno tarafından kullanılmıştır. Taiichi Ohno, çevrim süresi ile karışmaması için, talebe uygun seçilen çevrim süresine takt süresi ismini vermiştir. (Takt süresinin hesaplanması kolaydır. Mevcut sürenin müşteri talebine bölünmesiyle hesaplanır. Takt süresini yalnızca iki şey etkiler: Mevcut süre ve müşteri talebi. Bir işe atanan iş gören sayısı takt süresini değiştirmez çünkü mevcut süre aynıdır. Takt süresi müşteri talebini karşılamak için olması gereken hizmet hızıdır. Takt süresi bir hedeftir. Yönetime müşteri talebini karşılamak için nasıl bir kadro oluşturması gerektiğini söyler. Ayrıca yönetime süreç süresini azaltarak takt süresini yakalaması için hangi süreçlerde iyileştirme yapması gerektiğini gösterir. Takt süresini günlük olarak ya da günde birden fazla hesaplamak gerekebilir [13].

2.3.2. Çevrim süresi

Çevrim süresi bir ürünün/hizmetin, bir süreçteki üretiminin başlamasıyla başlar ve ürün bir sonraki sürece geçmeye hazır hale geldiğinde sona erer. Yine firmadan örnek verirsek akü kablolarının basımında operatör iki adet terminali yuvalarına yerleştirir ve çevrim süresi başlar. Operatör kabloyu alır uç soyma işlemini yapar daha sonra terminallerin basılacağı yuvalara yerleştirir ve terminaller basılır. İşlemi bitmiş terminali kasaya koyar ve çevrim süresi tamamlanır.

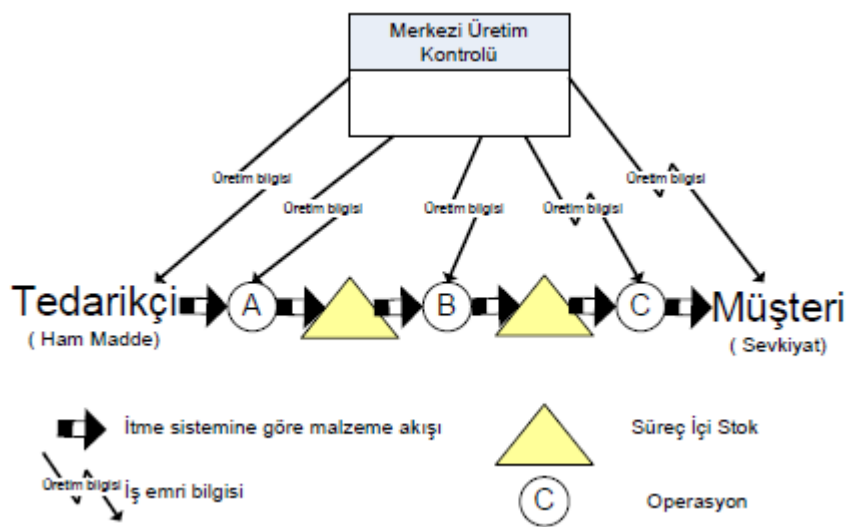
2.3.3. Akış

Akış değerini (yani ürünün) hatlar arasında ve fabrika içindeki hareketini temsil eder. Eğer dengeli bir üretim sistemi kurulmuşsa akış sağlanır. Ama süreçler arasında

darboğaz ve kısıtlar varsa aynı nehirlerdeki darboğazlar gibi ürün akışı yavaşlar. Buradan önceki süreçlerde yığılma, sonrakilerde ise bekleme yaşanır.

2.3.4. İtme

İtme, ihtiyacı öngörerek ürün veya hizmet sunmaktır. Her zaman yüksek ürün veya birikmeye neden olur. Eğer malzeme deposu üretim miktarına bakmaksızın kesim için kablo beslemesi yapıyorsa itme olarak kabul edilir.



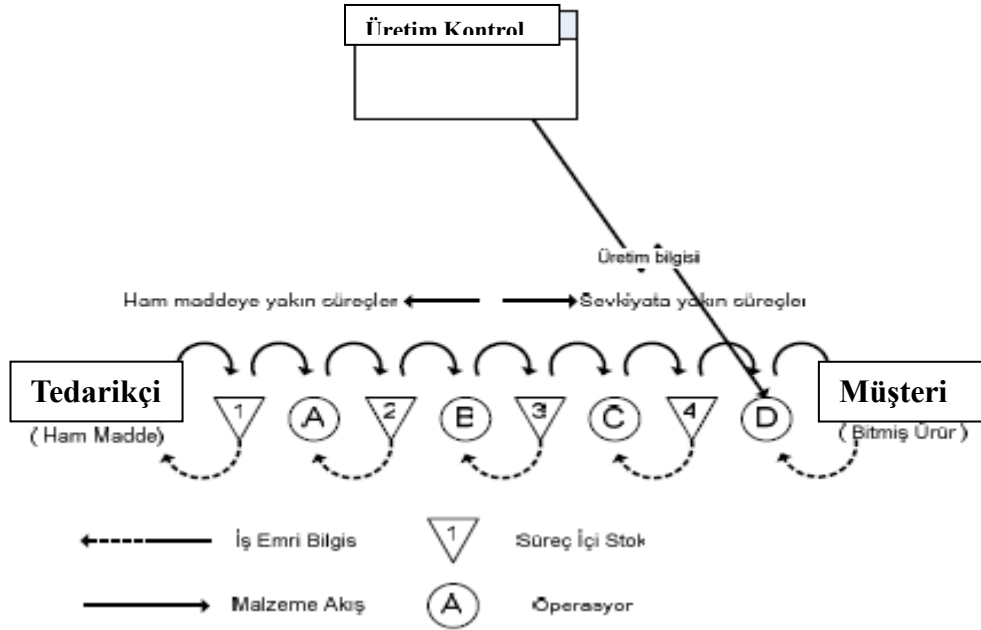
Şekil 2.2. İtme sisteminin yapısı

İtmeyle ilgili problem, yüksek stok seviyelerine ek olarak, hataların çoğalması ve yüksek hata oranlarıdır. Eğer sadece istenilen ya da ihtiyaç olan kablolar raflara beslenseydi kablolardaki bir sıkıntı ilk kesimde anlaşılacak ve boşa işlem yapılmamış olacaktı. Ancak kablolar arka arkaya üretime alındığında oluşan hata bir sonraki süreçte fark edilecektir. İtme ürün veya hizmet oluşturulmasında tolere edilemeyen bir metottur. Akışı sağlamak için itme sistemi yerine çekme sistemi kurulmalıdır [14].

2.3.5. Çekme

Çekme sadece ihtiyaç oluştuğunda ürün veya hizmet sağlayan bir tekniktir. Tam zamanında üretim felsefesiyle eş anlamlıdır. Değer akışındaki bir süreç kendinden önce gelen procesten çekme yapar. Örnek olarak işletmedeki battery sürecinde,

battery kablolarının önce uçları soyulup daha sonra terminalleri basılmaktadır. Bundan sonrada battery kablolarının serimi yapılarak bantlaması ve uygulamaya hazır hale getirilmesi sağlanmaktadır. Burada bantlama daha çabuk biteceğinden terminal basma işlemine çekme uygulamaktadır [14].



Şekil 2.3. Çekme sisteminin yapısı

2.3.6. Hazırlık süresi

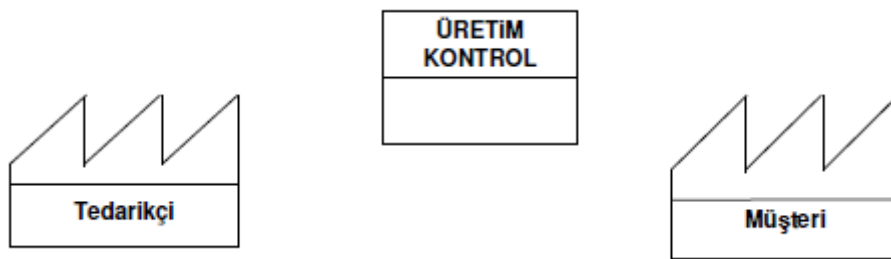
Hazırlık süresi üretimi tamamlanan son ürünün makineden alınmasıyla başlar, makine yeni ürünü doğru şekilde üretmeye başladığı zaman sona erer. Firmadan örnek verecek olursak, herhangi bir kablunun son terminali basılıp makineden alındığında başlar ve kalıp değiştirilip yeni terminal denemeleri yapıp ilk başarılı ürün çıkınca sona erer.

2.3.7. Mevcut durum haritası

Yalın üretim prensiplerine uyarak üretim kararı alındıktan sonra, ilk aşama üretimin resmedildiği, müşteri tedarikçi ve üretimle ilgili bilgilerin yer aldığı mevcut durum haritasının çizilmesidir. Bu haritanın çizilmesi için önce bir takım oluşturulmalı ve bu takım süreçlerle ilgili tüm bilgileri toplamalıdır.

Bu çalışmada ilk olarak çalışmayı yapacak takım belirlenir ve üretim süreçleri kabaca bir kâğıda ya da bir tahtaya çizilir. Daha sonra üretime gidilerek mevcut durum haritasına yazılacak bilgiler üretimden toplanır. Bunlar genel olarak çevrim zamanları, stok miktarları, kalıp değiştirme süreleri gibi bilgilerdir. Bu bilgiler toplandıktan sonra takım yeniden bir araya gelir.

Bu verilerde hazır olduktan sonra kâğıt ya da tahta üzerinde çizimlere başlanır. Bu çizimlerde müşteri ve tedarikçi için aynı sembol kullanılır.



Şekil 2.4. Müşteri, tedarikçi ve üretim Sembolleri

Müşteri, Tedarikçi ve Üretim Kontrolü simgeleyen semboller çizilir [13].

1. Tedarikçi ve Müşteri için aynı sembol kullanılır.
2. Müşteri sembolü sayfanın sağ üst kösesine yerleştirilir.
3. Tedarikçi sembolü sayfanın sol üst kösesine yerleştirilir.
4. Üretim kontrol sembolü, Tedarikçi ile Müşteri sembollerinin arasına yerleştirilir.

Burada müşteri sembolünün altına bir kutu çizilir ve müşteriyle ilgili bilgiler buraya yazılır. Bu bilgiler genelde müşterinin yıllık, aylık ve günlük talebini gösterir. Daha sonra tedarikçiden ilk üretim adımına bir ok çekilir ve okun sonuna bir kutu çizilir. Bu kutunun en üstüne malzemenin üretimdeki ilk operasyonu yazılır. Daha sonra kutunun içinde çizgiler çekilerek bilgiler buraya yazılır. Her yeni bilgi girildiğinde altına bir çizgi çizilir. Buraya girilen bilgiler en üstte çevrim zamanı, onun altına hazırlık zamanı, ürünün üretildiği vardiya sayısı gibi bilgiler yer alır. Bunlara ek olarak da vardiya süresi molalar ve net vardiya süresi belirtilir.

Bilgi akışı ise iki şekilde gösterilir; birincisi düz çizgi, ikincisi ise kırık çizgidir. Düz çizgi normal iletişimi kırıklı çizgi ise elektronik ortamdaki iletişimi temsil eder.

Müşteri talebine odaklanma [13]: Bu adımda müşterinin ürünle ilgili olarak fiyat, temin zamanı, kalite özelliklerini içerecek şekilde neler talep ettiği anlaşılmalıdır. Gelecek durum haritasının müşteri talebi adımına takt süresi belirlenerek başlanır. Takt süresi bir sürecin müşteri talebini karşılayabilmek için ne kadar hızlı çalışması gerektiğini gösteren en temel ölçüttür.

İkinci olarak çekme aralığı belirlenmelidir. Çekme aralığı, daha önceden belirlenmiş proses içi stok parti miktarın, bir üst operasyondan bir alt operasyona takta bağlı olarak gönderilme süresidir. Çekme aralığı, takt süresi ile parti miktarının çarpılmasıyla bulunur. Takt süresi müşteriye bağlıyken, parti miktarı müşteriye bağlı olabilir yada olmayabilir. Çekme aralığı, diğer bir deyişle takt süresi sonunda 1 ürün üretilmelidir yerine çekme aralığı sonunda belirlenen parti miktarı kadar ürün üretilmelidir anlamına gelir.

Akışa odaklanma [13]: Organizasyon içinde sürekli ve sorunsuz bir değer akışının sağlanması ile hem iç hem dış müşteriler doğru miktarda, doğru zamanda ve istenilen kalitede hizmet alırlar. Bu adımda sürekli bir akış sağlayacak elemanların planlanması ve haritalandırılması yapılmaktadır.

Düzenleştirmeye odaklanma [13]: Müşteriden daha küçük miktarlarda sipariş almak, envanter miktarını ve proses içi stok miktarını azaltmak amacıyla; iş hacim ve çeşit olarak daha küçük parçalara ayrılır. Gelecek durum haritasının bu adımımda, üretimi düzenleştirecek elemanlar haritaya eklenmelidir.

2.4. Montaj Hattı Dengeleme

Montaj hatları üzerinde işlemleri yapacak olanlar, hat boyunca sıralanmış olan istasyonlardır. Bir montaj hattının temel özelliği iş parçalarının bir istasyondan diğer bir istasyona hareket etmesidir. Bir montaj hattı üretimi planlandığında, üretim hattı için iş istasyonlarına ait işlem sürelerinin dengelenmesi problemi ortaya çıkar. Buradaki amaç kurulan montaj hattının verimli olarak çalışabilmesi için işlemlerin istasyonlara elden geldiğince eşit olarak dağıtılmasıdır. Bir başka deyişle, mevcut

kısıtlar altında iş istasyonları arasındaki işlem zamanı farkları toplamının en küçüklenmesidir. İstasyonların oluşturulması, bu problemin çözümüne bağlı olduğu için hat dengeleme konusu, yerleşim düzenlemesiyle de yakından ilgilidir. Üretim hızının arttırılması, kaynak israfının ve iş gücü kaybının en küçük düzeye indirilmesi, çok sayıda mamulün daha seri bir şekilde ve çok daha ucuz bir maliyetle üretilebilmesi, çalışma şartlarının iyileştirilmesi, çalışmaların fizyolojik ve psikolojik özelliklerine uygun bir çalışma ortamı oluşturulabilmesi amacıyla montaj hatlarının dengelenmesi yoluna gidilmektedir. Montaj işleminin yapılabilmesi için gerekli işler, bu işlerin aldıkları süreler ve aralarındaki öncelik ilişkileri verildiğinde, işlerin bir başarımlı ölçüsünü eniyileyecek şekilde sıralı iş istasyonlarına atanması, montaj hattı dengeleme problemi olarak tanımlanmaktadır [15].

2.5. Balık Kılıcı(Sebe-Sonuç) Diyagramı [16]

Bir sürecin çıktısı, birçok etkenin sonucu oluşmaktadır. Söz konusu çıktılar ile etkileyen unsurlar arasında birçok “sebe-sonuç” ilişkisi kurulması mümkündür.

Sebe-sonuç diyagramı, herhangi bir sonuç/problem ile neden olan unsurlar arasındaki ilişkinin kurulmasını sağlayan grafik bir yöntemdir. Problem veya sonuç grafiğin en sağına, neden olan unsurlar, sebepler ise sola doğru grafik olarak gösterilir. Tekniğı geliştirenin adına izafeten “Ishikawa Diyagramı” veya görünüşüne bağlı olarak “Balık Kılıcı Diyagramı” olarak da adlandırılmaktadır. Kullanıldığı Yerler:

1. Olası Nedenlerin Saptanmasında: “Sebe-Sonuç” diyagramının en sık kullanıldığı problem çözme aşaması, olası nedenlerin saptanmasıdır. Beyin Fırtınası sonucu elde edilen olası nedenlerin sistemli bir dökümünün ve sınıflandırılmasının yapılmasında ve ilişkilendirilmesinde kullanabileceğı gibi; sürecin veya sorunun dikkatle incelenmesi, anlaşılması sonucu elde edilen bilgilerin sınıflandırılmasında ve ilişkilendirilmesinde de kullanılabilir.

2. Çözümlerin oluşturulmasında, tasarım çalışmalarında: Sorunun çözülmesinde veya işlenen gelişmeyi sağlayacak “eylem” ve “değişikliklerin” saptanmasında kullanılabilir. “Sebepe-Sonuç” diyagramı ile olası “çözüm” ve “değişiklik” leri sistemli bir şekilde göstermek mümkündür.
3. Çözümlerin hayata geçirilmesinde: Genellikle tepki odaklarının ortaya konmasında, olası uygulama sorunları ve önlemlerinin belirlenmesinde faydalı olabilecek bir tekniktir.
4. Diğer: Sebepe-Sonuç Diyagramı her türden neden-sonuç ilişkisini (karşılıklı ilişkiler) göstermek için kullanılabilir. Örneğin; yapılan bir hata ve yol açabileceği sonuçlar konusunda eğitici bir materyal olarak kullanılabilir.

Diyagramın Çizilmesi Aşamaları [16]: Sebepe-Sonuç Diyagramları, bir süreci etkileyen nedenlerin gösterilmesi, sınıflandırılması ve birbirleriyle ilişkilendirilmesi için kullanılır.

Bir “sorunun” veya “sonucun” arkasında muhtemelen, birden fazla neden kategorisi vardır. Nedenler belli kategoriler altında özetlenebilir. En sık kullanılan sınıflandırma, insan gücü, metot, malzeme, makine ve çevre sınıflandırmasıdır. Ancak sınıflandırmada herhangi bir zorunluluk yoktur. Sürece veya soruna bağlı olarak ekipler istedikleri neden kategorilerini kullanabilirler. Aşağıda Sebepe-Sonuç diyagramı çizilmesi için gerekli adımlar verilmektedir.

1. Nedenlerin Belirlenmesi

1. “Beyin Fırtınası Yoluyla” Bu takdirde Sebepe Sonuç Diyagramı, beyin fırtınası ve elde edilen listenin sistemli bir şekilde sınıflandırılması ve ilişkilendirilmesinde kullanılacaktır.
2. Sorun veya süreç, ekip üyeleri tarafından sistemli bir şekilde izlenir ve anlaşılır.

2. Diyagramın Çizilmesi

1. “Sonuç” veya “Sorun” diyagramın en sağına kutu içinde çizilecektir. Balığın omurgası, “Sonuç” veya “Soruna” doğru yönlendirilmelidir.
2. Omurga görevi gören okun altına ve üstüne klasik neden kategorileri veya sürecin gerektirdiği neden kategorileri yazılır. Neden kategorisi oklarının uçları, omurga görevi gören oka doğru olmalıdır.
3. Daha sonra (1) de bulunan nedenler belli kategorilere oklar şeklinde bağlanır.
4. Her neden için “niçin böyle oluyor” sorusu sorularak elde edilen cevaplar, ilgi nedene kollar şeklinde okla bağlanır. “Niçin” sorusu sorularak bulunan cevaplar, ekibe asıl nedene ulaşmalarında yardımcı olacaktır.

3. Diyagramın Yorumlanması

Diyagram bir kez tüm olası sebep-sonuç (ilişkileri) gösterecek şekilde çizildikten sonra ekip uzlaşması yoluyla veya tercihen çeşitli nedenlerin ortaya çıkma ve sorunu belirlemedeki ağırlıkları konusunda veri toplayarak (kanıtlanarak), sorunu oluşturan temel nedenlere inilmeye çalışılır

2.6. 7S

Japonca; sınıflandırma, düzen, temizlik, standartlaşma, disiplin, güvenlik ve emniyet kelimelerinin baş harflerinden oluşan ve işyerinde temizlik, düzen ve güvenliğin sağlanması faaliyetlerini kapsayan bir tekniktir [17].

İlk adım olan Sınıflandırma, gereksiz araç-gereç ve elemanların gereklilerden ayrılması ve bunların yok edilmesini kapsar. Gereksiz her eleman yer tutacağından ve hata riskini arttıracığından yok edilmelidir [18].

Düzen adımında gereksiz olanlar sistem dışına alındıktan sonra geri kalan her türlü araç-gereç, takım, malzeme kolayca erişilebilecek ve kullanım kolaylığı sağlayacak biçimde düzenlenir [18]. Bu sayede gerekenler, istenildiği zaman bulunabilmekte ve

araç-gereçleri aramak için zaman kaybedilmemektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi temel amaç israfın oluşumunun engellenmesidir.

Üçüncü adım temel temizlik işlerinin günlük olarak ve aksatılmadan yürütülmesini kapsar [17]. Yerlerin süpürülerek, silinerek temizlenmesi, pencerelerin silinmesi, duvarların boyanması yolu ile etraftaki pislik, kir ve tozlar ortadan kaldırılır. Bu çalışmalar sayesinde toz vb. artıklar nedeniyle makinalarda meydana gelen arızalar engellenir; temiz ve parlak yüzeyler üzerinde hatalar daha çabuk fark edilir [17].

Dördüncü adımda standartlaşma sağlanır. Diğer bir deyişle yukarıda açıklanan ilk üç adım sonucunda elde edilen temiz ve düzenli ortamın sürdürülmesi için yöntemler ve standartlar oluşturulur [18].

Beşinci adımda temizlik-düzen konusunda disiplin sağlanır. Yani oluşturulan temiz ve düzenli ortamın sürdürülmesi için gereken faaliyetler benimsenir ve herkesin hayatının bir parçası haline gelir [18]. Bu amaçla yöneticiler, çalışanlarını hatanın engellenmesi için yeni yöntemler, kurallar geliştirmeye ve uygulamaya teşvik etmelidir [17].

Altıncı ve yedinci adım ise güvenlik ve emniyetle ilgilidir. Amaç iş kazalarının önüne geçmektir. Daha güvenli bir ortam işe karşı olan aidiyet duygusunu da arttıracaktır.

Hataların daha çabuk ve kolay fark edilmesi sayesinde kalitenin iyileştirilmesi, israfların yok edilmesi sayesinde maliyetlerin düşürülmesi, teslimatların tam zamanında gerçekleştirilmesi, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının azalması, takım, kalıp ve araç-gereçlerin yerleşiminin düzenlenmesi sayesinde hazırlık sürelerinin kısaltılması faydalarından bazıları olarak sayılabilir [18].

Organizasyonel güç ve disiplin yalın üretim sistemi içinde çok önemli iki unsur olarak yer almaktadır. Yalın üretimin uygulanması için de bu prensiplere sıkı sıkıya bağlı bir süreç yapısının oluşması gerekmektedir. Bütün malzeme lokasyonları açıkça ifade edilmeli ve işaretlenmelidir. İş istasyonlarında yalnızca ihtiyaç duyulan

aparat ya da aletler yer almalıdır. Karmaşa ve dağınıklık asla istenmeyen bir durumdur [19].

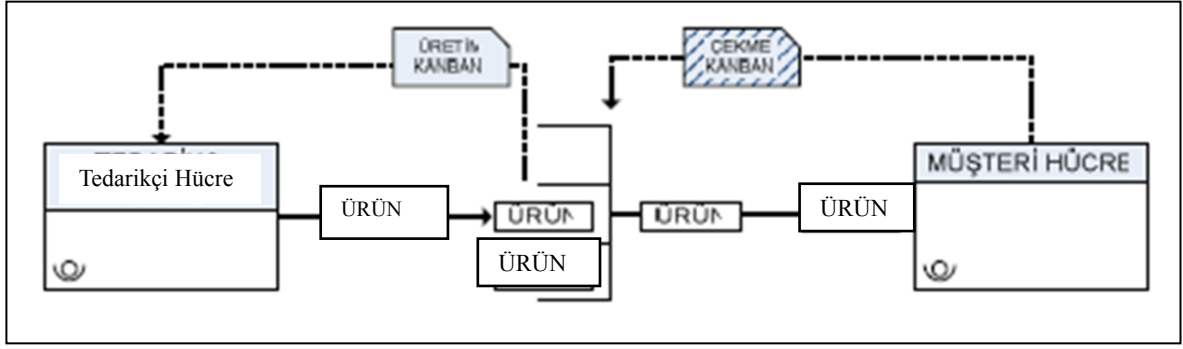
2.7. Kanban Sistemi

Tam zamanında üretim sistemleri için kullanılan kanban sistemi hücrelerdeki üretim miktarlarını uyumlu olarak kontrol eden bir bilgi - iletişim sistemidir. Sistemde genellikle dikdörtgen biçimli plastik, karton veya metal olan üzerinde bilgiler taşıyan kartlar kullanılır. Genel anlamda kanban üzerinde yer alan bilgiler aşağıdaki gibi sıralanabilir [20]:

1. Kullanıldığı yer (Stok orijin noktası, tüketim noktası, taşıma yolu)
2. Parça numarası
3. Parça adı
4. Parça tanımı
5. Kanban numarası (Kanban tanıtım numarası)
6. Parça sayısı / Kanban (Ana parçanın her birimi için bu kanban tarafından siparişi açılan parça miktarı)
7. Kanbanın düzenli olarak konulduğu kutunun tanımlayıcı kod numarası veya ismi
8. Kanbanın teslim edileceği iş istasyonunun yeri (Kod numarası veya tanımı)

Kanbanlar kullanıldıkları yere veya amaca göre isimlendirilirler. Temel olarak iki çeşit kanban vardır: Çekme kanbanı (ÇK) ve üretim kanbanı (ÜK).

ÇK önceki hücrenin sonraki hücreden çekmesi gereken ürünün çeşidini ve kalitesini; ÜK ise bulunduğu hücrenin üretmesi gereken ürünün çeşit ve miktarını belirler. ÇK hücreler arasında hareket ederken, ÜK yalnız kendi hücrelerinde hareket edebilir. Bu iki kanbanın birlikte çalıştığı sistemlere süper market çekme sistemi de denir. Sistemin çalışma şekli Şekil 2.6' da gösterilmiştir [20].



Şekil 2.6. Süper market çekme sistemi

Başlama noktası müşteri hücrenin stok alanıdır. ÇK buradaki X parçaları ile dolu olan kaptan alınarak ÇK toplama kutusuna konur. Eğer ÜK toplama kutusunda X parçalarına ait bir ÜK mevcut ise bu kart müşteri hücrenin kap içindeki X parçalarını imal etmesi gerektiğini gösterir [20].

İkinci adım, müşteri hücrede boş kap varsa X parçasına ait ÇK buraya konularak tedarikçi hücrenin stok alanına geri gönderilir. Çekme kanbanı kaptan ayrılır.

Üçüncü adım ise, tedarikçi hücrede X' e ait dolu kap varsa ÇK buna konular ve X ile dolu kap müşteri hücrenin stok alanına geri gönderilir. Dolu kap gönderilmeden önce ÜK üzerinden alınır ve ÜK toplama kutusuna konular, eğer X ile dolu bir kap yoksa kap ile birlikte kanban tedarikçi hücrede yeni bir kap üretilene kadar bekler [20].

Dördüncü Adım, tedarikçi hücredeki toplama kutusunda X' e ait bir ÜK varsa ve bu hücrede bir önceki hücreden buraya gelmiş bir kap varsa bu ÜK X parçalarına ait yeni bir kabın üretilmesine işaret eder. X' e ait kap imal edildikten sonra, ÜK' lı kap tedarikçi hücrenin stok alanında yer alır [20].

Bu iki çeşit kanbanın böyle bir zinciri önceki hücrelerde de sürekli oluşturulmaktadır. Kanbanların oluşturduğu zincirin her hücre için hat dengelemeyi gerçekleştirmeye yardım ettiği görülmektedir. Böylece hattın ucundan en uzun çevrim süresine göre çıktı elde edilmektedir [20].

2.8. Tek Haneli Dakikalarda Kalıp Değiştirme (smed) Sistemi

2.8.1. Smed sisteminin tanıtılması

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 altında geçebilecek duruma gelmiş, makineler inanılmaz bir esneklik kazanarak, birer "stok üreticisi" olmaktan çıkmışlardır [21].

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 İngilizceye 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 itibariyle aktarabileceğimizi ve hatta sırf bu kısıtlı bilgilerin bile firmaların kalıp değişim olayına farklı yaklaşımlarına yetebilecek düzeydedir [22].

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 [23]:

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 yapılıyorsa, 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 kısıltacaktır.

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 kullanılacak 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 [23].

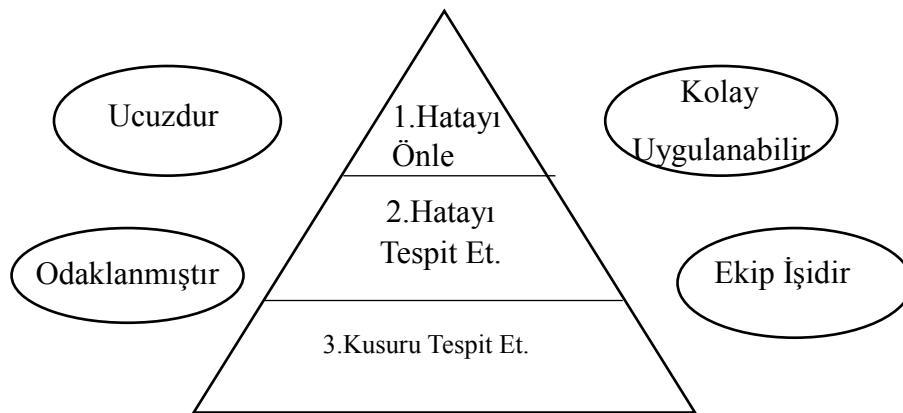
Amerikan Omark Industries şirketinin yöneticileri, maliyetleri düşürmek için küçük-lot üretime geçip mevcut stok seviyelerini aşağıya çekmeleri gerektiğine karar verirler ve bu amaçla bir dizi çalışmalar başlatırlar. Ancak, önlerine hep aynı engel çıkmaktadır. kalıp değişim sürelerinin uzun sürmesi, 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 [23].

Toyota gelişimi sırasında başlangıçta 8 saati bulan kalıp değiştirme sürelerini 3 dakikaya indirebilmiştir. Toyota uyguladığı farklı üretim modeli ile bir işçisinin 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) [24].

2.9. Poka Yoke

Kusursuz üretim tüm işletmelerin hedeflediği bir durumdur. Ancak insan faktörünün bulunduğu sistemlerde hataları tamamen ortadan kaldırmak mümkün olmamaktadır. Hataları en aza indirmek daha rasyonel bir hedef oluşturmaktadır. Üretim sürecinde çeşitli nedenlerle hata ve kusurlar ortaya çıkabilir. Poka-yoke'yi geliştiren Shigeo Shingo hata ile kusurun birbirinden farklı kavramlar olduğu belirtmiştir. Hataların kaçınılmaz olduğunu, kusurların ise engellenebileceği görüşünü savunmuştur [25].

Ürünün belirli bir kalite düzeyine ulaşabilmesinde üretim bölümünün sorumluluğu oldukça yüksektir. Kalite ile ilgili çalışmalar uzun zamandır üretim bölümlerinde yürütülmüştür. Ancak yakın zamanda geliştirilen Toplam Kalite Yaklaşımı, sorumluluğu tek bir bölümden alarak işletmenin bütün birimlerine paylaştırmaktadır. Kalite işletmelerin rekabet avantajı elde etmek ve müşteri memnuniyetini sağlamak açısından çok önem verdikleri bir unsurdur. Sanayi devriminin sonrasında işletmelerin arzı artırabilmek çabalarıyla beraber kaliteye yönelik çalışmalarda da artışlar görülmeye başlanmıştır. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizinin sonrasında kurulmaya başlanan Tam Zamanında Üretim (JIT) sistemlerinde stok bulunmaması ve bu alanda kontrolün yapılmaması çalışanların kendi ürettikleri malzeme, parça, ya da ürünün kalitesinden sorumlu tutulmasına yol açmıştır. Bu, kalitenin kaynağında yaratılmasına yönelik bir yaklaşımdır. Tam zamanında üretim sistemlerinde otomatik kalite denetim araçları kullanılmaktadır [25].



Şekil 2.7. Poka-yoke 3 temel adımı [16]

Başlangıçta Baka Yoke olarak kullanılan Poka-yoke; Japonca bir kavram olup Poka (tesadüfi hata) ve Yoke (sakınma, azaltma) kelimelerinden oluşur ve hatadan sakınma anlamında bir arada kullanılır.

Yöntem ilk olarak 1961 yılında Dr. Shigeo Shingo tarafından düşünülmüş ve zaman içerisinde geliştirilerek 1980'li yıllarda açıklanmıştır. Üretim sisteminin hata oluşabilecek kısımlarına oldukça basit hata önleyiciler yerleştirme esasına dayanır

Poka-yoke sisteminde hataların tekrarını ve hatalı ürünün oluşmasını önlemeyi amaçlayan ve süreci sürekli iyileştiren sistemleri kurmak amaçtır. Hata bir süreçtir ve bunun sonucunda kalitesiz bir ürün ortaya çıkar.

Poka-yoke işletim sistemlerinde otomatik olarak sürekli kontrol sağlanır ve sistemde bir kısım istenmeyen gelişmeler meydana geldiğinde kişilerin süreci durdurması ya da hatanın tanımlanarak sebebi belirlenmesi neticesinde sebebinin ortadan kaldırılması şeklinde uygulanmaktadır [26].

2.9.1. Poka-yoke sisteminin kurulmasını gerektirecek hatalar

Mal ve hizmet üretimi sırasında insan temelli birçok hata oluşabilir. Günlük hayatın çeşitli bölümlerinde karşılaşılabilecek bu hatalardan bir kısmı aşağıdaki gibi sıralanabilir [27]:

Unutkanlık: İnsanlar bazı nedenlerle işlerine tam olarak konsantre olamazlar ve bazı önemli noktaları gözden kaçırabilirler. Örneğin yatmadan önce saatin kurulması gerektiğinin unutulmasını önlemek için saatin kurulu olup olmadığını otomatik olarak kontrol edecek bir düzenek bu tür bir hatayı ortadan kaldıracaktır.

Alışkanlıklardan Kaynaklanan Hatalar: Normal otomobil kullanmakta olan insanların otomatik otomobil kullanma sırasında fren ve debriyaj pedallarını karıştırması gibi. Çalışma prosedürlerinin standartlaştırılması, ileriye yönelik kontrol ve eğitimle bu çeşit hatalar yok edilebilir.

Tanımlama ve Teşhis Hataları: Algılamadan ve genellikle göz yanılmasına dayalı hatalar. Fiyat etiketlerindeki bir sıfır eksik olarak algılanması, sınavlarda cümlelerin sonunda olumsuzluk eklerinin fark edilememesi bu hatalara örnek gösterilebilir. Daha fazla özen ve önem göstermek, aceleci davranmamak ve eğitimle bu tür hatalar giderilebilir.

Amatör Hatalar: Genellikle tecrübesizlikten kaynaklanan hatalardır. İşe yeni başlayan bir kişinin sebep olabileceği hatalardır. Eğitim, uyum ve iş standardizasyonu ile önlenebilirler.

Farkında Olunan Hatalar: Bilerek ve farkında olarak yapılan hatalar. Trafikte kırmızı ışığın yandığını görerek karşıya geçmek, işletmenin yazılı uyarıları olmasına karşın uyulması gerekli kurallara uyulmaması gibi hatalar örnek gösterilebilir.

Kasti Olmayan Dikkatsizliğe Dayalı Hatalar: Elde olmayan nedenlerden kaynaklanan dikkatsizlik sonucu oluşan hatalar. Örneğin kırmızı ışıkta bekleyen aracın el freni çekilmemesi sonucu arkadaki araca çarparak zarar vermesi, önem verme, disiplin ve iş standardizasyonu bu tür hatalara önlem olarak gösterilebilir.

Yavaş Davranma ve Kararsızlığa Dayalı Hatalar: İnsanların zamanında karar verememelerinden kaynaklanan hatalardır. Otomobil kullanmaya yeni başlayan kişilerin frene geç basmasından kaynaklanan hataya sebep vermeleri gibi. Yetenek geliştirme ve iş standardizasyonu ile bu hatalar giderilebilir.

Standart Eksikliğinden Kaynaklanan Hatalar: Daha önce yapılamamış, alışılmamış durumlar karşısında yapılan hatalardır. Yeni sistem kurulmasında, yeni uygulamalarda, teknik tecrübenin oluşmadığı ortamlarda ve işin tam olarak tanımlanmadığı gelişmekte olan tecrübe aşamalarında ortaya çıkabilecek hatalardır. Talimatlar ve iş standardizasyonu bu tür hatalara karşı önlem olarak uygulanabilir.

Sürpriz Hatalar: Bazı durumlarda hiç beklenmeyen hatalar oluşabilir. Mevsim değişikliği sebebi ile ulaşım aksamaları, bir servis elemanının servis sırasında yapabileceği hatalar bu tür hatalara örnek verilebilir. Toplam verimli bakım ve iş

standardizasyonu önlem olarak düşünülebilir.

Kasti Hatalar: Bazı insanlar kasıtlı olarak hata yapabilirler. Üretim sürecini sabote etmek gibi, işletmeden ayrılmayı düşünen ancak organizasyon kültürü yetersizliği sebebi ile iş feshi öncesi işletmeye zarar verebilecek kusurlar yapılması gibi olaylar örnek verilebilir. Temel eğitim ve iş disiplini, kurum kültürü öneminin daha etkin uygulanması koruyucu önlem olarak alınabilir.

Yukarıda sayılan bu hatalar çeşitli nedenlerden kaynaklanmış olabilirler. Bu hata ve kusurlar için gerekli zamanı ayırarak, nerede ve ne zaman ortaya çıktıklarını belirledikten sonra birçoğu, Poka-yoke araçları tarafından önlenebilmektedir. Bu çaba Poka-yoke analizi olarak ifade edilmektedir ve amacı hataların kişisel memnuniyetini olumsuz yönde etkileyebilecek bir ayıplı mal ve hizmete dönüşmeden kaynağında kontrol altına almaktır.

2.9.2. Poka-yoke'nin temel prensipleri

Üretim sürecinin hatasız/sıfır hatalı ürünler üretebilmesi için uygulamaya konulabilecek bazı prensipler bulunmaktadır. Bu prensipler aşağıdaki gibi sıralanabilir [27]:

1. Kaliteyi süreçlere yerleştirmek. Bu sayede herhangi bir hata yapılmış olsa da üretilen mal ve hizmet %100 denetimden geçirileceğinden sistemden kusurlu hizmet ve ürünün çıkması engellenmiş olur.
2. Yanlışlıkla yapılan hataları elimine etmek. Hataların kaçınılmaz olmadığı farz edilebilir. Eğer gereken özen gösterilir ve uygun araçlarla sistem desteklenirse bütün hataları elimine edecek bir yol bulunabilir.
3. Yanlış yapmayı bırakıp, doğru yapmaya şimdi başlamak; Üretim sisteminde doğru olmadığı bilinen hiçbir işlem gerçekleştirilmemelidir. Doğru olmadığı bilinmesine rağmen ancak ifadeleri kesinlikle uygulanmaması gereken ifadelerdir.

4. Mazaretleri değil, nasıl doğru yapılacağını düşünmek. Hatalara yönelik olarak ne gibi mazeretler bulunabileceğini düşünmek yerine yapılanların nasıl daha doğru bir şekilde gerçekleştirileceğini düşünmek ve bulmak gerekir.

5. %60'lık başarı şansını yeterli görmek. Gelişmelerde, harekete geçmeden mükemmelliği amaçlamak gerekmez. Eğer, çözüm %50 başarı şansından daha yüksekse hemen yerine getirilmelidir.

6. Hatalar ve kusurlarla ilgili olarak herkes çaba sarf etmelidir. Tek bir çalışanın çabaları sıfır hatanın gerçekleşmesi için yeterli olmaz. Hata ve kusurları yok etmek için işletmenin bütün çalışanları destek vermek zorundadır. Toplam Kalite Yönetimi tüm çalışanların dahil olacağı bir sistemdir.

7. On beyin bir beyinden iyidir mantığı ile hareket edilerek ortak paydalarda buluşmanın faydaları sağlanabilir. Hataların ortadan kaldırılmasında ilgili kişilerin tamamının katılacağı beyin fırtınası çalışmaları daha etkin sonuçlar doğurur. Sinerjik etkisi çözümü hızlandırır. Başka bir ifade ile takım çalışması ilerleme fikirlerinin anahtarıdır.

8. 5 kez neden 1 kez nasıl sorusunu sorarak doğruları bulmak. Eğer bir hata varsa daha fazla denetleyici talep edilmemeli. Problemin kaynağına inilmelidir. Bu hatalar neden ortaya çıktı diye sorularak cevaplarken de tekrar neden sorusu sorulmalıdır. İlk akla gelen ile yetinilmemeli problemin kaynağına inebilmek için 5 kez neden sorusu sorularak takibinde bu sorunun nasıl tespit edilebileceği irdelenmelidir. Daha sonra çözümler uygulanmaya başlanmalıdır.

2.9.3. Poka-yoke'nin kazandırdıkları

Poka-yoke en iyi süreç kontrol metodudur. Bu metodun uygulandığı her yerde kusurlu üretim azalır ve kalite artar [28].

Poka-yoke, genel itibari ile teknik alanda kullanılan ve ortaya çıkan hataların giderilmesine yönelik, tekrarlanan problemlerin sistem içinde yapılan değişiklikler

ile ortadan kaldırılarak düşük maliyetlerle yüksek fayda sağlanabilecek uygulamaları içermektedir. Ancak günümüzde hemen her alanda rastlanabilecek uygulamalar ile poka-yoke etkin olarak hayatı kolaylaştıracak gelişmeler sağlamaktadır. İletişim konusunda da kullanılabilir ve gözden kaçan, küçük ancak iletişimin verimliliğini arttırabilecek birçok uygulamalar söz konusu olabilmektedir. Hızlı yaşanan ve teknolojinin çok daha etkin kullanıldığı, zamanın yetersiz rekabetin yoğun olduğu günümüz yaşantısında uygulamaların çok daha sonuç getirici olması ve kısa zamanda daha etkin sonuçlar alınması alışkanlıkları değiştirme zorunluluğu getirmiştir [29].

Toplam Kalite Yönetimi, organizasyonun bir sistem olduğu fikrinden çıkartılan mantıklı bir gelişmedir. Sistem görüşü çok daha öncesinden literatürde yer almasına rağmen, bu görüşün daha etkin bir yönetim tarzı olduğu uzun zaman anlaşılammıştır. Ancak W.Edwards Dewing, Joseph M.Juran, Kaouru İshikawa gibi diğer öncülerin ışığında, yönetim gelişim sürecinde bir ışık yanmıştır. Artık günümüzde organizasyonların yaşayabilmesi ve affetmeyen küresel ekonomide gelişebilmeleri için en iyi yol, organizasyonun müşterilere ve diğer paydaşlara (çalışanlar, hissedarlar, tedarikçiler, toplum) hizmet verecek bir sistem şeklinde yönetimidir. Toplam Kalite Yönetim uygulamaları kurum içi çalışmalarında herkes tarafından benimsendiği takdirde iş etkinliği, güvenlik, sonuçları açısından güvenilirlik sağlayacak, kurumsal ilişkilerin niteliği ve tanılandırılması sayesinde kurumsal üretim ve işleyiş verimliliği de artacaktır [29].

Başarılı bir iletişim planı bir organizasyonun kalite gelişimini sağlayan sürücü güçtür. Genel olarak iki ayrı bölüm halinde incelenir [30].

Bilgilendirme [31]: Kalite iyileştirme çalışmalarının başlaması ile bilgilendirme çabaları da başlamalıdır. Sürecin başında sürekli olarak iletişimi sağlamak özellikle önemlidir. Bu iletişim, medyanın tüm araçlarını kullanabileceği gibi özellikle yüz yüze iletişim üzerinde yoğunlaşmalıdır. İlk bilgilendirme yönetim takımı tarafından yapılmalı ve kalite iyileştirmenin niçin, nasıl ve ne olduğu üzerine yoğunlaşmalıdır. Temel ilkelerin yanı sıra kalitenin çalışanların yaşamına getireceği değişiklikler üzerine yoğunlaşan bir sunuş daha etkili olacaktır. Bu sunuşların 6 ayda, ideali 3 ayda bir, tüm çalışanları toplaması gerekir.

Bu sunuşları takip edici bir program kalite sürecini yazılı olarak tanımlamaktır. Burada şirket dergisi, gazetesi önemli bir araç olacaktır. Kaliteye yönelik yeni bir yayının yerine, süregelen araçlardan yararlanmak kalitenin yaşamımızın bir parçası olmasını istediğimiz anlamına gelecektir.

Kalite iyileştirme sürecinde yapılan tüm çabaların organizasyonda paylaşılmasını sağlayan ve soru işaretlerini ortadan kaldıran bir "Bilgilendirme Komitesi" 'nin kurulması uygun olacaktır. Bu komitenin üyelerinin organizasyonda etkili iletişimde deneyimli olabilecek özellikle Satış ve Pazarlamadan gelen çalışanlardan oluşması beklenebilir.

Bilgilendirme safhasında şirketin sahip olduğu tüm iletişim araçlarından yararlanması esastır. (şirket gazetesi, dergisi, iletişim panoları, e-mail, posterler, bölüm toplantısı vs.) [32].

Çalışanlardan geri-bildirim alınabilen ve bu bilginin dikkate alındığı bir iletişim ağı oluşturmak özellikle önemlidir.

Bu iletişim ağı özellikle;

- a. Bilgi, soru, yorum ve fikirlerin organizasyonun bütününde tartışılmasına izin vermelidir.
- b. Yöneticilerin sorulara cevap vermesini veya bilginin nerden elde edilebileceği konusunda yol göstermesini sağlamalıdır.
- c. Çalışanların iletişim sürecine el vermelerini sağlayarak dürüst geri bildirim için bir parçası olmasına çalışmalıdır.
- d. Farklı bölüm, yer ve birimlerdeki alıcıların mesajı farklı anlamalarına ilişkin iletişim engellerinin üstesinden gelebilmelidir.
- e. Farklı fonksiyon ve seviyelerde çalışanlar için tartışma ortamı yaratarak organizasyonda farklı rollerin ve işbirliği ihtiyacının anlaşılmasını sağlamalıdır.

Tanıma [30]: Tanınan şey yapılır, tanınan ve ödüllendirilen şey tekrar edilir" prensibiyle önemi açıklanabilen "Tanıma" genelde organizasyonların ihmal ettiği, sadece geleneksel atamalar ve iş zenginleştirmeleri olarak gerçekleştirdikleri bir olgudur. Etkili ve Tanıma Programı, organizasyonun yeni kültürünün bir parçası olmalıdır. Eğer organizasyonda Tanıma adına hiçbir şey yapılmıyorsa, ilk başta çalışma gerektirecektir. Ancak, standart uygulamalar ile tanıma programı arasındaki mantıklı bağ, çalışanların bu programı yeni, fakat uyumlu ve organizasyonun normal bir parçası olarak algılamalarını sağlayacaktır.

Tanıma sürecini organizasyonda başlatma, hedeflere bağlı olabilir. Hedeflerini aşanlara, hedeflerini açmak için yeni yollar geliştirenlere veya tüm organizasyonun performansına katkıda bulunanlara uygulanabilir. Ayrıca organizasyon için önemli olan ilkelerin vurgulanmasında "Tanıma" sistemi kullanılabilir. Örneğin; takım çalışmasının vurgulandığı bir yönetimde, başarıya ulaşan takımların ödüllendirilmesi gibi, eklenebilecek bir noktada tanımanın organizasyonun tümüne açık olması, birden çok kazanan olmasıdır.

Tanıma sisteminin yararları şöyle özetlenebilir:

- a. Organizasyonun iş hedeflerine bağlıdır ve bu hedefleri pekiştirmeye, geliştirmeye odaklıdır.
- b. Tüm Çalışanlara açıktır.
- c. Katılımcılar arkadaşlarının ve yönetimin önünde takdir edilir. Bu değerlendirme organizasyonun bu tip mesajı önemli bulduğu imajını direkt olarak verir.

ÖRNEK

Işık butonu: Otomatik ışık kapatma tuşu, özellikle çocukların banyodan sonra ışığı açık unutmalarının önüne geçmektedir. Banyonun birkaç dakikalık bir boş kalma durumunun ardından ışıklar otomatik olarak sensörler yardımıyla sönecektir.

Ateşleme Mandalı: Savaş uçaklarında füze ateşleme düğmelerinin üzerlerinde bir kapak bulunur. Bu kapak kaldırılmadan ateşleme yapılamaz. Bunun amacı pilotun yanlışlıkla elinin takılarak veya başka sebeplerle ateş edilmesinin engellenmesidir.

2.10. Kaizen

Japonca, Kai=değişim, Zen=iyi, daha iyi anlamına gelmektedir. Bu iki sözcüğün bileşiminden oluşan Kaizen sözcüğü geliştirme, iyileştirme ve özellikle “sürekli gelişme“ anlamlarında kullanılmaktadır. Bu sözcüğe esas önemini kazandıran özellik, onun aynı zamanda bir felsefeyi, bir yaşam biçimini ifade etmesidir [33].

Herhangi bir işin, bir defada, doğru bir şekilde yapılması "Sıfır Hata" olarak bilinir. Crosby sıfır hatayı başarı standardı olarak göstermiştir. Bu yaklaşım Avrupa'dan ziyade Japonya'da daha fazla rağbet görmüş, "hedef etrafında kararlılık için, çalışmakararlılık-hedefi yükselme" kavramı, KAİZEN anlayışı şeklinde Japonya'ya yayılmıştır. Bu kelime sıçramalar yaparak dönem dönem gelişmeyi değil, tersine küçük adımlarla, devamlı olarak, sosyal, kişisel ve mesleki her alanda düzenli gelişimi anlatmaktadır. Hedef, standardı tutturmak değil mevcut seviyenin üstüne çıkmaktadır. Hep daha iyiye, daha güzele. Her geçen gün az da olsa gelişme yaşanmış bir olmalıdır. Bu gelişim işletmenin her bölümünde görülmelidir [34].

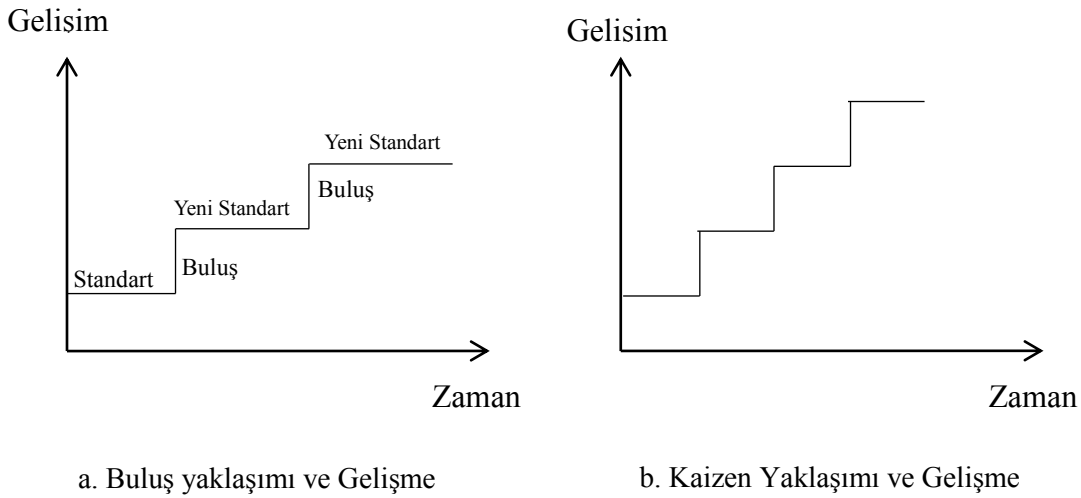
Kaizen'in yedi prensibini şöyle sıralayabiliriz [35]:

1. Problem kabul edilmelidir
2. Çok para gerektirmeyen projeler seçilmelidir.
3. Önce "bizim" problemlerimize bakın "onlarınkine" değil.
4. Tek ölçü ekonomik çıkar olmamalıdır.
5. Öncelik saptanmalıdır. Proje kalite, maliyet, dağıtım vs. ilkelerin dayalı olarak yürütülmelidir.
6. Planla yap, kontrol et, harekete geç (PDCA) çevrimi izlenmelidir.
7. Doğru çözüm

Çünkü:

- Problem olmayan yerde gelişme de olmaz.
- Problemler, büyük kısmı su altında kalmış potansiyel sorunların su yüzüne çıkan kısımlarıdır. Su yüksekliği azaldıkça daha çok görünür hale gelirler.
- Bölümler arası engelleri kaldırmak gerekir. Kaizen yaklaşımının daha iyi anlaşılabilmesi için batılı ülkelerdeki gelişmeyi simgeleyen “Buluş yaklaşımı” ile “Kaizen yaklaşımı” ‘nı karşılaştırmak gerekmektedir.

Batı yaklaşımına göre, üretim belirli standartlara göre sürerken, diğer yandan araştırmacılar laboratuvarlarda Ar-Ge çalışmalarını sürdürmektedir. Üretim yapan kişilerle, araştırma yapan kişiler farklı kişiler olup, çalışmalar bittiğinde, buluş uygulamaya konur ve şekilde görüldüğü gibi gelişme düzeyinde bir sıçrama sağlanır. Daha sonra yeni buluşa kadar üretim yeni standartlarda devam etmektedir.



Şekil 2.8. Buluş ve kaizen yaklaşımı karşılaştırması [12]

2.11. Yayın Taraması

Yalın üretim sistemlerinin, diğer bir deyişle Toyota Üretim Sistemleri'nin babası Taiichi Ohno, Japonya'da 1973 sonbaharında ortaya çıkan ekonomik krizin 1974 yılında iyice hissedildiğinden ve birçok şirketin iflas ettiğinden bahsediyor [12]. Ama Toyota Motor Şirketi'nin bu durumdan diğer organizasyonlara göre çok daha az zarar gördüğü ve 1975, 1976 ve 1977 yıllarında ciddi karlar elde ettiği görülmüştür.

Amerikan kitle üretim sistemlerini kullanan organizasyonlarda hızlı büyüme dönemi durduğunda karlılıktan bahsetmek pek de mümkün olmamaktadır. İkinci dünya savaşının olduğu yıllarda Amerika'daki üreticiler, üretim maliyetlerini az çeşitteki ürünlerden çok sayıda, kitle halinde üreterek azaltmışlardır. Ancak sonraki yıllarda az miktarlarda ürün üreterek maliyetleri azaltma yöntemlerini bulmak önemli hale gelmiştir. Henry Ford'un kitle üretimindeki gibi Toyota Üretim Sistemleri de bir iş akış sistemi temelinde kurulmuştur. Ama Ford üretim sisteminde üretilen parçaların nasıl, nereye stoklanacağı düşünülürken; Toyota Üretim Sisteminde stoklama işlemi ortadan kaldırılmıştır.

Yalın üretim sistemleri, sistemdeki israfların önce ortaya çıkarılıp sonra yok edilmesi mantığına dayalı olan ve sistemin performansını sürekli arttırmaya çalışan bütünsel bir yaklaşımdır. İsrarların yok edilmesi gerektiğini ilk olarak ortaya koyanlar Frank Gilbreth (1868 - 1924) ve Lilian Gilbreth (1878 - 1972) çiftidir ve odaklandıkları israf türü de hareket israflarıdır [36].

Onlar yönetimin en önemli görevinin, yapılan işin en basit ve en kolay yolunu bulmak olduğunu öne sürmüşlerdir. Felsefeleri "Daha zor değil daha akıllı çalış" olan çift, bir iş yapılırken ortaya çıkan bütün hareketlerin detaylı bir şekilde analiz edilip hareket israflarının belirlenmesini ve yok edilmesini sağlayarak bunu gerçekleştirmişler. Ohno, israfı kaynak tüketen fakat değer yaratmayan bir faaliyet olarak tanımlamıştır. Yani israflar değer katmayan ama maliyet oluşturan faaliyetlerdir [12].

Hay ise israfı, bir ürüne değer katmak için mutlaka gerekli olan en az miktardaki malzeme, donanım ve iş gücü kaynağı dışında kalan her şey olarak tanımlamıştır [37].

BÖLÜM 3. UYGULAMA

3.1. Firma Hakkında Bilgi

ABC otomotiv yan sanayi firması uzun yıllardır başta Toyota olmak üzere hemen hemen dünyadaki birçok araç üreticisine başta kablolar(arac kablo donanımı) olmak üzere araçlar için sigorta ve güç dağıtım kutuları, sensörler, hybrid ve elektrikli araçlar için özel parçalar, gösterge panelleri ve konektörler üretmektedir.1941 yılında Japonya’da kurulan şirket şu anda 40 ülkede 160 fabrikası ile 200,000 kişiyi istihdam etmektedir. Çalışmanın yapıldığı fabrikada yaklaşık 1000 mavi yakalı ve 100 beyaz yakalı göre almaktadır.

Firma Japon kültürüne dayalı ve Toyota’nın baş tedarikçisi olduğundan yalın üretimi tam anlamıyla uygulamaktadır. Malzemeler fabrikaya giriş yaparken SAP ile girişi yapılmakta içerideki hareketleri de kanban kartları ve kutularıyla sağlanmaktadır. Gelen ürünler önce süpermarket alanında depolanmakta ve görevli dağıtım elemanları tarafından süpermarketten belirlenmiş sayıda kutulara konulup hatlara dağıtılmaktadır. Üretimin her aşamasında barkod sistemi ve iş standartları kullanılmakta bu sayede operatör hatası sifira indirilmektedir.

3.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmadaki amaç firma için hayati önem taşıyan bir konektörde alınan hurda miktarının azaltılmasıdır. Konektörün diğerlerinden ayrılmasının sebebi hava yastıklarında kullanılıyor olması ve bunun yanında maliyetinin de yüksek oluşudur. Bu çalışmayla yalın üretimin basit teknikleriyle, firmalarda maliyetsiz ve faydalı işler yapılabileceğinin gösterilmesi amaçlanmıştır.

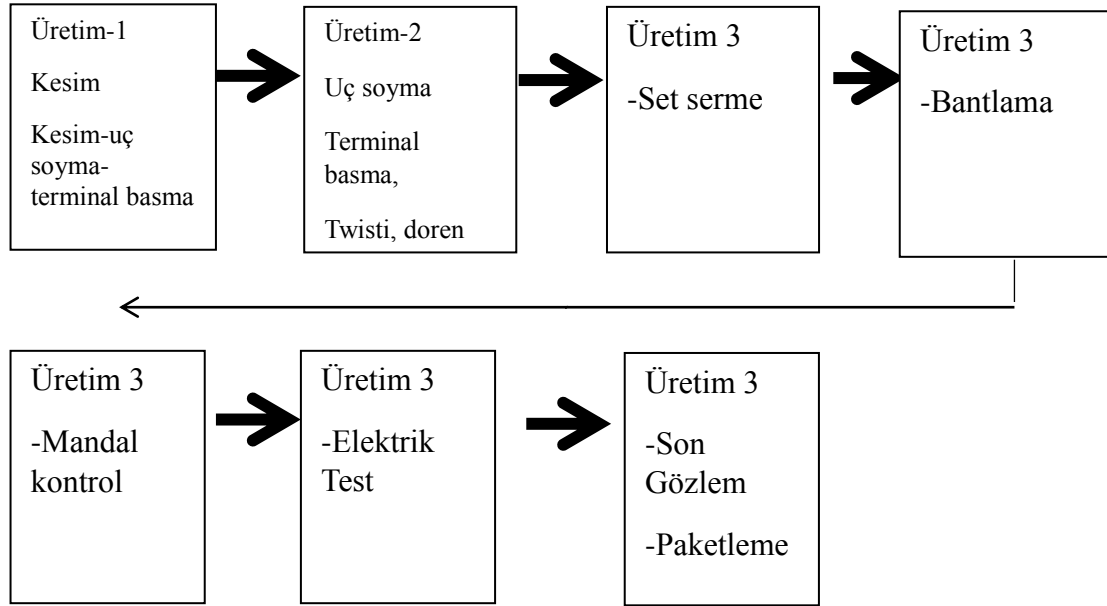
3.3. Araştırma Yöntemi

Araştırma sırasında öncelikle bilgi sisteminden veriler çekilmiş, bu veriler ışığında riskli konektör belirlenmiştir. Daha sonra kalite ve ürün mühendisliği birimleriyle birlikte konektörde hurdaya sebep olan faktörler belirlenmiştir. Bu faktörlerden bir anket hazırlanarak operatörlere teslim edilmiş ve karşılaştıkları hataları işaretlemeleri istenmiştir. Operatörlerden alınan bilgilerden hareketle balık kılçığı analizi yapılmış analiz sonuçlarına göre de bir kısmı teknolojik, bir kısmı ise basit tekniklerle iyileştirme ve geliştirmeler yapılmıştır.

3.4. Bilgi Toplama ve Değerlendirme

İlk bilgi olan hurda miktarları SAP den alınmıştır. Bu bilgiler excelde ilk olarak kullanıldığı yere göre ikinci olarak maliyete göre sınıflandırılmış ve sonuçta çalışma yapılan konektöre karar verilmiştir. Yine excel üzerinde hazırlanan bir anket ile hurda sebepleri bir ay boyunca operatörlere izletilmiştir. Buradan gelen veriler yine excelde yüzdeye çevrilmiş ve hurda sebebinin yüzdesine göre çalışma yapılacak alana karar verilmiştir. Belirlenen beş ana sebep için iyileştirme çalışması yapılmıştır.

3.5. Fabrika Üretim Aşamaları



Şekil 3.1. Fabrika içi üretim akışı

Fabrikada üretim süreçleri, üretim-1, üretim-2, üretim-3 olarak ayrılmaktadır.

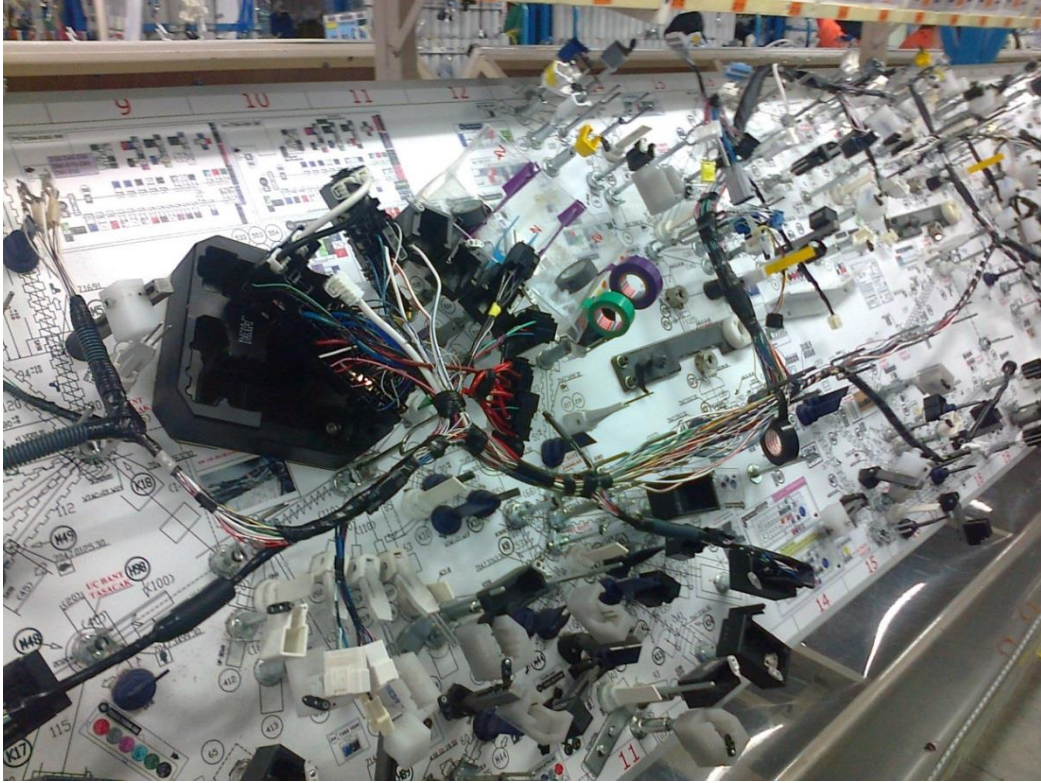
Üretim-1: Kabloların kesilmesi bu sürecin ana kısmını oluşturmaktadır. Bunun yanında kombine şekilde üretilen kesim-uç soyma-terminal basma işlemi de üretim-1 de yapılmaktadır.

Üretim-2: Hazırlık olarak da adlandırılan bu bölümde kesilen kabloların uç soyması ve terminal basması yapılmaktadır. Bunun yanında twist, doren kablolar da yapılmaktadır. Ü-2'yi Ü-1 den ayıran özellik üretim birde yapılamayacak özelleşmiş işlemlerin bu kısımda yapılmasıdır. Örneği battery kabloları kalınlıkları fazla olduğundan terminallerini basmak için 20 tonluk pres makineleriyle basım yapılabilmektedir. Bunun yanında twist kablo olarak adlandırılan ve iki kablonun birbirine sarılmasıyla elde edilen kablolar da bu bölümde yapılmaktadır. Kabloların twist yapılmasının özelliği manyetik alanı güçlendirerek akım kaybını ortadan kaldırmak ve daha güçlü bir kablo yapısı oluşturmaktır. Doren olarak adlandırılan kablolar ise telefon kablolarına benzemektedir. Yani bir adet kablo kaynak makinesinde 3-4-5 adet kabloyla birleştirilerek kullanılmaktadır.

Üretim-3: Montaj olarak adlandırılan bu kısım üretimin ana kısmını oluşturmaktadır. Ü-1 ve Ü-2 den buraya gelen kablolar burada ürün haline dönüşmektedir. Görevli kablo serimci tarafından serimi yapılan kablolar operatörler tarafından alınarak önce serim yerinde konektörlere takılmakta, daha sonrada line adı verilen masalara serilmektedir. Masa üzerinde operatörün hata yapmasını önlemek için konektörlerin birebir oturabildiği yuvalar yapılmıştır. Bunun dışında masada kabloların yerlerinin karışmaması adına yolları boyunca çatallar yerleştirilmiştir. Masalarda set dağılımı yapılmakta ve operatörler setçi ve bantlamacı olarak ayrılmaktadır. Setçilerin görevi terminallerin konektör bağlantılarını yapmak ve kabloları masada uygun yerlerine sermektir.



Şekil 3.2 .Kablo ekipmanı(buggy)



Şekil 3.3. Montaj masası

Bantlamacıların görevi ise set üzerinde müşterinin istediği hortum takma, bantlama, sheet sarma, dal kıvrırma gibi işlemleri tamamlayarak malzemenin hazır hale gelmesini sağlamaktadır.

Serimi ve bantlaması yapılmış malzeme bütün olarak kablo donanımı adını almaktadır. Bu aşamadan sonra kablolar mandal masasına serilmektedir. Mandal masasında kabloların araçta sabitlenmesini sağlayan mandallar takılmakta ve kontrol edilmektedir. Burada kontrolü tamamlanan kablolar elektrik testine geçmektedir.

Elektrik test masası ürüne özel olarak tasarlanmakta ve konektörlere uygun soketlerle çalışmaktadır. Ürünün eğer sigorta kutusu varsa kutu hatta takılmakta ancak sigortaları burada takılmaktadır. Burada kablolar yine bilgisayar yardımıyla kontrol edilmektedir. Sistem terminallerin karşılıklarını kontrol etmekte eğer denk geliyorsa tamam vermektedir. Sıklıkla yerine yerleşmeyen konektör problem yaşandığından sistem sorunlu soketleri göstermekte bu soketler kontrol edildikten sonra tekrar teste tabi tutulmaktadır.

Bundan sonra kablolar son gözlem masasına alınmaktadır. Gözlem operatörlerinin karşısında lcd ekranlarda ürün çizimi ya da duvara monte edilmiş şekilde ürünün kendisi durmaktadır. Operatörler öncelikle daha önceden belirlenmiş kritik noktaları kontrol etmek şartıyla ürünü buradan birebir kontrol etmektedir. Daha sonra paketlemesi yapılan ürün kutusuna kaldırılmaktadır.

3.5.1. Fabrikada üretilen ürünler

Firmanın siparişlerinin büyük bir kısmını Toyota oluşturmaktadır. Toyota'nın verso,auris ve corolla kablo donanımları, Mercedes-Benz Axor ve Atego araçlarının kabloları, Fiat'ın bazı ticari modelleri ve Faurecia markasının bazı kablo donanımları burada üretilmektedir. Ürünler Toyota için beş aileye ayrılır:

I/P(Gösterge Paneli): Açılımı instrument panel olan bu kablo aracın konsol bölgesinde yer alan hız, devir, yol bilgisayarı, klima, teyp gibi donanımların kontrolünde kullanılmaktadır. Araç için önem taşıyan Hava yastığı kabloları da I/P üzerindedir.

Motor Kontrol: Bu kablolar motorun kontrolünü sağlayan donanımlarla birlikte kullanılmaktadır. Örneğin hız sabitleyici buna bir örnektir.

Motor Bileşenleri: Bu kablolar motorun aküyle ve sigortalarla olan bağlantılarını sağlamaktadır.

Zemin: Bu kablolar aracın zeminden giderek kapı ışıkları, tavan ışıkları ve bagaj kısmında yer alan bagaj iç ışığı ve arka lambaları kontrol etmektedir.

Kapı ve Diğerleri: Kapı kablosu kapıların kilitlerini, cam otomatiklerini, yan aynaları kontrol etmektedir. Diğerleri kablosu ise araçlarda özel olarak istenen özelliklerde kullanılmaktadır. Örneğin araçta koltuk ısıtma kullanılacaksa bu işlem diğer kabloları ile yapılmaktadır. Diğerleri talebi çok fazla olmayan ve genelde küçük ürünlerden oluşan bir ailedir.

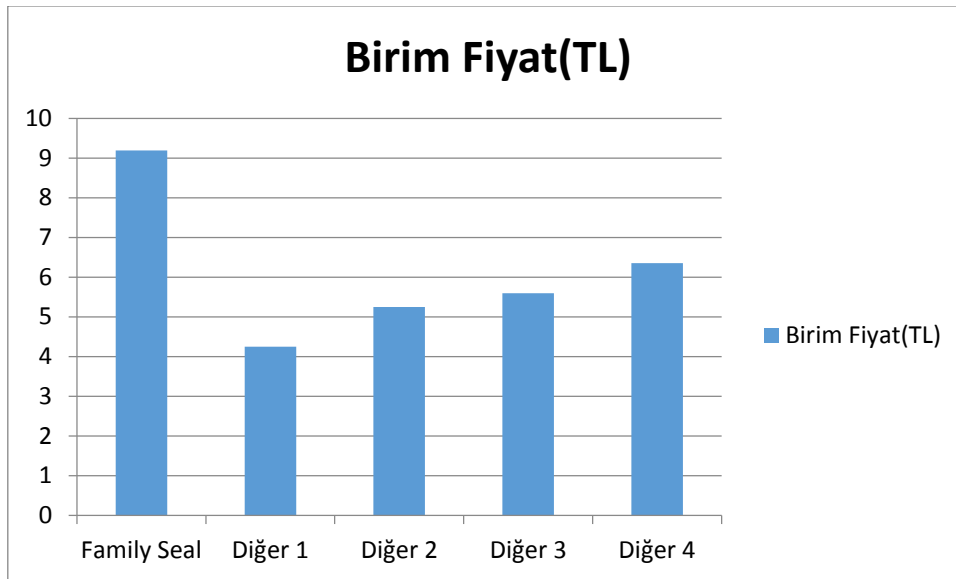
Firmadaki diğ er ürünlerde aynı şekilde kategorilere ayrılmaktadır. Sadece Mercedes ürünlerinde terimlerin Almanca ları kullanılmaktadır.

3.6. Çalışma Yapılacak Alanın Belirlenmesi

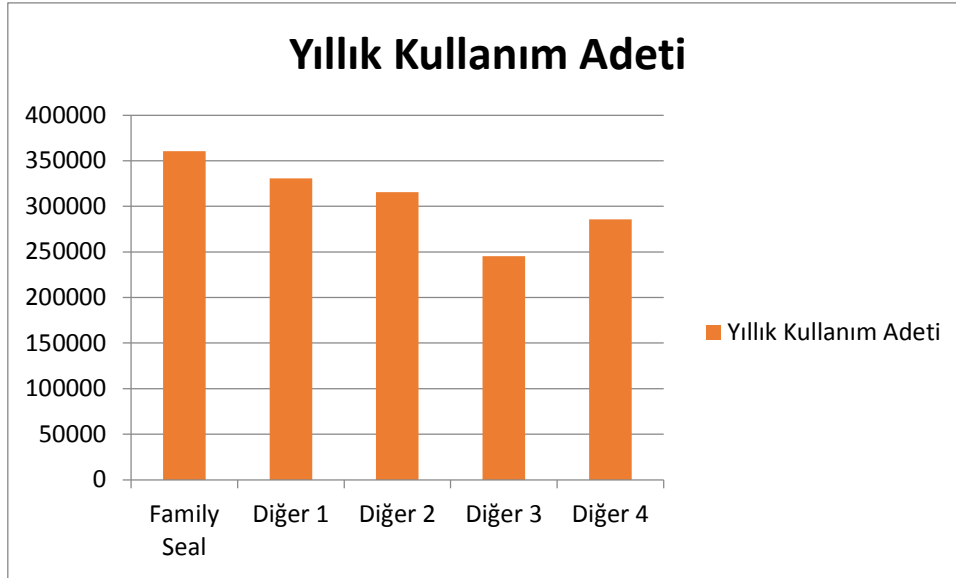
Firma üretimde kullandığı bazı konektörleri sıklıkla hurdaya ayırmaktadır. Buda hem işgücü hem de malzeme açısından israfa sebep olmaktadır. Bu sebeple firmada en çok hurda olan beş adet konektör SAP sisteminden belirlendi.

Daha sonra bu beş konektör üç faktör açısından karşılaştırıldı;

1. Konektör birim fiyatları
2. Yıllık kullanım adetleri
3. Araçta kullanıldığı yer



Şekil 3.4. Konektör birim fiyat grafiğ i



Şekil 3.5. Konektör yıllık kullanım adeti grafiği

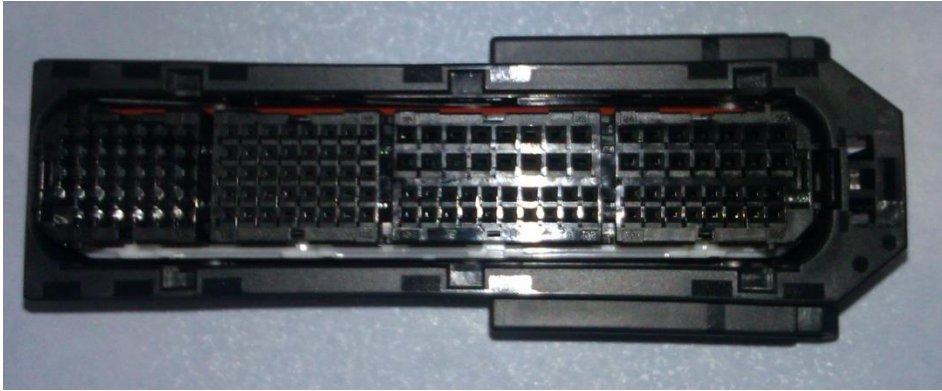
Yukarıdaki grafiklerde bazı konektörlerin isimleri firma isteği neticesinde verilmemiştir. Bu grafiklerden anladığımız birim fiyat açısından baktığımızda, fiyatı en yüksek olan family seal konektörüdür. Aynı değerler yıllık kullanım adetlerinde de geçerlidir. Bu grafiklerin dışında family seal konektörü hava yastıklarında kullanıldığı için diğer bütün konektörlerden öne çıkmaktadır. Konektördeki herhangi bir üretim hatası insan hayatını direk olarak etkilemektedir.

Yukarıda saydığım sebeplerden dolayı family seal konektörü çalışma yapılacak konektör olarak belirlenmiştir.

Family seal konektörü Toyota markasının corolla ve auris araçlarında engine ailesinde hava yastığı konektörü olarak kullanılmaktadır. FS konektörü hep içerdiği yuva sayısı hem de yapısal özellikleriyle diğer konektörlerden ayrılmaktadır. FS konektörüne jelli konektörü de denilmektedir. Konektörün iç kısmında baskıyı ve kırılmayı engelleyici jel bulunmaktadır. Jel konektörün dış duvarı ve iç duvarının ortasında yer almaktadır. Bunun yanında konektörün yuvalarında su geçirmesini engellemek için contalar bulunmaktadır. Contalar aşağıdaki resimde yeşil renkli olarak gözükenlerdir.



Şekil 3.6. Konektör resmi arka görünüşü



Şekil 3.7. Konektör resmi ön görünüşü

Resimlerde görüldüğü gibi FS konektöründe 140 adet terminal yuvası bulunmaktadır. Bu da terminallerin montajında hata oranını arttırmaktadır. Konektörlerde kullanılmayacak yuvalar için kör tıpa takılmaktadır. Ancak yine de birçok yuva boş kalmaktadır. Konektör için görseller hazırlanmış ve montaj yapılacak yerlere yerleştirilmiştir. Ancak gerek sürekli aynı işin yapılması gerekse kişisel hatalardan dolayı fs konektörlerinde büyük miktarlarda hurda oluşmaktadır. Bazı konektörlerde terminaller yanlış takılsa dahi yetkili personel tarafından müdahale edilmekte ve düzeltilmesi yapılabilmektedir. Ancak söz konusu konektör hava yastığı ürününde kullanıldığı için tamiri mümkün değildir.

Konektörde çıkan hata verileri kalite bölümünden alındı. Çıkan hatalara göre kontrol formları hazırlandı. Bu formlarda operatöre hurdanın hangi istasyonda, tarihte vardiyada ve kaç adet olduğunu sebebiyle birlikte işaretlemesi istendi.

Tablo 3.1' de kullanılan formun örneği verilmiştir. Formdaki işaretlemelemler rasgele yapılmış olup gerçek verileri temsil etmemektir.

Dört istasyonda yapılan form çalışmaları sonucunda hurda sebeplerinin;

1. Yanlış Adres: %32
2. Conta Yırtılması: %25
3. Çıkık Terminal: %21
4. Açık Kilit: %8
5. Kapalı Kilit: %14 olduğu belirlendi.

Yanlış Adres: Operatörün dikkatsizliği ya da dalgınlığından dolayı terminali yanlış yuvaya takmasıdır. Bu şekilde ürün belki elektrik testinden geçebilir ancak araçta teknik arızaya ve fonksiyon kaybına neden olabilir.

Conta Yırılması: Konektördeki contalar konektörün içine su girmesini ve aracın kısa devre yapmasını ve hatta yanmasını engeller. Operatörün terminali takarken doğru şekilde tutmaması veya zorlayarak takması durumunda conta yırtılabilir ve yukarıda yazdığım sorunlar ortaya çıkabilir.

Çıkık Terminal: Çıkık terminal firmada en çok karşılaşılan sorunlardan biridir. Operatörün terminali taktıktan sonra it-çek-çek testi yapılması gerekmektedir. Terminal çıkması durumlarında da araçta fonksiyon kaybı ve yanmaya var sorunlar oluşabilir.

Açık Kilit: Konektörlerde kilidin görevi terminallerin kilitleme işlemi yapıldıktan sonra konektörden çıkmasını engellemektir. Kilitlemeyi son operatör yapmak zorundadır. Kilit kapandıktan sonra konektörde hiçbir işlem yapılamamaktadır. Ancak kilidin açık bırakılması durumunda da terminaller yuvadan çıkabilmektedir. Özellikle elektrik testte kontrol terminallerin pimlerin bastırılarak yapıldığından açık bırakılan konektörler burada fark edildiğinde geri dönüşü olmamaktadır.

Kapalı Kilit: Aynı şekilde kilit kapatıldığında da tekrar açılmamakta ve terminal takılamamaktadır. Operatörler bir anlık dalgınlıkla kilidi kapattıklarında eğer FS'nin işlemi tamamlanmamışsa konektör hurda olmaktadır.

Family Seal konektörünün yıllık kullanım oranlarına baktığımızda:

130A Engine Hattı için:138,623 adet

466A Engine Hattı için:110,900 adet

466A Engine Room Hattı için:110,900 adettir.

Konektörlerin maliyeti ise:9,19 TL'dir.

Eğer çalışma gününü ortalama olarak 280 gün kabul edersek günlük kullanımları:

130A Engine Hattı için:496 adet

466A Engine Hattı için:396 adet

466A Engine Room Hattı için:396 adettir.

Eğer konektörlerde her gün en iyi ihtimalle bir adet hurdaya ayrıldığını varsayarsak:

3 hatta $3 \times 9,19 \text{ TL} = 27,5 \text{ TL}$ yapmaktadır. Yıllık hesaba çevirirsek $27,5 \text{ TL} \times 280 \text{ gün} = 7700 \text{ TL}$ gibi bir rakam çıkmaktadır. Bu verilen rakamlar en iyi rakamlar olup konektörlerde operatör hatasından kaynaklanan hurdalar sıklıkla oluşmaktadır.

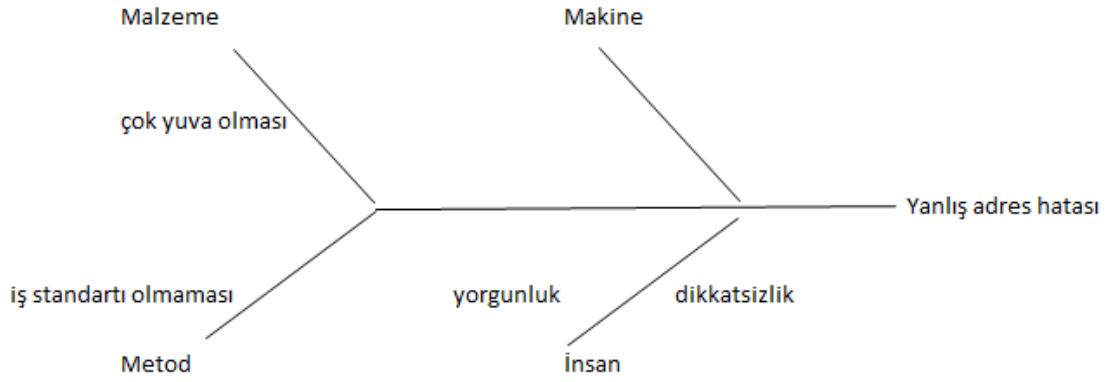
Bu oluşan hatalar için balık kılçığı yöntemiyle kök neden belirlenmelidir.

3.7. Balık Kılçığı Diyagramı Çalışması

Balık kılçığı bir problem oluştuğunda bunun oluşmasına sebep olan makine, malzeme, metot ve insandan kaynaklı sorunların belirlenmesi ve çözülmeye çalışılmasıdır.

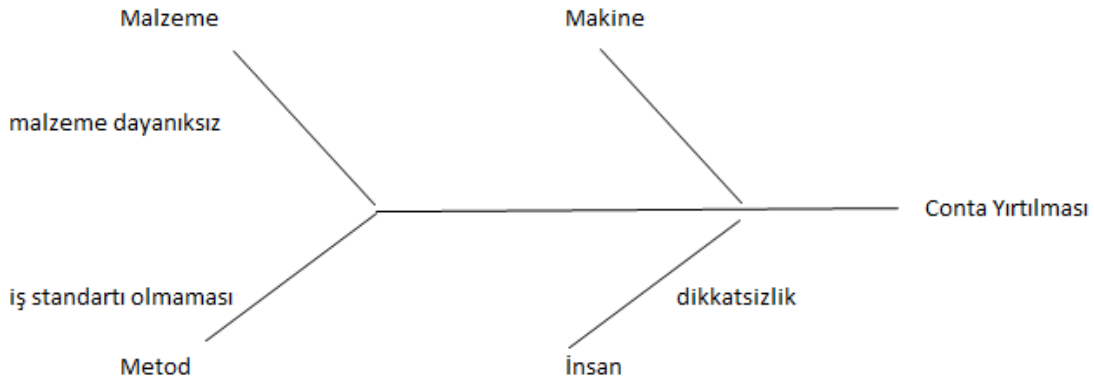
Konektörde çıkan hataları önlemek ve kök nedenlerini belirlemek amacıyla balık kılçığı analizi yapıldı.

Yanlış Adres Hatası: Yanlış adres hatasında malzeme yönünden çıkan problem malzemede 140 adet terminal yuvası bulunmasıdır. Operatör tarafından sürekli aynı işin yapılmasından sonra terminalin kaçınıcı yuvaya takılması konusunda dalgınlık olabilmektedir. Yanlış terminal takılması sonucunda da konektör hurdaya gitmektedir. Metot açısından bakıldığında operasyon talimatının yeterli derecede açıklayıcı olmaması nedeniyle operatör yuvaları karıştırabilmektedir. İnsan yönünden bakıldığında kişinin sürekli aynı işi yapması ve diğer operatörlerle olan diyaloglarından dolayı terminal yanlış yuvaya takılabilmektedir.



Şekil 3.8: Yanlış adres hatası balık kılıcı diyagramı

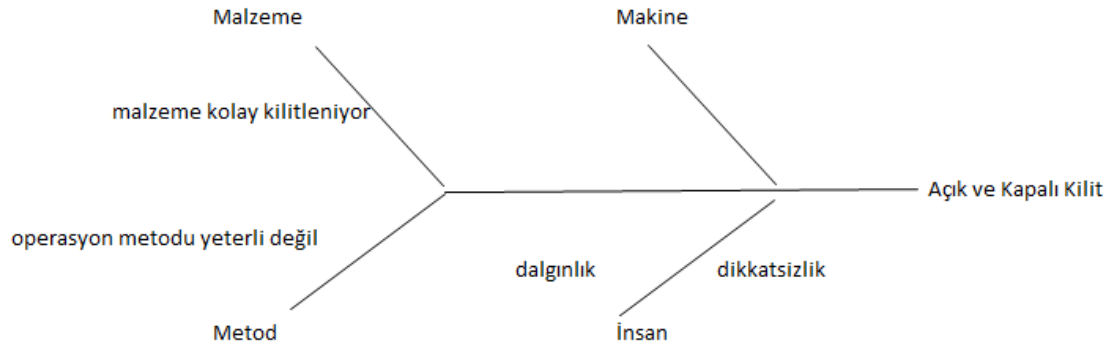
Conta Yırılması: Conta yırtılmasında malzemeyle ilgili bir iyileştirme yapılamamaktadır. Malzeme yapısı gereği esnek olmak zorundadır. Burada yapılabilecek tek iyileştirme operatörlere eğitimin iyi bir şekilde verilmesi ve operasyon standardı hazırlanarak buna uygun hareket edilmesinin sağlanmasıdır. Conta yırtılmasının ana sebebi operatörün terminali yanlış tutarak konektöre bastırması ve bununda contayı yırtmasıdır.



Şekil 3.9. Conta yırtılması için balık kılıcı diyagramı

Çıkık Terminal: Çıkık terminal hatasının ana sebebini insan oluşturmaktadır. Terminaller yalnızca el ile bastırarak takılabildiğinden, montajı yapan operatörün it-çek-çek testini yapması gerekmektedir. Testin unutulmaması için gerekli yerlere görsel hazırlanarak problem çözülebilir.

Açık ve Kapalı Kilit: Kilitlerdeki sorun kilidin kolayca kapatılabilmesiyle ilgilidir. Operatör bir anlık dalgınlıkla kilidi kapatabilmektedir. Operasyon metodu kilidi hangi operatörün kapatacağını belirtse de kilit kapatılmaktadır. Bunun için hazırlanan operasyon metodunda dikkat çekici görseller eklenmelidir



Şekil 3.10. Açık ve Kapalı kilit için balık kılıcı diyagramı

3.8. Family Seal Konektöründe İyileştirme Çalışması

Konektörde oluşan hataların birçoğu operasyon standardı hazırlanarak çözülebilir. Ancak yanlış terminal hatasının en önemli sebebi bir navigasyon sisteminin olmamasıdır. Burada navigasyon sisteminden kasıt eğer operatör işlemi yaptığı sırada ona hangi terminali ne şekilde ve nereye takacağını gösteren bir yönlendirici olmasıdır. Çünkü terminalin yanlış yuvaya takılması gibi yanlış şekilde takılması da konektörü hurdaya göndermektedir.

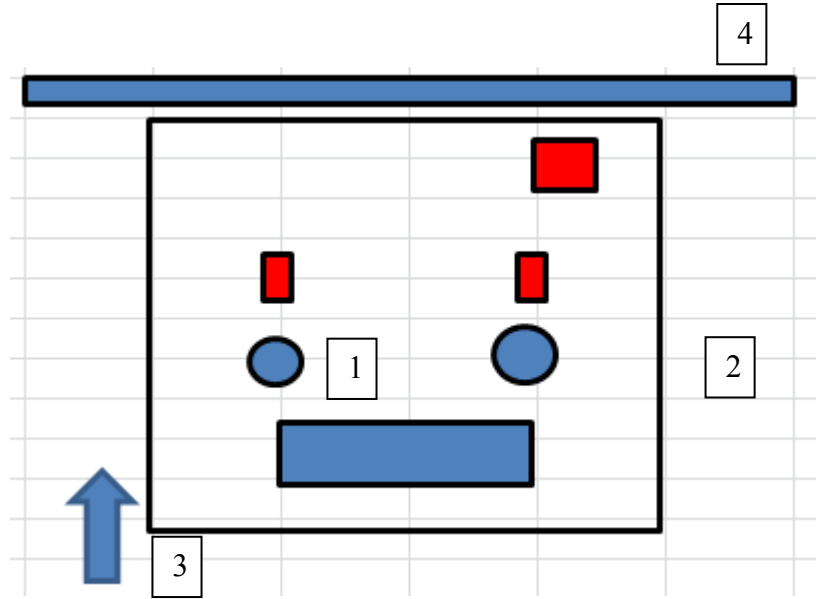
Burada yapılacak kaizen hem doğru adres hem de doğru takılma şeklini belirleyecek şekilde olmalıdır.

3.9. Kurulan Sistemin Çalışma Şekli

Konektör için kurulan sistemde operatörün terminali önce doğru şekilde tuttuğunu kontrol edebileceği daha sonrada nereye takacağını gösterileceği bir sistem olmalıdır. Daha önce konektör üzerine bir çizelge konularak hangi renk ve kalınlıktaki kablunun nereye takılacağını gösterildiği sistemler yapılmıştır. Ancak

burada gerek konektör yuvalarının çok küçük olması nedeniyle böyle bir şey yapılmasına imkân yoktur.

Burada kullanılacak sistem ışıklı navigasyon sistemidir. Sistem excel üzerinde oluşturulan yazılımın konektörün montaj yapıldığı yuvadaki sisteme atılmasıyla oluşur. Bu yuva dört bölümden oluşmaktadır.



Şekil 3.11. Family seal cihazı şekilsel gösterim

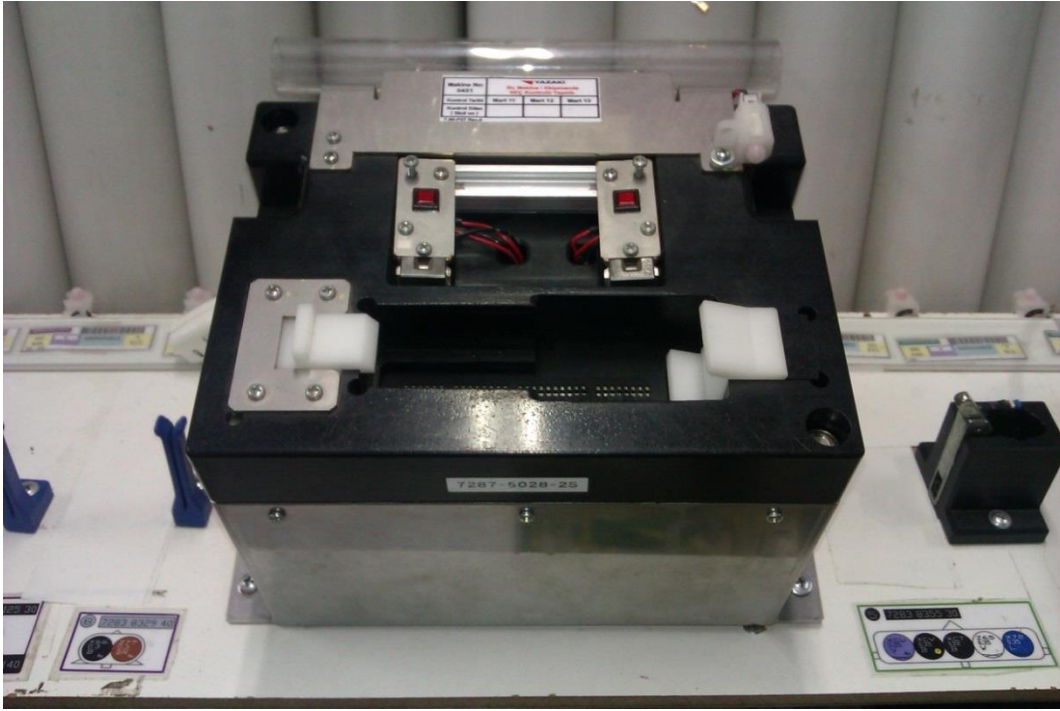
1 Numara(İnce uçlu Terminal Devresi): Bu devre ince uçlu terminallerin, konektöre takılmadan önce kontrol edilmesi amacıyla yapılmıştır. Operatör terminali doğru şekilde tutup 1 numaraları devre üzerindeki yuvaya yerleştirdiğinde 1 numaralı devre ışığı yanıyor ise terminal konektöre takılacak şekildedir. Eğer yanmıyorsa terstir.

2 Numara(Kalın uçlu Terminal Devresi): Bu devre kalın uçlu terminallerin, konektöre takılmadan önce kontrol edilmesi amacıyla yapılmıştır. Operatör terminali doğru şekilde tutup 2 numaraları devre üzerindeki yuvaya yerleştirdiğinde 2 numaralı devre ışığı yanıyor ise terminal konektöre takılacak şekildedir. Eğer yanmıyorsa terstir.

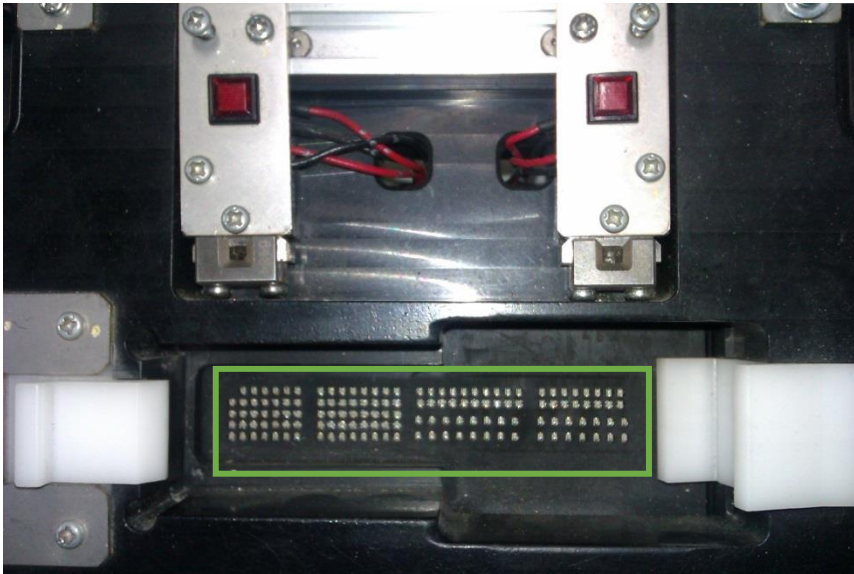
3 Numara(İt-Çek-Çek Devresi): Operatör terminali kontrol edip taktıktan sonra terminali yukarı doğru çekmektedir. Bu aşamada konektör yuvası da yukarıya kalkar

ve tekrar oturursa terminal yerine oturmuştur. Eğer çektiğinizde terminal çıkıyorsa program bir sonraki aşamaya geçmez ve terminalin oturtulması gerekir.

4 Numara(Kilit Kapama Kolu): Terminaller takılıp program bittiğinde kilit kapama kolunun devresi yanmaktadır. Kolu konektörün olduğu yere doğru bastırarak konektörün kilidi kapatılmaktadır.



Şekil 3.12. Family seal cihazı



Şekil 3.13. Family seal cihazı üst görünüş

Şekilde yeşil renk ile gösterilen kısımda led ışıkları bulunmaktadır. Her ledin numarası vardır. Aynı şekilde kabloların serili olduğu buggyde de ledler bulunmaktadır. Excel Tablosu şeklinde hazırlanan yazılım önce hafıza kartına atılmakta, daha sonra bu hafıza kartı buggy ve konektör yuvasının bağlı olduğu ve sistemin beyni olarak çalışan makineye takılmaktadır. Sistem verilen sıralamaya göre buggy ve yuvadaki ışıkları yakmakta operatörde buna göre işlem yapmaktadır.

Aşağıdaki şekil ise konektör yuvasındaki ledlerin numaralarını göstermektedir. Excel'de hazırlanan bir döngü ile diğer sayfada bulunan program hazırlanmaktadır.

7287-7345-30																																
131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	x	x	x	x	x	
116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	x	x	x	x	x
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115																		
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65			
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			

Şekil 3.14. Family seal cihazı ledlerin numaraları

CB34	
N	
W	
A	X
1	156.228
3	114
1	157.228
3	115
1	208.228
3	127
1	209.228
3	140
1	210.228
3	141
2	158.229
3	17
2	184.229
3	18
2	185.229
3	19
2	159.229
3	20
2	160.229
3	55
3	230
T	

Şekil 3.15. Family seal programı

Yukarıdaki tablo FS konektörünün montajında kullanılan yazılımı göstermektedir.

Buradaki numaralardan sabit olanları tanımlarsak:

1 Numara: 1 numaralı devre ışığı yanar

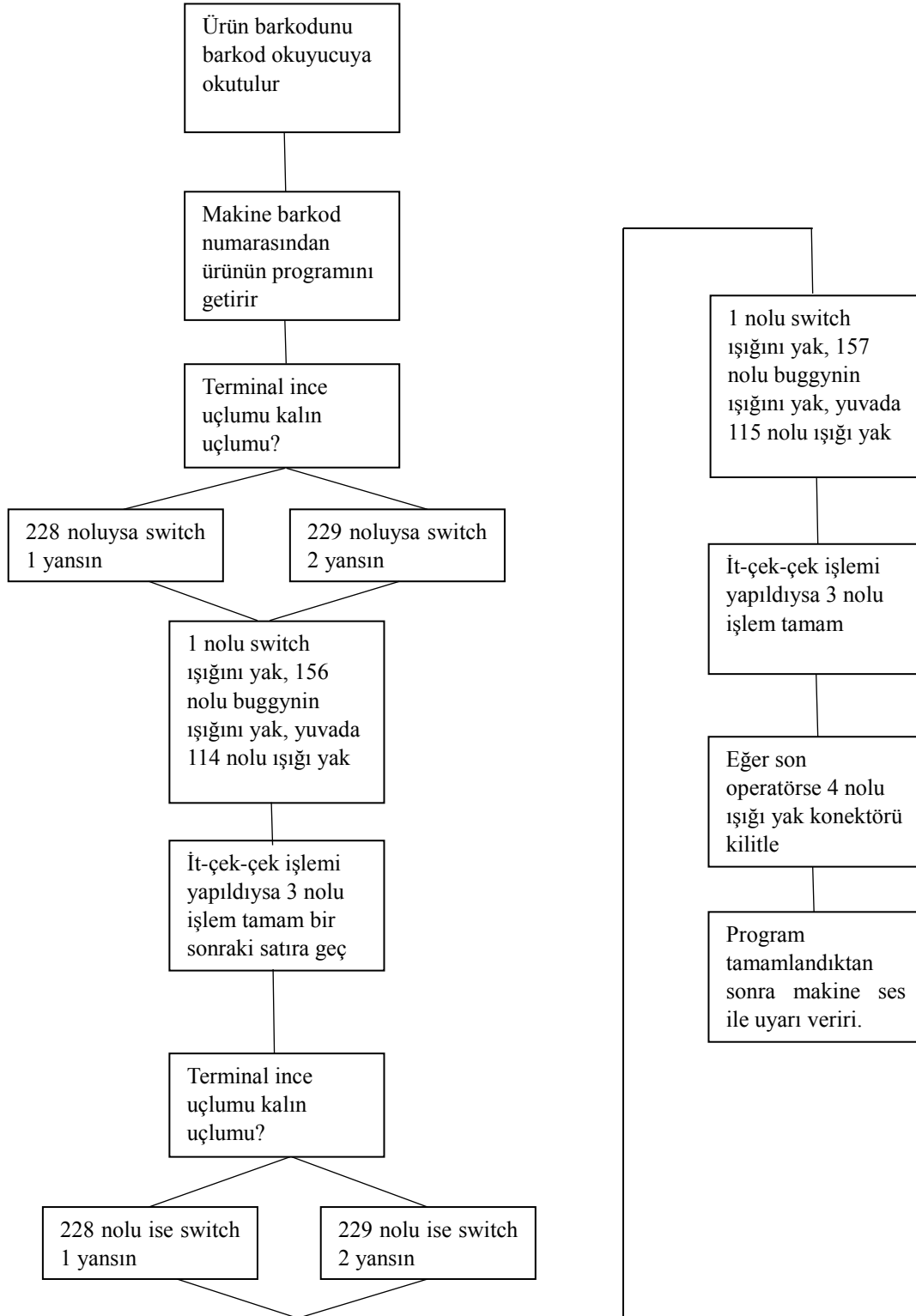
3 Numara: İt-çek-çek testi yapıldıktan sonra programın bir sonraki satıra geçmesini sağlar.

228 numara: İnce uçlu terminal takılacağını belirtir.

229 numara: Kalın uçlu terminal takılacağını belirtir.

T Harfi: Programın sonuna geldiğini belirtir

3.9.1. Programın çalışma mekanizması



Şekil 3.16. Family seal program çalışma mekanizması

Yukarıda görüldüğü üzere sistem basit bir eğer ise döngüsüyle çalışmaktadır. Sistem kendi içinde sorgulamalar yaparak iki seçenekten birini seçmekte ve kullanıcıyı oraya yönlendirmektedir. Teknik birim buggyler ve konektör yuvası içindeki ledlerin numaralarını vermektedir. Excel'de oluşturulan veri buradan kopyalanıp not defteri dosyasına yapıştırılmaktadır. Burada dikkat edilecek olan husus ürünün barkod üzerindeki kodunun not defterine aynı şekilde yapıştırılmasıdır. Aksi halde barkod okuyucu ürünü tanımayacak ve sistem devreye girmeyecektir. Burada hazırlanan yazılım sisteme atıldıktan sonra yukarıdaki akış gibi çalışacaktır. Bunu yanında programın bittiğini operatöre haber verecek ve karışıklığa engel olacak bir sisteme ihtiyaç vardır. Bu sistemde bir sesli ikaz sistemidir.

3.10. Poka-Yoke

Sistem kurulduktan sonra iki temel sorun ortaya çıkmıştır. Bunlar:

1-Operatör programın bitip bitmediğini anlayamıyor. Program sonlarında karışıklık oluyor.

2-Her yuvada kilit olduğu için operatörler kilitleme yapıp yapmayacakları konusunda kararsız kalıyor. Kilit için kilit ışığının devresi yansa dahi kilitlemekte tereddüt ediyorlar. Bazen dalgınlıkla konektör kilitleyip hurdaya gidebiliyor, bazen de kilit açık kalarak yeniden işleme girmek zorunda kalabiliyor.

Buradan sonra yapılacak işlem basit önlemlerle hataları önlemek anlamına gelen poka-yoke olarak anılacaktır. Burada problemleri sırayla irdelersek;

Birinci problemde programın uyarı vermemesiyle ilgili bir sorun bulunmaktadır. Kullanılan yuvaya bir ışık takılarak bu sorun çözülebilir ancak daha fazla ışık olması operatörün kafasını karıştıracak belki de bir süre sonra göz aşinalığı olarak dikkat etmeyecektir. Bu yüzden sesli bir uyarı sistem kurmak daha mantıklı olacaktır. Burada kullanılacak sistem yine yukarıdaki programa bağlı olarak çalışmalıdır. Yapılabilecek en basit düzeltme makineye takılacak basit bir ses cihazıyla satırların

sonundaki “T” komutu birbirine bağlamaktır. Bu sayede program satırları tamamlanıp “T” satırına geldiğinde sistem sesli uyarı vererek operatöre programın tamamlandığını belirtecektir. Operatörde yeni üreteceği ürünün barkod numarasını sisteme okutup onun üretimine başlayacaktır.

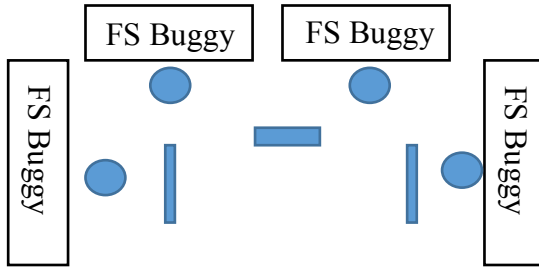
İkinci problemde ise konektörün hurdaya ayrılmasına sebep olacak sorunlar oluşmaktadır. Konektör montajında kullanılan makine standart halde geldiği için hepsinde kilitleme mekanizması mevcuttur. Bunun için bazı iş standartları hazırlanmışta olsa operatörler yine de kimin kapatabileceğini karıştırmaktadır. Burada alınacak çözüm sadece kilitleme yapan operatörün kilit mekanizmasının çalışması diğerlerininse iptal edilmesidir.

Kilit mekanizması basit bir sistemle çalışmaktadır. Kişinin kolay kilitleyebilmesi için basit bir hamleyle arka taraftaki kilit kolu öne doğru çekilmekte ve kilit kapatılmaktadır. Bunu engellemek için kilitlerinin oturduğu yerlere iki adet pim takılmıştır. Bu durumda operatör yanlışlıkla kilidi çekse bile kilit takılacak ve kapanmayacaktır.

3.11. İş Standartlaştırma

Family seal konektöründe konektörün hasarlanmaması ya da yanlış yuvaya terminal takılmaması için önlemler alınmıştır. Ancak ne kadar önlem alınırsa alınsın her operatörün kendine göre bir montaj şekli, terminal takma şekli gibi farklılıklar oluşacaktır.

Yalın felsefenin asıl amacı ise işlerin yapılış şeklini standartlaştırmak ve hem operatör hem de firma için ideal olan üretim şeklini sabitlemektir. Bunu yapabilmek için standart iş ve operasyon tabloları hazırlanmıştır. Family seal konektörü hücre tipi bir üretim şekliyle üretilmektedir.



Şekil 3.17. Family seal hücre tipi üretim sistemi

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi sistem dört adet buggy ve dört adet operatörden oluşmaktadır. Operatörler ortak alandan aldıkları ürün kartlarındaki barkodları okutup üretim yapmaktadır. FS buggy 1 den başlayarak işlemi tamamlanan ürün bir yandaki buggydeki askıya asılmaktadır. Operatörlerin dördü de işlemini tamamladıktan sonra dördüncü operatör kilidi kapatmaktadır.

Bu işlemler için hazırlanan operasyon metotları “Ek 1, Ek 2, Ek 3, Ek 4” olarak tezin sonuna eklenmiştir.

Ek tablolarında yer alan bilgiler Terminal1 ve 2'nin iç adresleri ve kullanılan kabloların renklerini içermektedir. Bunun yanında renklere göre de bir poka-yoke yapılmıştır.

Tablo 3.2. Family Seal operasyon metodu müşteri bilgi kutusu

ÜRÜN NO : GAS. NR (Z220-Z230-Z330-860)	MÜŞTERİ:		TARİH:	01.04.2013
	MODEL:		REVİZYON:	2
	İSTASYON NO:	FS 4	SAYFA:	1/1

Yukarıdaki tablo standardın hangi ürün için olduğunu belirtmektedir. En soldan başlayarak ürün numarası, müşteri, hangi araç modelinde kullanıldığı, hangi istasyona ait olduğu, hazırlanma tarihi, kaçınıcı revizyon olduğu ve kaç sayfadan oluştuğu görülebilmektedir.

Tablo 3.3. Family Seal operasyon metodu ürünler bilgi kutusu

RENK	KON. A	ADRES A	MARKA -A	KON. B	ADRES B	MARKA -B	SÜPER GRUP 1 S (S000)	SÜPER GRUP 2 S (S000)	GRUP S (S000)	S NO (S000)	821210Z220	821210Z230	821210Z330	821210Z860
											220	230	330	860
											220	230	330	860
R	30	X8Q		600	XA1					611009	220	230	330	860
W	30	X8P		600	XA0				611008					
G	30	X8N		600	XAZ				611007					
L	30	X8M		600	XAY				611006					
B	600	JFZ		413	NAU					610982	220	230	330	860

Yukarıdaki tabloda family seal için yapılan iş standartlaştırma daha ayrıntılı olarak verilmiştir. En baştaki renk kısmında montajı yapılacak kablonun hangi renkte olduğu belirtilmiştir. Bu sayede operatör eğer program yanlış yazılmış ve buggynin üzerindeki ışık yanlış yanıyor bile hangi renk kabloyu kullanacağını anlayabilmektedir. Renk bölümünün yanında bulunan “KON. A.” kısmında ise kablonun ilk takılacağı konektörün numarası yazmaktadır. Burada “30” ile belirtilen 30 numaralı konektördür. Bu kısmın yanındaki “Adres. A.” kısmı ise kablonun konektörde takılacağı iç adresi göstermektedir. Birinci satırdaki “X8Q” kablonun 30 numaralı konektörde hangi iç adrese takılacağını belirtmektedir. ”Kon. B.” kısmı ise kablonun diğer ucunun takılacağı konektör numarasını ve iç adresini göstermektedir. Boş olan marka yazan kısım isim eğer kablonun üzerine herhangi bir markalama yapılmışsa onun rengini belirtmektedir.

Burada marka yapmanın amacı aynı konektörde birden fazla aynı renk ve kesitte kablo olduğunda kabloların karışmasını engellemek amacıyla markalama standardı hazırlanmıştır. Örneğin aynı konektörde 3 adet siyah varsa her zaman sol ve alt sıradan başlamak koşuluyla ilk siyah kendi renginde kalmalı, ikinciye mavi üçüncüye de yeşil renk ile çizik atılmalıdır. Ancak bu konektörde markalamaya ihtiyaç olmadığı için bu kısımlar boş kalmıştır.

Sağa doğru devam ettiğimizde “super grup S, Grup S ve S numarası” hücreleri bulunmaktadır. Bu kısımda “S numarası o kablonun sap deki ürün numarasıdır. Bazı kablolar (örneğin doren kabloları) birden fazla kablodan oluşmaktadır. Bunlar birleştiğinde “Grup S” numarası almaktadır. Aynı şekilde birkaç grup kablonun bir araya gelmesinden de “super grup S” numarası oluşmaktadır. Bu olayın sebebi üretimde tek bir kablonun kullanıldığı gibi birkaç kablonun da bir araya gelen tek bir üründe kullanılabilmesidir.

Onların yanında bulunan renkli kısımlar ise ürün numarasını göstermektedir. Burada ürün numarasının kısaltması olarak “220,230” gibi sayılar kullanılmaktadır. Bunları kullanmanın sebebi filtreleme işleminde kolaylık sağlamak ve hangi ürünlerde hangi kabloların kullanıldığını görebilmektir.

Tablo 3.4. Family Seal operasyon metodu kutusu





K-600: 7287 7345 30 no'lu family seal konektörünün yuvaya takılması	EM-GNL-C 2-K-12
Family seal seti yapılacak ürün numarasının, barkot tabancası ile okutularak programın çalıştırılması	
K-30: 7283-1162-30 no'lu konektörün alınıp sırası ile R, W, G ve L kabloların takılması. Bu kabloların diğer uçlarındaki terminallerin; boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü yapıldıktan sonra takılması.	EM-GNL-C 2-K-12 EM-GNL-C 2-K-14
B renk kablonun, boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü yapıldıktan sonra takılması.	
W renk kablonun, boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü yapıldıktan sonra takılması.	
G renk kablonun, boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü yapıldıktan sonra takılması.	

Yukarıdaki tabloda ise operasyon talimatı adım adım yazmaktadır. İlk bölümde konektörün numarası ve yuvaya takılması yazmaktadır. Yanındaki kısımda ise firma içinde hazırlanıp kullanılan ve bu işlemin nasıl yapılacağını belirten standardın numarası yazmaktadır. Operatör konektörü yuvaya yerleştirirken sıkıntı yaşarsa önünde asılı olan bu standarda bakarak konektörü yerine yerleştirebilmektedir.

Tablo 3.5. Family Seal ürün bilgi kutusu

W	114	N7L	600	XA3
---	-----	-----	-----	-----

Tablo 3.6 .Family Seal operasyon metodu kutusu özel işaretler bilgi kutusu

	BUGGY ÜZERİNDE TAKILACAK KABLolar
	UCU BOŞTA KALAN HAT ÜZERİNDE TAKILACAK KABLolar
	BİR ÖNCEKİ İSTASYONDAN UCU BOŞTA GELEN KABLolar
	KİLİDİ KAPATILMASI GEREKEN KONNEKTÖRLER

Standart sayfasının en sonunda ise yukarıdaki tablo yer almaktadır. Eğer diğer tablodan anlatacak olursak 114 ve 600 numaraları konektör numaralarını göstermektedir. Yeşil renk ile boyanmış olanlar buggy üzerinde takılacak kabloları pembe ile gösterilen ise hatta serim yapıldıktan sonra takılacak kabloları göstermektedir. Sarı renk ile gösterim kafa karıştırmaması nedeniyle yapılmamıştır. Aynı şekilde hatalı kilitlemelerin önüne geçen poka-yoke sayesinde de kilit işaretinin konulmasına gerek kalmamıştır.

BÖLÜM 4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan çalışma sonucunda family seal konektörünün hurda miktarlarında ve hata oranlarında ciddi düşüşler yaşanmıştır.

SAP den alınan verilere göre yılda yaklaşık olarak 1800 adet konektör hurda olmaktadır. Bu adeti yıllık kullanım adetine oranlarsak;

$\frac{1800}{360423} = 0,005$ 'e denk gelmektedir. Bu değer yıllık hurda oranıdır. Bu değerden hareketle hatlara göre hurda maliyetlerini hesapladığımızda;

Tablo 4.1. Çalışma öncesi durum göstergeleri tablosu

	Yıllık Üretim(adet)	Hata Oranı	H. Sayısı(adet)	Ürün Birim Maliyet(TL)	Yıllık Maliyet (TL)
130A Engine	138,623	0.005	694	9.19	6,369
466A Engine	110,900	0.005	555	9.19	5095
466A Engine	110,900	0.005	555	9.19	5095
Kontrol					
				Toplam	16561 TL

Yapılan iyileştirmeler neticesinde hurda miktarı azaltılmıştır. SAP den ve direk olarak bir ay yapılıncaya yapılan takipler sonucunda ayda 24 adet konektörün hurdaya ayrıldığı görülmüştür.

Bu değeri yıllığa çevirdiğimizde $24 \times 12 = 288$ adettir. Toplam kullanıma oranladığımızda ise $\frac{288}{360423} = 0,0008$ 'e denk gelmektedir. Aşağıdaki tabloda iyileştirmelerden sonra hurda maliyetleri görülmektedir.

Tablo 4.2. Çalışma sonrası durum göstergeleri tablosu

	Yıllık Üretim (adet)	Hata Oranı	H.Ürün Sayısı (adet)	Birim Maliyet (TL)	Yıllık Maliyet(TL)
130A Engine	138,623	0.0008	111	9.19	1,019
466A Engine	110,900	0.0008	89	9.19	815
466A Engine	110,900	0.0008	89	9.19	815
Kontrol					
				Toplam	2650 TL

Eğer yapılan iyileştirmelerinde maliyetlerine bakarsak, kullanılan cihaz firmanın farklı bölgedeki fabrikasından getirilmiştir ve herhangi bir yatırım maliyeti yoktur. Yapılan diğer yatırımlar(ses cihazı vb.) ise çok küçük maliyetlerdir.

Burada İyileştirme öncesi ve sonrası hurda maliyetlerini oranlarsak;

$\frac{16561}{2650} = 6,24$ Yani bu değerden anladığımız % 624 oranında bir iyileşme kaydedilmiştir.

Yapılan iyileştirmelere rağmen 24 adet hurda konektör ortaya çıkmıştır. Ana sebep, yuva içindeki led ışıkların siyah konektörde yansımaya uğraması ve hangi yuvanın olduğunun rahat görülememesidir. Ancak müşterinin istekleri sebebiyle konektörde renk veya yapı değişikliğine gidilememektedir.

Bu çalışmada firmanın fazlaca hurda verdiği bir konektörde iyileştirme çalışması yapılmıştır. Konektörde görülen hataları önlemek için teknolojik yatırım yapılmış, ancak bu yatırım farklı konumdaki fabrikadan getirildiğinden herhangi bir yatırım maliyeti olmamıştır.

Poke-yoke teknikleriyle bilerek veya bilmeyerek yapılan hataların önüne geçilmiştir. Operatörlerin yaşadığı karışıklık ve bekleme süreleri ortadan kaldırılmıştır. İş standartlaştırmayla operatör makine arıza verse dahi iş standardındaki sırayı takip

ederek işlemleri tamamlayabilmektedir. Aynı şekilde program ilk oluşturulduğunda kontrol için gerekli olan şemalar için iş standartları kullanılmış ve gereksiz bir form ortadan kalkmıştır.

Yalın üretim genel yapısı itibari ile basit işler yaparak önemli sonuçlar vermektedir. Bu çalışmada da kullanılan metotlar basit ama işlevlidir. Otomotiv sektörü gibi insan hayatının söz konusu olduğu üretimlerde oluşacak hatalar daha büyük sonuçlar getirecektir. Yalın üretim bize bu hataları önleme yolunda güzel teknikler sunmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] OHNO, T., Toyota üretim sistemi'nin doğuşu ve evrimi, Scala Yayıncılık, İstanbul, 1996.
- [2] SUZAKI, K., The new manufacturing challenge-techniques for continuous improvement, The Free Press, 1987.
- [3] GECÜ, B., İç lojistik sistemlerinin yalın üretim bakış açısıyla yeniden tasarlanması ve otomotiv sektöründe örnek bir uygulama, İşletme Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2008.
- [4] JONES, DANIEL T., ROOS, DANIEL and WOMACK, JAMES P., The machine that changed the world, NY, 1990.
- [5] BEDİR, A., Türkiye’de Otomotiv Sanayii Gelişme Perspektifi İktisadi Sektörler Ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, 2002.
- [6] AHMETOĞLU, F., Değer akış haritalandırma ve geleneksel kanban sisteminin kurulması, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Programı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul, 2007.
- [7] Yönel, A. R., Türkiye’de yalın, <http://www.yalinzirve.org.tr>, Erişim Tarihi: 20.04.2013.
- [8] ATAY, ULAŞ., Tekstil umudu Toyota yöntemi, Radikal Gazetesi, s.12, 24.03.2006.
- [9] Yalın Enstitü, http://www.yalinenstitu.org.tr/yalin_uygulayicilar.asp, Erişim Tarihi: 15.04.2013.
- [10] WOMACK, J. P., JONES, D. T., Lean thinking-banish waste and create wealth in your corporation, Simon and Schuster, 1996.

- [11] OKUR, A. S., Yalın üretim, Söz Yayınları, İstanbul, 1997.
- [12] OHNO, T., Toyota production system: Beyond large-scale production, productivity, Press, Cambridge, MA, 1988.
- [13] AYTAÇ, Z., Hastanelerde yalın yönetim sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2001.
- [14] DURMUŞOĞLU, M. B., Grup teknolojisi ve esnek üretim dersi, Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi., İstanbul, 2005.
- [15] AĞPAK, K., GÖKÇEN, H., SARAY, N.N. ve ÖZEL, S., Özel stokastik görev zamanlı tek modelli u tipi montaj hattı dengeleme problemleri için bir sezgisel, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.,17, 4, 115-124, 2002.
- [16] <http://www.akredanismanlik.com/downloads/BALIK%20KILCIGI%20DIYAGRAMI.DOC>, Erişim Tarihi: 10.04.2013
- [17] MONDEN, Y., Toyota production system-an integrated approach to just-in-time,engineering management, Press, Georgiai, USA, 1993.
- [18] HIRANO, H., JIT Factory revolution, productivitiy press, Massachusetts, USA, 1988.
- [19] HOBBS, D. P., Lean manufacturing implementation, J. Ross Publishing, Inc,Florida, USA, 2003.
- [20] YALÇINKAYA, A., Değer akış haritasını kullanarak üretim düzgünleştirme ve bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [21] DEMİRKİR, M. S., Yalın üretim tarzı-otomotiv yan sanayi uygulaması, Fen bilimleri Enstitüsü, Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006.
- [22] Lean Enterprise Institute, <http://www.lean.org/Events/LeanRoadMap.cfm>, Erişim tarihi 18.05.2013.
- [23] SHINGO, S., Non-stock production: the shingo system for continuous improvment,productivity, Pres, MA, 1988.
- [24] OHNO, T., Toyota ruhu, Scala Yayıncılık, İstanbul, 1996.
- [25] COHEN, S. and RONALD, B., Total quality management in government, San Francisco: Jossey Bass. Publ., s. 82 Üreten, a.g.e., s. 238, 1993.

- [26] ÇETİN, C., AKIN, B. ve EROL, V., Toplam kalite yönetimi ve kalite güvence sistemleri (iso 9000-2000 revizyonu), 2. basım, Beta Yayınevi, Ankara, 2001.
- [27] BODEK, N., Improving quality by preventing defect, Edited by Shimbun, N.K, Ltd./ Factory Magazine, Productivity Press, Portland, Oregon Shimbun, s. 10-11, 1988.
- [28] GÜNGÖRLÜ, L. A., Poka-yoke semineri, 11.09.2000.
- [29] COVEY, S., Etkili insanların 7 alışkanlığı, Çev: Gönül Suveren, Osman Deniztekin, Varlık Yay., İstanbul, 1996.
- [30] MC NEALLY R., M., Making quality happen, Chapman&Hall, 1993.
- [31] PEHLİVANOĞLU Ş., Toplam kalite yönetimi sürecinde kurum içi iletişim etkinliğinin sağlanmasında poka-yoke tekniği, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Toplam Kalite Yönetim Anabilim Dalı, İzmir, 2006.
- [32] MC DONALD, J., S.TANNER, Başarılı iletişim, Çeviren: Emel Köymen, İstanbul, 1998.
- [33] DOĞAN, Ö., Kalite uygulamalarının işletmenin rekabet gücü üzerine etkisi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 2, Sayı 1, Ocak Şubat Mart 2000.
- [34] GÜNAYDIN, H., Japon tarzı yönetim ve kalite çemberleri, Milenyum Yayınları, İstanbul, 2002.
- [35] <http://www.sitetky.com/frameset/kg/kgmak.html>, Erişim tarihi: 23.02.2013
- [36] NICHOLAS, J. M., Competitive manufacturing management: continuous improvement, lean production, customer-focused quality, The McGraw-Hill Companies Inc., 1998.
- [37] HAY, E.J., The just-in-time breakthrough-implementing the new manufacturing basics, USA, John Wiley&Sons, 1988.

ÖZGEÇMİŞ

03.01.1987 doğumlu Fırat CİNOĞLU 2001-2005 yılları arasında Sakarya Anadolu Lisesinde, 2006-2010 yılları arası ise Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde eğitim görmüştür.2010 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği bölümünde başladığı yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.