

## **YALIN FELSEFE ve BİR OTOMOTİV YAN SANAYİ UYGULAMASI**

**Tijen Över ÖZÇELİK<sup>1</sup> , Fırat CİNOĞLU<sup>2</sup>**

*Geliş: 15.05.2013*

*Kabul: 23.05.2013*

### **ÖZET**

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, firmada kullanılan ve hata oranı oldukça yüksek olan bir konektör için yalın üretim tekniklerine bağlı kalınarak iyileştirmeler yapılmıştır. Bu iyileştirmeler yapılırken poke-yoke, iş standartlaştırma ve kaizen teknikleri kullanılmıştır. Görünürde basit olan bu iyileştirmeler sayesinde hata oranı ve hurda maliyeti önemli ölçüde düşürülmüştür.

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

### **LEAN PHILOSOPHY and APPLICATION IN an AUTOMOTIVE SUB-INDUSTRY FIRM**

#### **SUMMARY**

Nowadays, the competition between companies has reached the highest level. Therefore, companies are having difficulties in terms of both production and management. Because it has become almost custom-tailored production, companies are working to pass a flexible production system. Prevent to confusions which is appear in this process, unnecessary jobs should be seperated. Lean production divides jobs three groups which names are necessary, unnecessary and have to do. In this sense, unnecessary jobs should be determined and removed from processes.

In this study, improvements have done in a connector used in company which has higher error rate with using lean production techniques. In this improvements, poke-yoke, standardization of business and kaizen techniques have used. Thanks to these improvements, which is seemingly simple, was significantly reduced error rate and the cost of scrap.

**Keywords:** *Lean Production, Kanban, Poka-yoke, Kaizen*

---

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi Adapazarı Meslek Yüksekokulu Adapazarı Meslek Yüksekokulu 54187 - Esentepe /Sakarya, tover@sakarya.edu.tr.

<sup>2</sup> Ada Cd. Cumhuriyet M. 1001. Sk. No: 1 Akyazı / Sakarya, firatcinoglu@gmail.com.

## **1.GİRİŞ**

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.

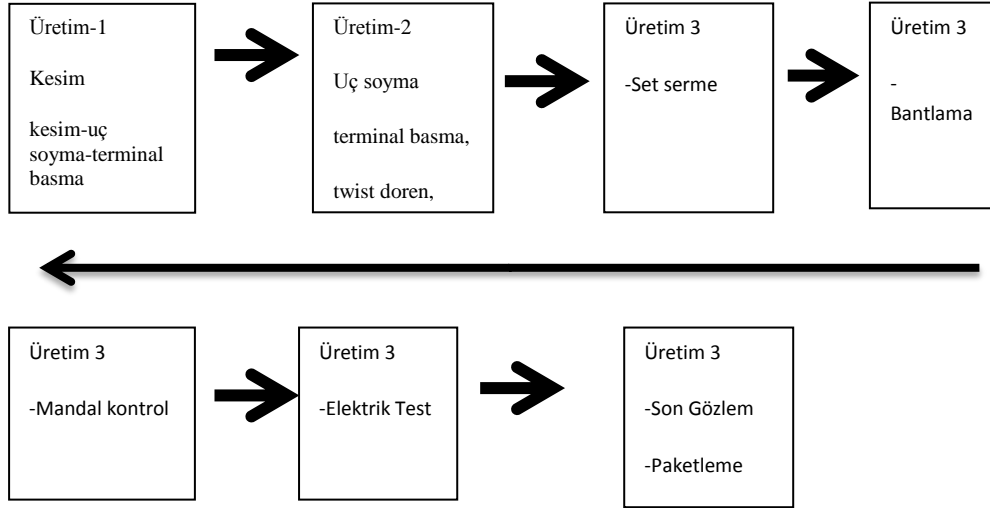
Çalışmada Kanban sistemi uygulanırken sistemde oluşan sorunlar ve bu sorunların çözümleri incelenerek, zaman ve çalışma kayıplarının ortadan kaldırılması sağlandı. Bu sorunlar CNC tezgâhlarda kalıp değiştirme alışkanlıkları ve teknik yetersizlikten dolayı oluşan zaman kayıpları ve bazı üretim hatlarındaki dengesiz üretim zamanları ve gereksiz işlerden oluştuğu tespit edilerek, sorunları çözmek için değer akış haritalama, smed ve hat dengeleme tekniklerinden yararlanıldı.

## **2. FİRMA HAKKINDA BİLGİ**

ABC otomotiv yan sanayi firması uzun yıllardır başta Toyota olmak üzere hemen hemen dünyadaki bir çok araç üreticisine başta araç kablo donanımı olmak üzere araçlar için sigorta ve güç dağıtım kutuları, sensörler, hibrid 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 görev 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.

## Fabrika Üretim Akış Şeması



Şekil 1. Fabrika Üretim Akış Şeması

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 bateri kabloları kalınlıkları fazla olduğundan terminallerini basmak için 20 tonluk preslerde 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 kablo ile 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 serici tarafından serimi yapılan kablolar operatörler tarafından alınarak önce serim yerinde konektörlere takılmakta, daha sonrada hat adı verilen masalara serilmektedir. Masa üzerinde operatörün hata yapmasını önlemek için konektörlerin birbir oturabildiği yuvalar yapılmıştır. Bunun dışında masada kabloların yerlerinin karışmaması adına yolları boyunca çatallar yerleştirilmiştir. Masalarda set dağılımı yapılmakta ve operatörler setçi ve bantçı olarak ayrılmaktadır. Setçilerin görevi terminallerin konektör bağlantılarını yapmak ve kabloları masada uygun yerlerine

sermektir. Bantçılarının 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 kablo donanımı, mandal masasına serilmektedir. Mandal masasında kablo donanımının araçta sabitlenmesini sağlayan mandallar takılmakta ve kontrol edilmektedir. Burada kontrolü tamamlanan kablo donanımı 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 kablo donanımı 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 kablo donanımı son gözlem masasına alınmaktadır. Gözlem operatörlerinin karşısında televizyon ekranlarında 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 paketlenmesi yapılan ürün kutusuna kaldırılmaktadır.

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

I/P: Açılımı gösterge paneli olan bu kablo donanımı aracın konsol bölgesinde yer alan hız, devir, yıl bilgisayarı, klima, teyp gibi kısımların kontrolünde kullanılmaktadır. Araç için önem taşıyan Airbag kabloları da I/P üzerindedir.

Motor kontrol: Bu kablo donanımı motorun kontrolünü sağlayan ekipmanlar ile birlikte kullanılmaktadır. Örneğin hız sabitleyici buna bir örnektir.

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

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

Kapılar ve Diğerleri: Kapı kablo donanımları kapıların kilitlerini, cam otomatiklerini ve yan aynaları kontrol etmektedir. Diğerleri kablo donanımı ı ise araçlarda özel olarak istenen özelliklerde kullanılmaktadır. Örneğin araçta koltuk ısıtma kullanılacaksa bu diğer kablo donanımı ile yapılmaktadır. Diğerleri talebi çok fazla olmayan ve genelde küçük ürünlerden oluşan bir ailedir. Bunların dışındaki marka ve modellerde aynı isimlerle kategorilere ayrılmakta, sadece Mercedes ürünlerinde terimlerin Almancaları kullanılmaktadır.

### **3.YALIN FELSEFENİN TEMELLERİ**

Endüstri tarihinin ilk yıllarından beri firmalar rekabet halindedirler ve satışlarını arttırmak için küresel bir yarış içerisinde. Firmalardaki yöneticiler ürün ve hizmetlerin üretiminin ve dağıtımının en hızlı ve en ekonomik yollarını aramaktadırlar. Küresel rekabetteki baskı doğudan dünyaya yayılırken üretim firmalarının ayakta kalması üretim maliyetlerinin azaltılabilmesine, ürünlerin sürekli geliştirilebilmesine ve sosyo-teknolojik gelişmelerdeki değişimlere ayak uydurabilme becerisine bağlıdır. Bu nedenle randımanlı, verimli ve kusursuz olabilmenin anahtarı yalın üretimdir. Yalın üretimin basit ve detaylı bir şekilde ne anlama geldiğini anlayabilmek için yalın üretim tanımları ve bu tanımlarda geçen bazı temel yalın kavramları bilmek gerekir. Yalın üretim; yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan ve hata, maliyet, stok işçilik, geliştirme süreci, üretim alanı, fire, müşteri memnuniyetsizliği gibi unsurların, en aza indirildiği üretim sistemidir.

Yalın Üretim çok basit bir tanımlamayla daha az zamanda, daha az stok miktarları, daha az boş çalışan ve sermaye kullanımı ile daha fazla üretim yapma esasına dayanmaktadır. Yalın üretim sistemine, tam zamanında üretimi de içeren kapsamlı bir üretim sistemi gözüyle bakılmaktadır. Daha geniş bir ifade ile yalın üretim en az kaynak kullanımıyla, en kısa zamanda, en ucuz ve hatasız üretimi müşteri talebine bire bir cevap verecek şekilde en az israf ve nihayet tüm üretim faktörlerini en esnek şekilde kullanıp potansiyellerin tümünden yararlanmak olarak tanımlanabilmektedir. Mutlak kabul görmüş tüm kural ve ilkeleri sorgulayan, hiçbir yerleşik kaniyi mutlak görmeyen şüpheli bir yaklaşımın, ya da felsefenin ürünü olarak doğmuş ve gelişmiştir [4].

#### **3.1 Değer Akışı Yaklaşımı**

##### **3.1.1 Değer Akımı**

Ürün gerçekleştirebilmek için hammadde tesliminden bitmiş ürün teslimatına kadar gereken tüm aktiviteler bütününe nihai müşterinin tanımıyla iyikeleştirilmesidir. Değer akımı, bir ürünün işletmedeki üç yönetim görevinden geçmesinde gerekli olan tüm adımlardır[6]

##### **3.1.2 Ürün Ailesi Seçimi**

Başlamadan önce açıkça anlaşılması gereken nokta, tek bir ürün ailesi üzerine odaklanılması gerektiğidir. Müşteriler tüm ürünlerle değil kendi çok özel ürünleriyle ilgilenirler.

Bu nedenle, üretim alanından geçen her şeyi haritalandırmak gerekmez. Değer akış haritalama tek bir ürün ailesi için, kapıdan-kapıya, süreç adımlarını (malzeme ve bilgi) boyunca yürümek ve onları izlemek demektir.

##### **3.1.3 Neden Değer Akış Haritalama**

-Malzeme ve Bilgi akışının resmedildiği görsel bir araçtır.

- Ürün gerçekleştirebilmek için gerekli tüm aktiviteleri kapsar.
- Tüm sistemin iyileştirilmesi için kullanılır.
- Üretim alanının kurşun kalem ve kâğıt kullanılarak çizilmiş resmidir.
- İsrafların resmedilerek, ortadan kaldırılmaları için plan oluşturulmasını sağlar,
- Malzeme ve bilgi akışı bağlantısını kurar,
- Fonksiyonel birimlerin bütünü görerek ve anlayarak çalışmalarını sağlar,
- Yalın uygulamalar için yol haritasını oluşturur.

#### **3.1.4 Haritalandırma seviyeleri**

- Süreç seviyesinde.
- Fabrika seviyesinde. **(Başlangıç Noktası)**
- Akım üzerindeki diğer fabrikalar seviyesinde.
- Diğer firmalar seviyesinde.

#### **3.1.5 Haritalama Aracını Kullanma**

İlk adım, sahadan bilgi toplayarak mevcut durumun çizilmesidir. Bu, gelecek durumu tasarlamak için ihtiyacımız olan bilgiyi sağlar. Ayrıca, mevcut ve gelecek durum arasındaki oklar iki yönlü gitmektedir. Bu durum, mevcut ve gelecek durumlardaki gelişmelerin birbirini etkileyen çalışmalar olduğunu gösterir. Gelecek durum ile ilgili fikirler mevcut durum haritasını çizerken oluşacaktır. Benzer şekilde gelecek durum çizimi, mevcut durumla ilgili daha önce gözden kaçırılan önemli bilgileri ortaya çıkaracaktır.[1]

#### **3.2 Yalın Üretim Teknikleri**

Yalın üretim tekniklerinin temel uygulamaları şunlardır;

- Kanban Sistemi
- Tek Parça Akışı
- Üretim Dengeleme (HEIJUNKA)
- Makineler ve Atölyeler Arası Senkronizasyon
- U Tipi Yerleşim Planı ve İş Rotasyonu
- Otonomasyon (JIDOKA)
- Poka-Yoke ve Deney Tasarımı (DOE)
- 5S - Tertip, Düzen, Temizlik
- Toplam Üretken Bakım (TPM)

- Bir Dakikada Kalıp Değişirme (SMED)
- Kaizen ve Kalite Çemberleri
- Sorun Çözme Tekniklerinin Kullanılması [3].

Bu uygulamaların bazıları otomotiv işletmelerinde kullanılabilirken, bazıları ise uygulama imkânı bulamamaktadır. İşletmelerde verimliliğin artırılmasında işletmedeki mevcut sistemin maksimum düzeyde kullanılmasının önemi çok büyüktür. Bu amaçla, bu çalışmada yalın üretim sistemi bileşenlerinin hangilerinin iplik işletmelerine uygun olduğu ve bunların ne şekilde kullanılabileceği incelenmiştir.

**Kanban sistemi:** Çekme sistemi olarak da tanımlanan sistemin temel yapısı; bir sonraki operasyonun ihtiyaç duyduğu anda ve miktarda malzemeyi bir önceki operasyondan almasıdır. Bir önceki operasyon da, bir sonraki operasyonun çektiği kadar üretir. Kısaca, talep son montajdan geriye dönük olarak yapılmaktadır. İplik işletmelerinde ne kadar iplik üretileceği gelen siparişe göre hesaplanmaktadır. Buna göre iplik makinelerinden geriye doğru, her makinede bir öncekinden gereken miktarı talep etmektedir. Kanban uygulaması için üretim miktarı ve üretim süresi bileşenleri ile bir önceki aşamadan talep zamanı belirlenmelidir.

**Tek parça akışı:** Herhangi bir atölye içinde, bir parçanın son şeklini alması için gerekli olan tüm makinelerin, parçanın işleme akışı esas alınarak yerleştirilmesidir. Bu şekilde zaman kaybı olmadan ve uzun taşıma süreleri olmaksızın malzeme akışı sağlanmaktadır. İplik işletmelerinde parça usulü çalışma olmadığı için bu uygulama yapılamamaktadır.[2]

**Makineler ve atölyeler arası eşleme:** Malzemenin arka arkaya işlendiği makinelerin kapasitelerinin denkleştirilmesi gerekir. İplik işletmelerinde daha kurulum aşamasında buna dikkat edilmektedir. Birbirini takip eden işlemlerin makinelerinin kapasiteleri hesaplanarak buna göre makine parkı düzenlenmektedir.[2]

**U tipi yerleşim planı:** Bu uygulamada makineler U şeklinde yerleştirilerek gereksiz iş gücü hareketlerinin elimine edilmesi amaçlanmaktadır. Ancak iplik işletmelerinde makinelerin çok fazla yer işgal etmekte ve yer değişimleri mümkün olmamaktadır, ayrıca iplik üretimi çok fazla emek yoğun bir süreç değildir.[4]

**JIDOKA - Otonomasyon:** Herhangi bir sorun tespit edildiğinde daha fazla israfa neden olmamak için operatöre üretim hattını durdurma yetkisinin verilmesidir. İplik işletmelerinde makineler bazı durumlarda kendilerini otomatik olarak durdurmaktadırlar. Bunun dışında işçinin bir sorun fark etmesi durumunda makineyi durdurmaktan yetkili kişiye haber vermesi gerekmektedir.

**POKA - YOKE:** Esasen insani unsurlardan kaynaklanan hata kaynakları ortadan kaldırılmasıdır. İplik işletmeleri otomasyonun oldukça fazla kullanıldığı yerler olduğundan insan hataları minimize edilmiştir. Makinelerin elektronik ekranlarında, üretim parametreleri ve ürün bilgileri görülebilmektedir. Üretim esnasında yapılan çevrimiçi kontroller de bu hataların tespitini ve hızlı müdahalesini imkânlı kılmaktadır. **5S:** Tertip, düzen ve temizlik için gerekli olan temel noktaların Japonca kelimelerinin baş harflerinden oluşan kavramdır: (SEIRI - Yapılanma, SEITON - Düzen, SEISO - Temizlik, SEIKETSU - Süreklilik, SHITSUKE - Özen). Kapsamı eşyaları doğru yerlere yerleştirmek, sınıflandırmak, kirliliğin gerçek sebebini bulmak, temizlenmesi zor alanlardan kurtulmak, ulaşım için gerekli olan yerleşimin makine, teçhizat ve taşıma araçları düşünülerek yapılması, temizlik, elde edilen ideal durumun devamı için standartların ve sorumlulukların belirlenmesi ve alışkanlık haline getirilmesidir.

İplik işletmelerinde de diğer tüm işletmelerde olduğu gibi israfı, iş kazasını, arızayı, şikâyeti minimum düzeye çekerek çalışma ortamının iyileştirilmesi amaçlanmaktadır. Özellikle bakım sürelerinin kısaltılması ve iş karmaşasının önlenmesi için mutlaka uygulanması gerekmektedir.[3]

**DOE - Deney Tasarımı:** "Kalite ürün ile birlikte tasarlanır" düşüncesi ile üretimdeki kritik problemleri ortadan kaldıracak tasarımın yapılmasıdır.

**TPM - Toplam Üretken Bakım:** Makine ve malzemelerin, verimlilik ve etkinliğini artırmak, makine duruşlarını ortadan kaldırmak için yapılan arıza bakım, koruyucu bakım ve verimli bakım gibi tüm çalışmaları kapsar. Amaç; işgücü, malzeme ve zaman israflarını ortadan kaldırmaktır. İplik işletmelerinde yapılan önleyici bakım faaliyetleri ile arızanın olması ve bu nedenle makinelerin durarak üretimi aksatması önlenmeye çalışılmaktadır [3].

**SMED - Bir dakikada kalıp değiştirme:** Bir makinenin bir parçadan değişik başka bir parçaya bir dakikalık zaman diliminde geçebilme yeteneğini ifade etmektedir. İplik işletmelerinde tip değişimleri, sistemli ve standartlaştırılmış çalışmalarla çok kısa sürelerde gerçekleştirilebilmektedir [5].

**Sorun Çözme Tekniklerinin Kullanılması:** Sorunlara etkin çözümler getirebilmek için, sorunlar hakkında doğru, yeterli ve anlamlı verilerin toplanması gereklidir. Günümüzde sorunların çözümlenmesinde beyin fırtınası, gruplandırma, çetele tablosu, kontrol çizelgesi, histogram, pareto analizi, sebep - sonuç diyagramı, dağılım diyagramı, afinite diyagramı, matris diyagramları, matris - veri analizi, süreç karar diyagramı, ok diyagramları gibi çeşitli yöntemler kullanılmaktadır [6].



#### 4. FİRMADA YAPILAN UYGULAMALAR

##### 4.1 Çalışma Yapılacak Alanın Belirlenmesi

Çalışmanın yapılacağı alan olarak firmanın en çok sorun yaşadığı konektör olan ve family seal olarak adlandırılan konektörü belirledik.

Family seal konektörü Toyota markasının corolla ve auris araçlarında engine ailesinde airbag konektörü olarak kullanılmaktadır. FS konektörü hep içerdiği yuva sayısı hem de yapısal özellikleriyle diğer konektörlerden ayrılmaktadır. FS konektörüne jelli konektörde 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 gözükümlerdir.



Şekil 2. Konektör resmi arka görünüş



Şekil 3. Konektör resmi ön görünüş

Resimlerde görüldüğü gibi FS konektöründe 140 adet terminal yuvası bulunmaktadır. Buda 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 airbag ürününde kullanıldığı için tamiri mümkün değildir. FS konektöründe en çok karşılaşılan hatalar:

**Yanlış Adres:** Operatörün dikkatsizliği yada 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 yapması 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 adet tir.

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 adet tir.

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.

#### **4.2 Balık Kılıcı Yöntemi**

Aşağıda belirtilen hatalar için balık kılıcı diyagramı hazırlanmış ve sonuçlar aşağıda paylaşılmıştır.

##### **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.

##### **Conta Yırtılması**

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 bununla contayı yırtmasıdır.

##### **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.

### 4.3 Family Seal Konektöründe Kaizen çalışması

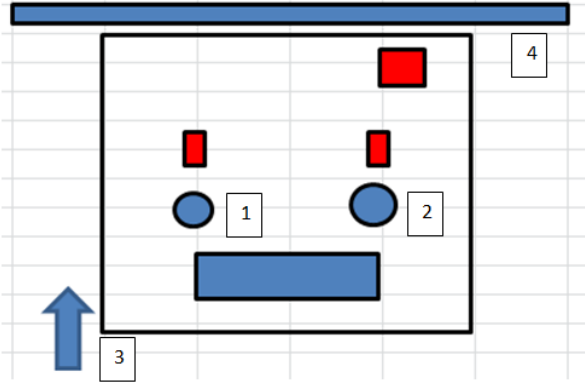
Konektörde oluşan hataların birçoğu operasyon standardı hazırlanarak çözülebilir. Ancak yanlış terminal hatasının en önemli sebebi bir navigasyon sisteminin olmamasıdır. Burada navigasyon sisteminden kasıt eğer operatör işlemi yaptığı sırada ona hangi terminali ne şekilde ve nereye takacağını gösteren 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.

#### 4.3.1 Kurulan Sistemin Çalışma Şekli

Konektör için kurulan sistemde operatörün terminali önce doğru şekilde tuttuğunu kontrol edebileceği daha sonrada nereye takacağını göstereceği bir sistem olmalıdır. Daha önce konektör üzerine bir şablon konularak hangi renk ve kalınlıktaki kablonun 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 4. Family Seal Konektörü Grafikselsel 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 numaralı Swatch üzerindeki yuvaya yerleştirdiğinde 1 numaralı Swatch ışığı yanıyor ise terminal konektöre takılacak şekildedir. Eğer yanmıyorsa terstir.

**2 Numara: Kalın uçlu Terminal Devresi**

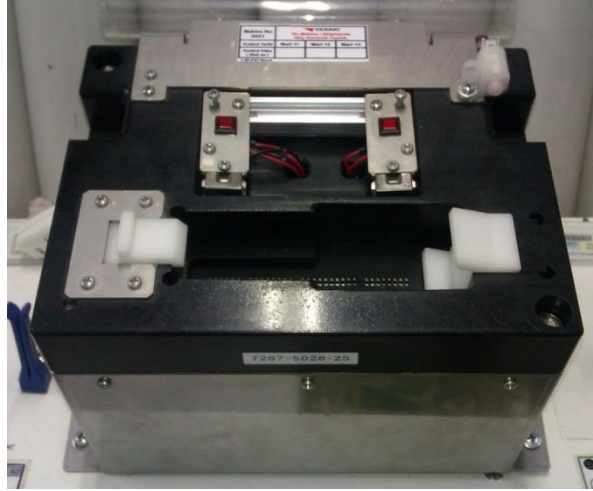
Bu devre kalın uçlu terminallerin, konektöre takılmadan önce kontrol edilmesi amacıyla yapılmıştır. Operatör terminali doğru şekilde tutup 2 numaralı switch üzerindeki yuvaya yerleştirdiğinde 2 numaralı switch ışığı yanıyor terminal konektöre takılacak şekildedir. Eğer yanmıyorsa terstir.

**3 Numara: İt-Çek-Çek Devresi**

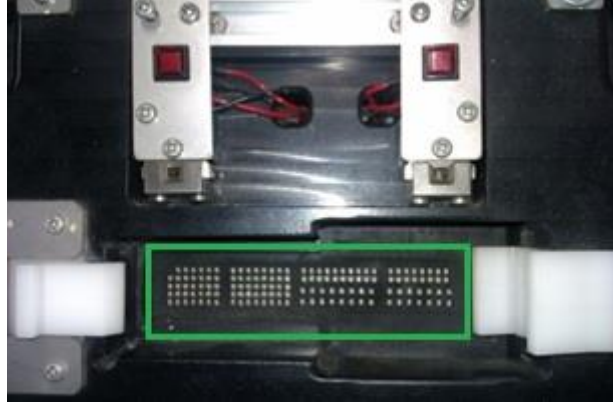
Operatör terminali kontrol edip taktıktan sonra terminali yukarı doğru çekmektedir. Bu aşamada konektör yuvası da yukarıya kalkar ve tekrar oturursa terminal yerine oturmuştur. Eğer çektiğinizde terminal çıkıyorsa program bir sonraki aşamaya geçmez ve terminalin oturtulması gerekir.

**4 Numara: Kilit Kapama Kolu**

Terminaler takılıp program bittiğinde kilit kapama kolunun devre yanmaktadır. Kolu konektörün olduğu yere doğru bastırarak konektörün kilidi kapatılmaktadır.



**Şekil 5. Family Seal Cihazı**



Şekil 6. Family Seal Cihazı Üst Görünüş

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	

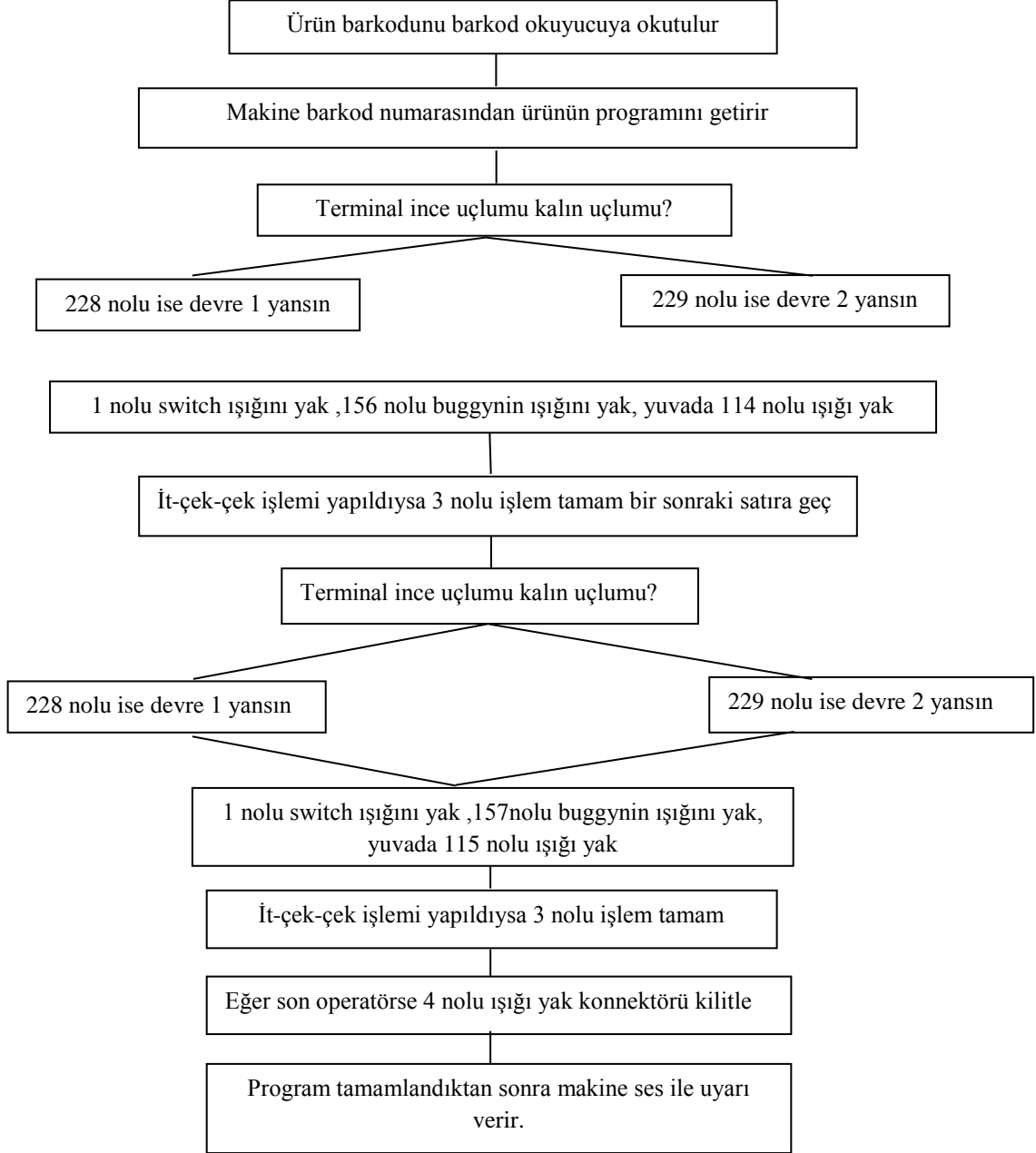
Yukarıdaki tablo FS konektörünün montajında kullanılan yazılımı göstermektedir. Buradaki numaralardan sabit olanları tanımlarsak:

1 Numara: 1 numaralı switch ışığı yanar

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

228 numara: ince uçlu terminal takılacağını belirtir.

## Programın Çalışma Algoritması



Şekil 7. Family Seal Cihazı Çalışma Algoritması

Yukarıda görüldüğü üzere sistem basit bir eğer-ise döngüsüyle çalışmaktadır. Teknik birim buggyler ve konektör yuvası içindeki ışıkların 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.

#### **4.3.2 Poka-Yoke**

Sistem kurulduktan sonra iki temel sorun ortaya çıkmıştır. Bu sorunlar;

1- Operatör işlem sırasını belirleyen programın bittiğini anlayamıyor. Bu aralarda beklemler ve karışıklıklar yaşanıyor.

2-Her family seal cihazında kilit olduğu için operatörler kilitleme işleminin sırasını karıştırabiliyor. Bazen dalgınlıkla konektör kilitlenip 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 tamamlandıktan sonra “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 hazırlanmış olsa operatörler yine de kimin kapatabileceğini karıştırmaktadır. Burada alınacak çözüm sadece kilitleme yapan operatörün kilit mekanizmasının çalışması diğerlerinin 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

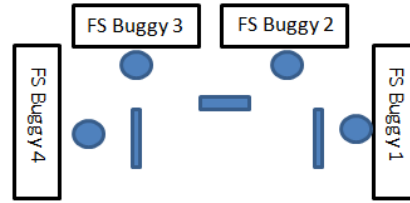


takılmıştır. Bu durumda operatör yanlışlıkla kilidi çekse bile kilit takılacak ve kapanmayacaktır.

#### 4.3.3 İş Standartlaştırma

Family seal konektöründe, konektörün hasarlanmaması ya da yanlış yuvaya terminal takılmaması için önlemler alınmıştır. Ancak ne kadar önlem alırsa 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 8. 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.

Tablo 1. Family Seal iş standarti

SET OPERASYON METODU										ÜRÜN İNO		İŞ STANDARTI- KRİTİK ÜYARİ BELGE NO	
RENK	KON. A	ADRES A	MARKA -A	KON. B	ADRES B	MARKA -B	SUPER GRUP 1 S (5000)	SUPER GRUP 2 S (5000)	GRUP S (5000)	S NO (5000)	ÜRÜN İNO		ÜRÜN İNO
											821210Z220	821210Z860	EM-GNL-C 2-K-12
											220 230 330	330 360	
											220 230 330	330 360	
R 30	XXQ		600	XA1						611009			
W 30	XXP		600	XA0						611008			
G 30	XXN		600	XAZ						611007			
L 30	XXM		600	XAY						611006			
B 600	IFZ		413	NAU						610992	220 230 330	360	
W 114	N7L		600	X43						611001	220 230 330	360	
G 113	N7H		600	X42						611000	220 230 330	360	
B 112	N7E		600	X3S						610999	220 230 330	360	
R 111	N7B		600	X2C						610998	220 230 330	360	
L 35	O2P		600	Y8F						611556		330	
B 600	YAR		106	YCF						611030	220 230 330	360	
Y 106	CAY		600	Z7H						610971			

## OPERASYON TANIMI

K-600: 7287 7345 50 no'lu family seal konektörünün yuvaya takılması

Family seal seti yapılacak ürün numarasının, barkot tabancası ile okutularak programın çalıştırılması

K-30: 7283-1162-30 no'lu konektörün alımp sırası ile R, W, G ve L kabloların takılması. Bu kabloların diğer

uçlarındaki teminallemleri; boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü

yapıldıktan sonra takılması.

B renk kabloların, boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü yapıldıktan

W renk kabloların, boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü yapıldıktan

G renk kabloların, boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü yapıldıktan

B renk kabloların, boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü yapıldıktan

R renk kabloların, boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü yapıldıktan

L renk kabloların, boru ve family seal konektöründe yanan ışık sırasına göre yön kontrolü yapıldıktan

B ve Y twist kabloların, 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

Yukarıdaki tablolarda yer alan bilgiler Terminal 1 ve 2'nin iç adresleri, kullanılan kabloların renklerini içermektedir. Bunun yanında renklere göre de bir poka-yoke yapılmıştır.

**Tablo 2. Family Seal operasyon metodu müşteri bilgi kutusu**

ÜRÜN NO : GAS.NR (Z220-Z230-Z330-860)	MÜŞTERİ:	TOYOTA	TARİH:	01.04.2013
	MODEL:	COROLLA HB ENG.	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 yenileme olduğu ve kaç sayfadan oluştuğu görülebilmektedir.

**Tablo 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)	821210/Z220	821210/Z230	821210/Z330	821210/Z860
											220	230	330	860
											220	230	330	860
R	30	X8Q		600	XA1					611009				
W	30	X8P		600	XA0					611008	220	230	330	860
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 yanıyorsa 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 “süper 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 “süper 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 görebilmehtir.

**Tablo 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 okutulacak 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 5. Family Seal ürün bilgi kutusu**

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

**Tablo 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.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

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

Sistem kurulmadan önceki hata oranı:

Hata oranı =0.005

Yukarıdaki hata oranının maliyet olarak karşılığı yıllık üretim miktarlarından hareketle:

İyileştirmelerden önce:

**Tablo 7. İyileştirme Öncesi Analiz Değerleri**

	Yıllık Üretim(adet)	Hata Oranı	H. Ürün Sayısı(adet)	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 Control	110,900	0.005	555	9.19	5095
				Toplam	16561 TL

İyileştirmeden sonra:

**Tablo 8. İyileştirme Sonrası Analiz Değerleri**

	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 Control	110,900	0.0008	89	9.19	815
				Toplam	2650 TL

Yukarıda görüldüğü gibi hata oranında ciddi bir düşüş yaşanmış ve bu da yıllık olarak 14000 tl gibi bir kazanç sağlamıştır. Bu gelirin bir kısmı teknolojik iyileştirmeyle sağlanmış olsa da, önemli bir kısmını da yalın üretim teknikleri sağlamıştır. 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 standartında ki sırayı takip ederek işlemi 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.

#### **KAYNAKÇA**

[1] Abdulmalek, F. A. ve Rajgopal, J., 2007. Analyzing The Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping via Simulation: A Process Sector Case Study. *International Journal of Production Economics.*, 107, 223-236.

[2] Durmusoğlu, M. B, 2005. Grup Teknolojisi ve Esnek Üretim Dersi, Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi., İstanbul.

[3] Edwards, D. K., Edgell, R. C. ve Richa, C. E., 1993. Standard Operations – The Key to Continuous Improvement in a Just-In-Time Manufacturing System. *Production and Inventory Management Journal*, Vol: 34, No.3, pp. 7-13.

[4] Gunay K., Cetin T. ve Baykoc O.F. (2004) "Montaj Hattı Dengelemede Geleneksel ve U Tipi Hatların Karşılaştırılması ve Bir Uygulama", *Teknoloji*, 3:351-359  
Ignall, E.J. (1965) "A Review of Assembly Line Balancing" *Journal of Industrial Engineering*, 16:4

*Management Science*, 40: 1378-1388

[5] Monden, Y. (1998) *Toyota Production System - An Integrated Approach to JustinTime*, 3rd ed. Kluwer, Dordrecht