

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

**KİTLE ÜRETİMİNDEN YALIN ÜRETİME GEÇİŞ  
SÜRECİ: BİR LASTİK FABRİKASINDA UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**End.Müh. Buket KAZICIOĞLU**

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Y. Doç. Dr. Harun R. YAZGAN**

**Mayıs 2009**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

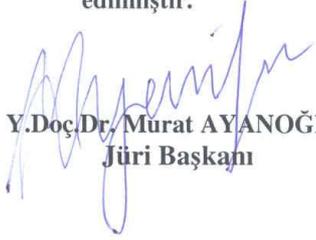
**KİTLE ÜRETİMİNDEN YALIN ÜRETİME GEÇİŞ  
SÜRECİ: BİR LASTİK FABRİKASINDA UYGULAMA**

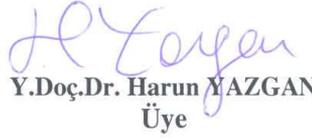
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

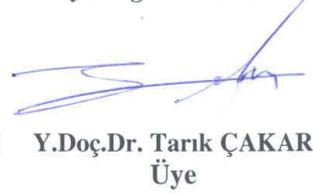
**End.Müh. Buket KAZICIOĞLU**

**Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

Bu tez 18 / 06 /2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

  
Y.Doç.Dr. Murat AYANOĞLU  
Jüri Başkanı

  
Y.Doç.Dr. Harun YAZGAN  
Üye

  
Y.Doç.Dr. Tarık ÇAKAR  
Üye

## **TEŞEKKÜR**

Bu tezin ortaya çıkmasında, baŐlangıcından sonuna kadar gerekli bütün tavsiye ve imkânlarını sunan, başta uygulamanın gerçekleŐtiĐi İŞletme Direktörü Güven Logoğlu'na ve Sürekli Geliştirme Müdürü Utku İlhan'a en içten teŐekkürlerimi ve Őükranlarımı sunarım. Yardımları ve yönlendirmeleri için danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Harun ReŐit Yazgan'a, ayrıca öğrenimim boyunca gerekli bursu sağlayan TÜBİTAK Bilim İnsanımı Destekleme Derneği'ne katkılarından dolayı teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

|  |      |
|--|------|
| TEŞEKKÜR.....  | ii   |
| İÇİNDEKİLER .....  | iii  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....                         | vi   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                       | viii |
| TABLolar LİSTESİ.....  | x    |
| ÖZET.....  | xi   |
| SUMMARY.....   | xii  |
| BÖLÜM 1.   |      |
| GİRİŞ.....   | 1    |
| BÖLÜM 2.   |      |
| ŞİRKET GEÇMİŞİ.....  | 3    |
| 2.1. Organizasyonel Yapı ve Kültür.....                      | 4    |
| 2.2. Ürünler ve Proses.....                                  | 5    |
| 2.3. Şirkette Yalın Üretim Sistemi.....                      | 6    |
| BÖLÜM 3.   |      |
| YALIN ÜRETİM.....  | 9    |
| 3.1. Yalın Üretim Sisteminin Doğuşu.....                     | 9    |
| 3.1.1. Prosesteeki 7 önemli israf.....                       | 11   |
| 3.1.2. Yalın üretim prensipleri.....                         | 11   |
| 3.1.3. Kaizen çalışmaları.....                               | 11   |
| 3.2. Yalın Üretimde Organizasyonel Yapı.....                 | 12   |
| 3.2.1. Kısa vadede yalın üretim organizasyonu oluşturma..... | 12   |
| 3.2.2. Orta vadede yalın üretim organizasyonu oluşturma..... | 14   |

|  |    |
|--|----|
| 3.2.3. Uzun vadede yalın üretim organizasyonu oluşturma..... | 15 |
| 3.3. Yalın Üretim Araçları.....                              | 15 |
| 3.3.1. Basit tanımlar.....                                   | 15 |
| 3.3.2. Yenilemeli çekme sistemi.....                         | 16 |
| 3.3.3. Kanban sistemi.....                                   | 20 |
| 3.3.3.1. Kanban çeşitleri.....                               | 21 |
| 3.3.4. TPM.....  | 22 |
| 3.3.5. Görsel yönetim.....                                   | 23 |
| 3.3.6. Model değiştirme zamanının azaltılması.....           | 24 |
| 3.3.7. 5S.....   | 26 |
| 3.3.8. Hücresel üretim.....                                  | 27 |
| 3.3.9. Poke – Yoke.....                                      | 28 |
| 3.3.10. 6 Sigma .....  | 29 |

#### BÖLÜM 4.

|   |    |
|---|----|
| DARBOĞAZ VE İSRAFLARIN BELİRLENMESİ.....                          | 31 |
| 4.1. Yalın Üretimin Doğuşu ve Değişim Zemininin Hazırlanması..... | 31 |
| 4.2. Değer Akış Haritalama.....                                   | 33 |
| 4.2.1. Ürün ailesinin seçimi.....                                 | 33 |
| 4.2.2. Malzeme ve bilgi akışı.....                                | 34 |
| 4.2.3. Değer akış haritalama adımları.....                        | 34 |
| 4.3. İşletme Mevcut Durum Değer Akış Haritalama.....              | 36 |
| 4.3.1. Ürün ailesinin seçimi.....                                 | 36 |
| 4.3.2. Proses akışı.....  | 36 |
| 4.3.3. Malzeme ve bilgi akışı.....                                | 37 |
| 4.3.4. Mevcut durum haritası.....                                 | 38 |

#### BÖLÜM 5.

|  |    |
|--|----|
| İYİLEŞTİRME PLANLARININ OLUŞTURULMASI.....                 | 42 |
| 5.1. Bitmiş Ürün Süpermarketi veya Doğrudan Sevkiyat ..... | 42 |
| 5.2. Sürekli Akışın Mümkün Olduğu Yerler.....              | 43 |
| 5.3. Süpermarket Çekme Sisteminin Kurulması.....           | 44 |
| 5.4. Tempo Belirleyici Sürecin Seçilmesi.....              | 45 |

|   |           |
|---|-----------|
| 5.5. Tempo Belirleyici Süreçte Ürün Karmasının Seviyelendirilmesi....   | 46        |
| 5.6. Tempo Belirleyici Süreçte Çizelgeleme.....                         | 47        |
| 5.7. Gelecek Durum Haritası ve İyileştirme Projelerinin Belirlenmesi... | 48        |
| <b>BÖLÜM 6.</b>   |           |
| <b>KÜLTÜR DEĞİŞİMİ VE İYİLEŞTİRMELERİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ</b>           | <b>52</b> |
| 6.1. Hücre Sistemi.....   | 52        |
| 6.2. Ürün Karmasının Seviyelendirilmesi.....                            | 55        |
| 6.2.1. Hücre çekme sistemi.....   | 58        |
| 6.3. Bitmiş Ürün Envanterinin Oluşturulması.....                        | 64        |
| 6.4. Süpermarket Çekme Sistemi.....                                     | 65        |
| 6.5. Model Değişim Sürelerinin İyileştirilmesi.....                     | 70        |
| 6.5.1. Montaj 1 model değişim süresinin iyileştirilmesi.....            | 71        |
| 6.5.2. Pişim model değişim süresinin iyileştirilmesi.....               | 73        |
| 6.6. Montaj 1 6 Sigma Projesi.....                                      | 75        |
| 6.7. Hücre Sistemi 6 S Çalışması.....                                   | 80        |
| 6.8. Performans Değerlendirme.....                                      | 82        |
| 6.8.1. Süreç içi stok performans gelişmeleri.....                       | 83        |
| 6.8.2. Zamanında teslimat performans gelişmeleri.....                   | 85        |
| 6.8.3. Çevrim süresi performans gelişmeleri.....                        | 86        |
| 6.8.4. İşçi başına çıktı performans gelişmeleri.....                    | 86        |
| 6.8.5. Model değişim süreleri performans gelişmeleri.....               | 88        |
| 6.8.6. İlk seferde doğru yapma yüzdesi.....                             | 88        |
| <b>BÖLÜM 7.</b>   |           |
| <b>SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>  | <b>90</b> |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>   | <b>93</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>  | <b>95</b> |

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

|            |   |
|------------|---|
| ABC        | : Ürün satış hacmine göre ürün segmentleme analizi            |
| C/O        | : Model değişim zamanı (Changeover)                           |
| C/T        | : Çevrim zamanı (Cycle time)                                  |
| CIS        | : Sürekli İyileştirme Sistemi (Continuous Improvement System) |
| DMAIC      | : Define – Measure – Analyse – Improve - Control              |
| EPE        | : Her parça her (Every part every)                            |
| FIFO       | : İlk giren ilk çıkar (First in first out)                    |
| I          | : Stok (Inventory)  |
| JIT        | : Tam zamanında üretim (Just in time)                         |
| $K_{max}$  | : Maksimum kanban sayısı                                      |
| $K_{min}$  | : Minimum kanban sayısı                                       |
| Maks. Stok | : Maksimum Stok   |
| Min. Stok  | : Minimum Stok  |
| OE         | : Otomotiv Firmaları (Original Equipments)                    |
| PLT        | : Üretim temin süresi (Process lead time)                     |
| PM         | : Önleyici bakım (Preventive maintenance)                     |
| S          | : Standart sapma  |
| SMED       | : 10 dk.'nın altında model değişim süresi                     |
| TDMS       | : Günlük yönetim sistemi (Team daily management system)       |
| TPM        | : Toplam verimli bakım (Total productive maintenance)         |
| TÜS        | : Toyota Üretim Sistemi                                       |
| TÖAİK      | : Tanımla – Ölç – Analiz et – İyileştir – Kontrol et          |
| Uptime     | : Makine kullanım kapasitesi oranı (%)                        |
| $V_k$      | : Varyans katsayısı   |
| VSM        | : Değer akış haritalama (Value stream mapping)                |
| WIP        | : Süreç içi stok (Work in process)                            |

|           |                                |
|-----------|--------------------------------|
| $\bar{X}$ | : Ortalama                     |
| X         | : Girdiler                     |
| x         | : Girdi control noktaları      |
| Y         | : Kritik karakteristikler      |
| y         | : Ölçülebilir karakteristikler |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Şekil 1.1. | Yalın üretim yol haritası.....                       | 1  |
| Şekil 2.1. | Organizasyonel yapı.....                             | 4  |
| Şekil 2.2. | Lastik imalat prosesi.....                           | 6  |
| Şekil 3.1. | Yalın üretim sisteminin doğuşu.....                  | 9  |
| Şekil 3.2. | Yenilemeli çekme sistemi.....                        | 16 |
| Şekil 3.3. | Standart sapma güvenlik düzeyi.....                  | 18 |
| Şekil 3.4. | Yenilemeli çekme sistemi stok seviyeleri.....        | 19 |
| Şekil 3.5. | Çekme sistemi panosu.....                            | 19 |
| Şekil 3.6. | El aletleri panosu.....                              | 24 |
| Şekil 3.7. | SMED adımları.....                                   | 25 |
| Şekil 3.8. | TÖAİK adımları.....                                  | 30 |
| Şekil 4.1. | Değer akış haritalama adımları.....                  | 34 |
| Şekil 4.2. | Değer akış haritalama sembolleri.....                | 35 |
| Şekil 4.3. | Üretim oranları grafiği.....                         | 36 |
| Şekil 4.4. | Mevcut durum süreç haritası.....                     | 37 |
| Şekil 4.5. | Mevcut durum malzeme ve bilgi akışı.....             | 38 |
| Şekil 4.6. | Mevcut durum haritası.....                           | 40 |
| Şekil 5.1. | Gelecek durum çekme sistemi geniş gösterimi.....     | 45 |
| Şekil 5.2. | Gelecek durum tempo belirleyici süreç gösterimi..... | 46 |
| Şekil 5.3. | Yalın üretim araçları.....                           | 48 |
| Şekil 5.4. | Gelecek durum haritası.....                          | 50 |
| Şekil 6.1. | Mevcut durum malzeme akışı.....                      | 52 |
| Şekil 6.2. | Hücre oluşturulmadan önceki yerleşim.....            | 54 |
| Şekil 6.3. | Hücre oluşturulduktan sonraki yerleşim.....          | 55 |
| Şekil 6.4. | Yarı mamül hazırlama temin süreleri.....             | 65 |
| Şekil 6.5. | Çekme sistemi akışı.....                             | 70 |

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Şekil 6.6.  | TÖAİK adımları.....                                       | 76 |
| Şekil 6.7.  | Odaklanacak hataları gösteren pareto grafiği.....         | 76 |
| Şekil 6.8.  | Süreç girdileri grafiği.....                              | 77 |
| Şekil 6.9.  | Hata oranlarını ürün bazında gösteren pareto grafiği..... | 78 |
| Şekil 6.10. | Deney tasarımı optimizasyon grafiği.....                  | 79 |
| Şekil 6.11. | 6S projesi öncesi ve sonrası.....                         | 81 |
| Şekil 6.12. | Hücre performans ölçümü.....                              | 83 |
| Şekil 6.13. | Hücre öncesi süreç içi stok seviyeleri.....               | 84 |
| Şekil 6.14. | Hücre sonrası süreç içi stok seviyeleri.....              | 84 |
| Şekil 6.15. | Mevcut ve gelecek durum bitmiş ürün stok seviyeleri.....  | 85 |
| Şekil 6.16. | Zamanında teslimat performansı.....                       | 85 |
| Şekil 6.17. | Hücreler ve performans kriterleri.....                    | 87 |
| Şekil 7.1.  | Yalın üretim yol haritası.....                            | 91 |

## TABLolar LİSTESİ

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tablo 6.1. | Ürün – Hücre Matrisi.....                                | 56 |
| Tablo 6.2. | HücreseL üretim çizelgesi.....                           | 57 |
| Tablo 6.3. | İmalat hücresi için ürün çeşitliliği tablosu.....        | 59 |
| Tablo 6.4. | Minitab programında varyans katsayıları hesabı.....      | 61 |
| Tablo 6.5. | Ürün bazında süreç içi stoklar ve kanban miktarları..... | 63 |
| Tablo 6.6. | Bitmiş ürün stok miktarları.....                         | 64 |
| Tablo 6.7. | Çemberleme prosesinde mümkün olan kod değişim adedi..... | 67 |
| Tablo 6.8. | Süpermarket çekme sistemi.....                           | 69 |
| Tablo 6.9. | Model değişim işlem adımları.....                        | 71 |
| Tablo 6.10 | Mevcut durum model değişim gantt şeması.....             | 72 |
| Tablo 6.11 | Gelecek durum model değişim gantt şeması.....            | 73 |
| Tablo 6.12 | Kalıp model değişim mevcut durum operasyon süreleri..... | 74 |
| Tablo 6.13 | İyileştirilmiş kalıp değişim operasyon süreleri.....     | 75 |
| Tablo 6.14 | Deney tasarımı faktör değerleri.....                     | 79 |
| Tablo 6.15 | Performans ölçüm sıklık tablosu.....                     | 83 |
| Tablo 6.16 | Hücre öncesi ve sonrası işgücü ihtiyacı.....             | 86 |

## ÖZET

Anahtar kelimeler: Yalın Üretim, Değer Akış Haritalama, Kaizen, Yenilemeli Çekme Sistemi, SMED, 5S, Yalın 6 Sigma

Yalın üretimin amacı, yedi büyük günah olarak görülen israfları tanımlayıp ortadan kaldırmak ve hammadde ile bitmiş ürün arasındaki süreyi kısaltmaktır. Sonuçta müşteri memnuniyetinde ve kalitede artış, maliyetlerde ise azalma beklenmektedir.

Bu çalışma, işletmelerin yalın üretime geçişte takip edebilecekleri yeni bir Yalın Üretim Yol Haritası önermektedir. Birçok işletmede olduğu gibi Yalın Üretim uygulamalarında yapılan yanlışların başında, bir kültür değişimi sağlamadan salt Yalın Üretim araçlarını kullanarak iyileşme sağlamaya çalışmak gelmektedir. Yalın üretim uygulayan Japon firmalarında sistemleri çalışarak, iletişim kurarak, sorunlar çözerek geliştiren insanlardır.

Önerilen yol haritasına göre Yalın Üretim'e geçiş süreci üç aşamada ele alınmıştır. Birinci aşama, darboğaz ve israfların belirlenmesi, ikinci aşama israfları ortadan kaldırmak için iyileştirme planlarının oluşturulması, üçüncü aşama kültür değişimi ile iyileştirme planlarının gerçekleşmesinden oluşmaktadır.

Sonuçta akış oluşturmak için hücre sistemi uygulanmış, üretim sistemi sabitleştirilerek her gün eşit miktar ve karmada üretim sağlayan yenilemeli çekme sistemi kurulmuştur. Nokta Kaizen çalışmaları ile proses kararlılığında, Akış Kaizen çalışmaları ile çevrim süresinde iyileşme sağlanmıştır. Kaizen çalışmalarına mavi yakalılar dâhil edilerek kültür değişimi sağlanmaya çalışılmıştır. Değişen durumlara kolay adapte olabilmek için tempo belirleyici süreçte performans kriterlerinin otomatik izlenebildiği bir çizelgeleme sistemi geliştirilmiştir. Son olarak kronik problemleri ortadan kaldırmak için 6 Sigma uygulanmış ve ilk seferde doğru yapma yüzdesi iyileştirilmiştir. Yalın performans kriterleri ve izlenme sıklıkları belirlenmiştir.

Köklü değişikliklerle kültür değişimi gerektiren bir yapıya geçerken birçok engelle karşılaşılacaktır. Ancak başarının arkasındaki en önemli faktör, inanmak yani gönülden bağlılıktır. Başta yöneticiler, ardından çalışanlar Yalın Üretim'e inanır, destekler ve isterse, istenilen sonuçları elde etmek mümkün olacaktır.

# **A TRANSITION PROCESS FROM TRADITIONAL MANUFACTURING SYSTEM TO LEAN MANUFACTURING SYSTEM: AN IMPLEMENTATION IN A TIRE PLANT**

## **SUMMARY**

Key Words: Lean Manufacturing, Value Stream Mapping, Kaizen, Replenishment Pull System, SMED, 5S, Lean 6 Sigma

Lean manufacturing is about identification and elimination of seven wastes and reduction on total lead time which takes to complete the process tasks.

This study presents a new Road Map for Lean Transformation. In many Lean applications, just implementing some lean tool examples without providing a cultural change, can be seen as a main mistake. From the first look at excellent companies in Japan, it's the people who bring the system to life: working, communicating, resolving issues, and growing together, by encouraging and supporting.

The proposed road map is discussed in three stages. The first stage is identification of bottlenecks and waste, the second stage is elimination waste and creation of the improvement plan, the third stage is the realization of cultural change with the improvement plan implementations.

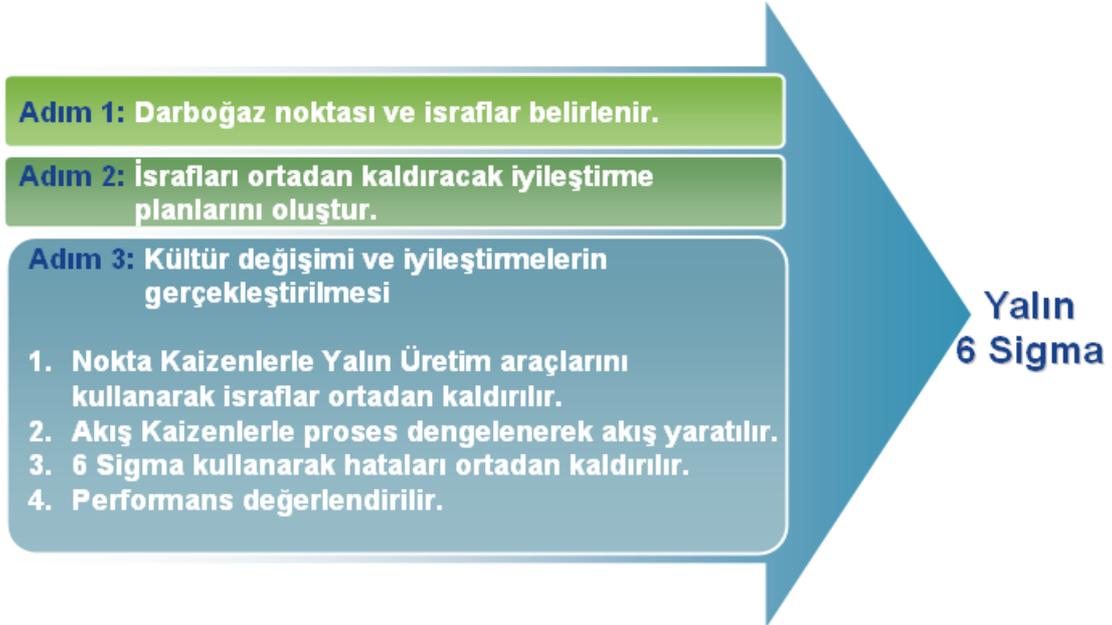
As a result, work cell is implemented to create flow and replenishment pull system with small amounts and same product mix is implemented by leveling out production workload. With Point Kaizens process stability and with Flow Kaizens cycle time reduction is achieved. A new scheduling system which provides monitoring performance criteria for the pacemaker process is developed to be able to adapt easily and simultaneously for the variable environments. First time through perfect percentage is increased by implementing 6 Sigma for chronic problems. Finally, lean performance criteria and frequencies are identified.

If only management and other associates believe in their heart that Lean Manufacturing is the right decision, then they will lead to the results they desire.

## BÖLÜM 1. GİRİŞ

Bugün işletmeler, yaptıkları yatırımları, nakit ve en kısa sürede elde etmek isterler. Üretim ortamlarında bu süre, ham maddenin üretim alanına girmesi ile bitmiş ürün olarak çıkması arasında geçen süre (üretim temin süresi) olarak tanımlanır. Bu süre ne kadar kısa olursa müşteriye daha kısa zamanda ürün sağlayacak esnekliği elde edersiniz. Aynı zamanda da işletme karı artmış olur.

Çalışmada, klasik Yalın Üretim yol haritaları yerine yeni bir yöntem önerilmektedir. İşletmelerin Yalın Üretimi uygulama süreçlerinde takip edebilecekleri yol haritası Şekil 1.1.'deki gibi ortaya çıkmıştır;



Şekil 1.1. Yalın Üretim yol haritası

Geleneksel imalat sistemleri çok fazla süreç içi stok ile çalışarak temin süresinin uzamasını sağlarlar. Çünkü bu tür imalat ortamlarında darboğazların nerelerde olduğu bilinmez. Her imalat ortamında her zaman bir adet darboğaz noktası vardır. Süreç içi stokları azaltırsanız darboğaz noktasında imalat kesintiye uğrar.

Yalın Üretim'in stratejik düzeydeki araçlarıyla (Değer akış haritalama, Darboğaz noktası analizi) ilk olarak darboğaz noktası belirlenmelidir. Ardından darboğaz noktasındaki israflar belirlenerek Yalın Üretim'in sunduğu taktiksel araçlarla (Hücre Sistemi, Çekme Sistemi, SMED, Kaizen, 5S, Poke Yoke, TPM), Kaizen çalışmaları kapsamında, değer katmayan faaliyetler elimine edilmelidir. Bu şekilde hem basit değer katmayan faaliyetlerden kurtulmuş olur, hem de çalışanların katılımını sağlayarak değişime daha çabuk adapte olmaları sağlanır. Ancak daha sonra, müşteri talebini karşılamada daha da etkin olmak için, çevrim süreleri üzerine odaklanılmalıdır.

6 Sigma ile daha uzun sürecek, aynı zamanda istatistiksel araştırma gerektiren çalışmalar yapılarak Yalın Üretim sistemlerine entegre edilir. Böylece bütün işletmelerin hedeflediği Yalın 6 Sigma seviyesine ulaşılır.

Yapılan çalışmada yukarıdaki adımları takiben bir yalın üretim uygulaması bulunmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde, uygulamanın gerçekleşeceği işletme hakkında genel bilgi verilmektedir.

Üçüncü bölümde yalın üretim araçları ile ilgili genel bilgiler verilmektedir.

Dördüncü bölümde ele alınan işletmede darboğaz noktalarını ve israfları belirlemek için mevcut durum haritası oluşturulur. Bu aşamada Değer Akış Haritalama aracı kullanılmaktadır.

Beşinci bölümde israflar ortadan kaldırıldığında ulaşılması istenen hedefleri gösteren gelecek durum haritası sunulmaktadır.

Altıncı bölümde ise hedeflenen duruma ulaşmak için Yalın Üretim'in sunduğu taktiksel araçların işletmede uygulamaları ve performans değerlendirmesi bulunmaktadır.

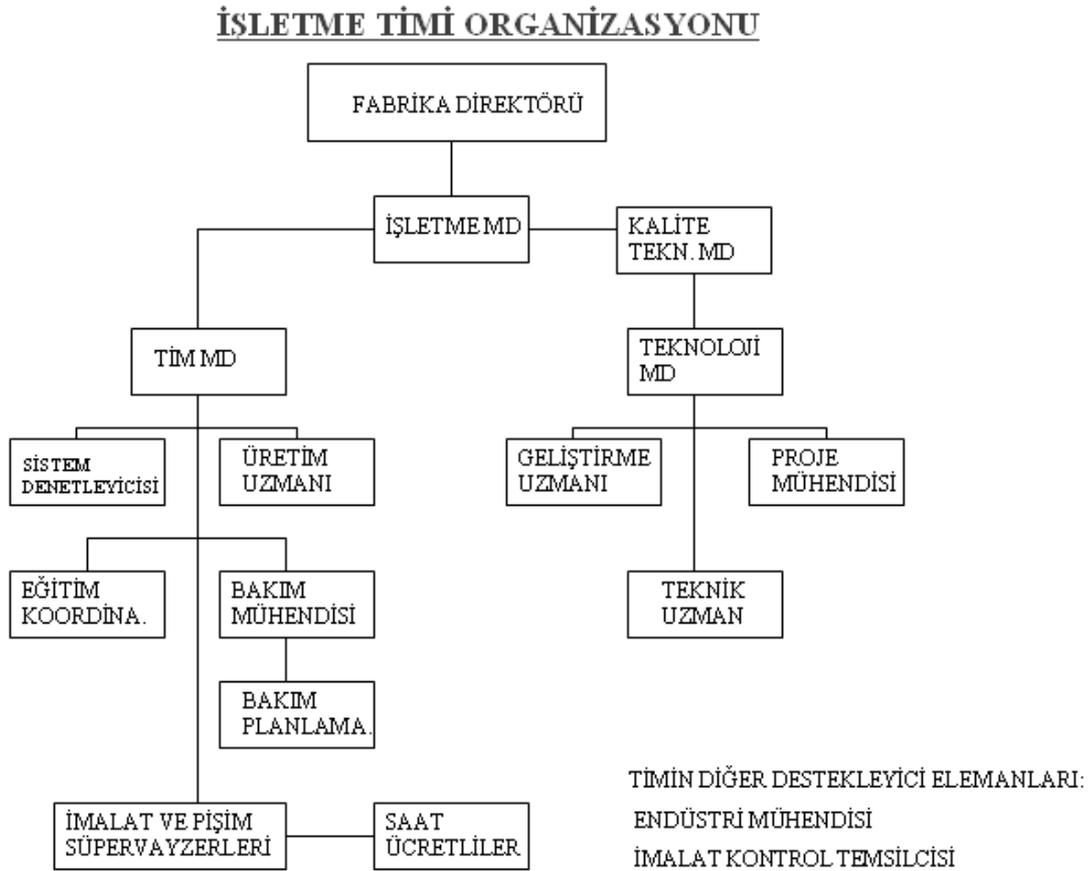
## **BÖLÜM 2. ŞİRKET GEÇMİŞİ**

Şirketin ilk fabrikası 1898 yılında kurulmuştur. 1898 yılındaki ilk bisiklet lastiğinden itibaren dünyanın en büyük lastik şirketi olma doğrultusunda hızla yol almıştır. 1926'da dünyanın en büyük kauçuk şirketi olmuştur. Bugün, altı kıtadaki varlığı, yılda 15 milyar dolarlık satış cirosu ile dünyanın en büyük lastik şirketidir.

Şirketin Avrupa'daki varlığı, 1912 yılında şirketin Londra'daki ilk ofisinin açılmasıyla başlamıştır. Şirket, şu anda Avrupa'nın ikinci en büyük lastik üreticisidir. Şirketin Avrupa tesisleri arasında iki adet büyük ve en son teknolojiden yararlanan mekânı bulunmaktadır. Lüksemburg'da bulunan Merkez, şirketin Avrupa ve Asya'daki lastik araştırma ve geliştirme çalışmalarının merkezidir.

Şirketin Türkiye'deki ilk fabrikası, 1961'de kurulmuştur. İlk Türk malı lastiğinin Avrupa'ya ihracatı, 8 Şubat 1967'de gerçekleştirilmiştir.

## 2.1. Organizasyonel Yapı ve Kültür



Şekil 2.1. Organizasyonel Yapı

Şirketin kültür öğeleri aşağıdaki gibidir;

- Müşteri Odaklılık: Müşteri isteklerini hatasız karşılamak
- Liderlik: Şirket içinde doğru insanları doğru yerlerde kullanmak
- Para kraldır: Pozitif para akışı, kazançların kararları yönetmesi
- Düşük maliyet yapısı: Bütün harcamaları düşürmek
- Güçlü Dağıtım: Doğru dağıtım kanalı ile doğru ürünü doğru müşteriye ulaştırmak
- Marka gücünün yaratılması: Dünyadaki zorunlu markalar arasında olmak
- Ürün liderliği: Markanın farklı olması için yenilikçi ürünler geliştirmek
- Tedarik Zincirinin avantajı: Siparişlerin zamanında, tam ve hatasız işlemek

Şirketin vizyonu, misyonu ve sloganı aşağıdaki gibi belirlenmiştir;

|  |  |
|--|--|
| <p><b><u>OUR VISION</u></b></p> <p>Be the best option of our tire supply chain by continuous improvement of our products with highly motivated associates in a healthy and safe environment</p>  | <p><b><u>VİZYONUMUZ</u></b></p> <p>Sağlıklı ve emniyetli bir ortamda, motivasyonu yüksek çalışanlarımız vasıtasıyla, ürünlerimizi sürekli geliştirerek, ait olduğumuz lastik tedarik zincirindeki en fazla tercih edilen kaynak olmak</p>                                      |
| <p><b><u>OUR MISSION</u></b></p> <p>Create a healthy and safe environment where the associates are empowered and performing as a team for continuous improvement of our process and products with effective communication and people development</p> | <p><b><u>GÖREVİMİZ</u></b></p> <p>Çalışanlarımızın gelişimi ve etkin bir haberleşme ile, üretim işlemlerimizi ve ürünlerimizi sürekli geliştirmek üzere, yetkilerle donatılmış olan çalışanlarımızın takım olarak hareket ettiği, sağlıklı ve emniyetli bir ortam yaratmak</p> |
| <p><b><u>OUR MESSAGE</u></b></p> <p><b><u>YOU CAN MAKE A DIFFERENCE</u></b></p> <p>Success can only be achieved with team spirit and people involvement</p>  | <p><b><u>SLOGANIMIZ</u></b></p> <p><b><u>FARKI SİZ YARATABİLİRSİNİZ</u></b></p> <p>Başarı sadece takım ruhu ve çalışanların katılımıyla gerçekleştirilebilir</p>   |

Şekil 2.2. İşletme vizyonu, misyonu ve sloganı

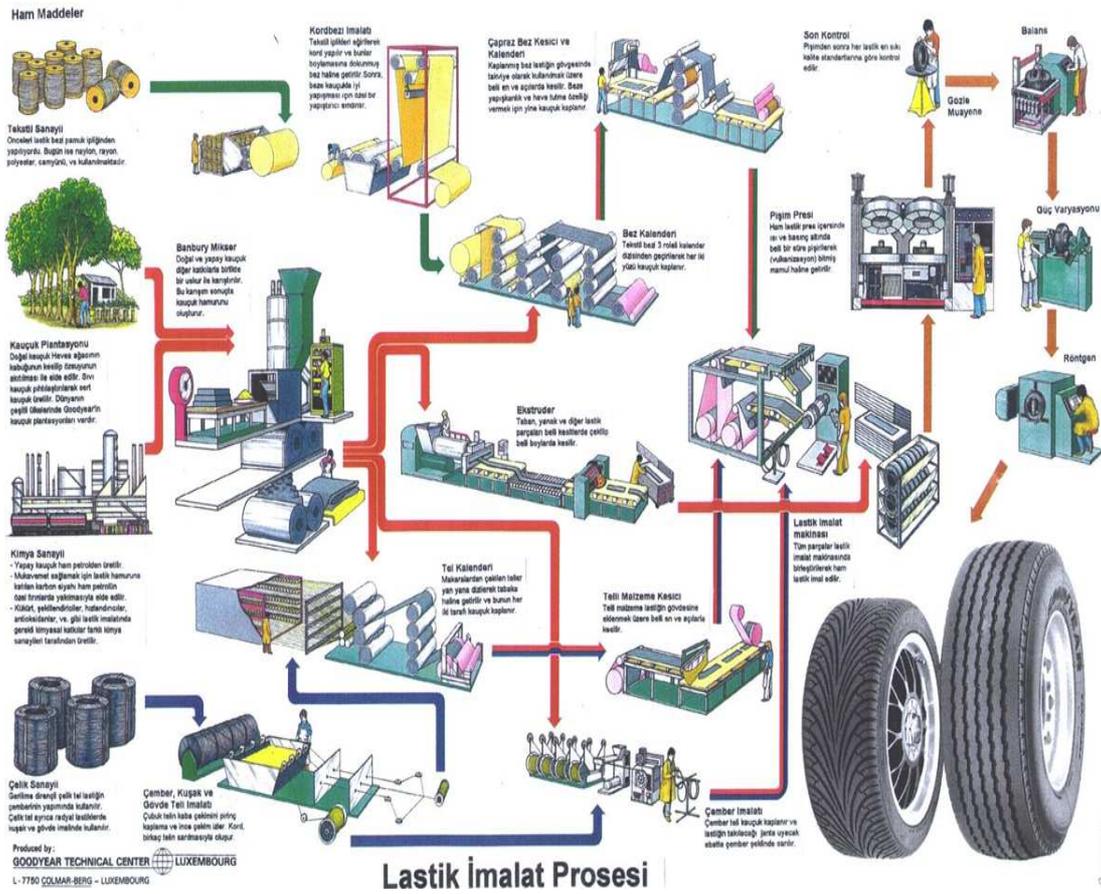
## 2.2. Ürünler ve Proses

Ele alınan şirketteki ürün segmentleri aşağıdaki gibidir;

- Radyal otomobil lastiği
- Radyal kamyonet / minibüs lastiği
- Radyal ön traktör lastiği
- İş makineleri ve grayder lastiği

Bu ürün segmentlerinde 100-200 arasında değişen ürün çeşitliliği mevcuttur.

Lastik prosesi kısaca aşağıdaki şemadaki gibidir;



Şekil 2.3. Lastik İmalat Prosesi

### 2.3. Şirkette Yalın Üretim Sistemi

Şirket, ilk olarak 2001 yılında, kronik problemleri çözmek için 6 Sigma metodu ile tanıştı. İlk başta küçük çapta başlayan bu girişim dünyaya yayılmış bir inisiyatif haline geldi ve yetiştirilen kara ve yeşil kuşak çalışanlarla şirketin finansal performansını arttırmasına yol açtı. Bu inisiyatif aynı zamanda önemli bir kültür değişiminin başlamasına da yardımcı oldu.

Şirket 6 sigma altyapısını iki şekilde kullanmayı hedefledi. Birinci olarak, 6 Sigma araçlarını kronik problemleri tanımlamak ve kalıcı çözümler bulmak için kullanmak, ikinci olarak da ürünler ve proseslerin gelişimini devam ettirmek için Yalın ve diğer Sürekli İyileştirme Metotlarını birleştirerek bu altyapıyı kullanmaktır.

Şirket ilk olarak 2004 yılında geniş çaplı olarak Yalın Düşüncesini yaymaya başlamıştır. İmalat ve iş proseslerindeki her türlü israfı ortaya çıkarmak ve elimine etmek için Yalın metodolojileri 6 Sigma inisiyatifine eklenmeye çalışılmıştır. Diğer sürekli iyileştirme araçları da Yalın 6 Sigma alt yapısı ile birleştirilmiştir. Bu ilave nokta pazar hakimi olma yolunda müşterinin istediği ürün ve hizmeti vermek için önemli bir adımdır.

Şirket ayrıca bütün çalışanlarından yaptıkları işin kalitesinden emin olarak işi nasıl geliştirecekleriyle meşgul olmalarını istemektedir. Bütün çalışanların Sürekli İyileştirme Sistemine katkıda bulunmaları için çağrılarda bulunmaktadır. Ayrıca her seviyedeki liderlerin takımlarını müşteri değeri üzerine odaklaması için yönlendirmektedir.

Aynı süreç şirketin Türkiye'deki fabrikası için de geçerlidir. Şirket 6 Sigma ile 2004 yılında tanışmıştır. Şirkette, Sürekli İyileştirme Sistemi (Continuous Improvement System (CIS)) departmanı ilk olarak 2005 yılında kurulmuştur.

Şirketteki "Sürekli İyileştirme Sistemi" kavramı 6 Sigma, Yalın ve diğer kalite, değer geliştiren metotların kullanımının entegrasyonu anlamına gelmektedir. Sürekli İyileştirme, şirketin yüksek performanslı kültürünü, işin her aşamasına yaymada anahtar niteliğindedir.

Temelde CIS iki temel bilimi kullanmaktadır: 6 Sigma ve Yalın.

Şirketin CIS dünya direktörü CIS hakkında şunları söylemektedir;

"CIS, şirket üzerinde esen ters yöndeki rüzgârları dindirmek için bir karlılık makinesidir. Yapmaya çalışılan şey maliyeti yöneterek karlılığı garantilemektir. Finansal amaçlarımıza ulaşmak için bize rekabet avantajı sağlayarak bütün fonksiyonlarımızı ve bölgelerimizi işbirlikçi bir ağa yönlendirmeye ihtiyaç duyarız. CIS bizim değişime adapte olma kabiliyetimizi artırır ve kaynaklarımızı merkezlememize izin verir. Böylece çabucak ve etkili şekilde gittikçe bölünen pazar ihtiyaçlarıyla daha çabuk ve etkili şekilde buluşabiliriz.

Şirketin programı 2001’de başladığından beri hem boyut hem de kapsam olarak büyüdü. Geçen 6 yılda tam zamanlı ve yarı zamanlı katılımcılarla oldukça önemli miktarda çalışan eğitildi ve CIS araçları, şirketin dünyadaki bütün yapılarında uygulandı. Tam zamanlı çalışanların sayısı şu anda 200 civarında ve yaptıkları katkı geçen seneye göre 205 milyon dolardır.

CIS çalışma yapısı üç küresel takımı içine alır: kalite, kaynaklama ve finans.

Bu takımlar, ihtiyaç duydukları politika ve standartları tanımlamak ve geliştirmekten, sonra bunları uygulayarak CIS ve işin ucundaki yatırım etkisinin bağlantısını yapmaktan sorumludurlar.”

CIS amaçları aşağıda sıralandığı gibidir;

- Karlılığı korumak – karlılık fiyat eksi maliyettir. Günümüz ekonomisinde fiyat müşteri tarafından belirlenmektedir. CIS ise tek kontrol noktası olan maliyet kontrolünü bize sağlar.
- Süreceğinden emin olmak – CIS bize sürekli ve süratle değişen pazarda niş pazarlarına ulaşmak için esneklik ve hız sağlar. Küçük miktarlarda daha fazla model üreterek maliyetler arttı ve işler daha da zorlaştı. CIS bu karışıklılığı azaltmak ve ekonomik değişimler karşısında market güçlerine etki etmek için zaman kısaltmayı sağlar.
- Adapte edilebilirliği sağlamak – CIS stratejik plandaki boşlukları doldurur ve fırsat getirecek işlerin görülmesindeki engelleri ortadan kaldırır.

## BÖLÜM 3. YALIN ÜRETİM

### 3.1. Yalın Üretim Sisteminin Doğuşu

Yalın üretim veya yalın, değer katmayan aktivite, stok (hammadde, bitmiş ürün ve süreç içi stoklar) ve hataları ortadan kaldırmak için liderlik felsefesinin, yönetim sisteminin ve istatistiksel metotların/araçların birbirine entegre edilmesidir. Bir sistemdeki değer katmayan işlerin elimine edilmesi için öncelik motorları, elleri işin içinde olan çalışanlardır. Bazı kişiler, yalın tekniklerin daha çok maliyet azaltma konusuyla ilgili olduğunu düşünse de aslında imalat temin süreleri ile pazara sunma sürelerini kısaltarak, kaliteyi iyileştirerek ve müşterilere istedikleri ürünleri istedikleri zamanda sunarak, maliyetleri azaltmanın uygulanabilir bir yöntemini sunmaktır [1].



Şekil 3.1. Yalın Üretim Sisteminin Doğuşu

Şekil 3.1. yalın üretimin başlangıcını gösteren kavramsal diyagramdır. Yalın, yapısal bir sistem olarak iki önemli olaydan sonra ortaya çıkmıştır. Bunlardan ilki 2. Dünya Savaşından sonra Japonya'nın durumudur. Japonya o zamanlarda tamamen harap olmuş ve çok az kaynakla kalmış bir durumdadır. Diğer endüstrileşmiş ekonomilerin maliyetleri ile rekabet edebilecek düzeyde bulunmamaktadır. Modern ekipmanlara yatırım imkânları da bulunmamaktadır. Ancak bu güçlü engellere rağmen yalın üretim için gerekli koşulları sağlamaya çalışmışlardır.

İkinci durum ise birçok yalın metodunun babaları olan Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno, ve Shigeo Shingo'nun öncü düşünceleriydi. Teknoloji, akış sistemleri ve israfın yok edilmesi üzerine odaklanmaları 1945'ten 1975'e kadar olan süreçte Toyota Üretim Sistemini (TÜS-Toyota Production System) geliştirmiştir. 1990 yılında çıkan James Womack adındaki yazarın "*Dünyayı Değiştiren Makine*" adındaki kitabı TÜS veya türevlerini kapsayan yalın üretimi popülerleştirmiştir. TÜS'nin diğer isimleri esnek, hücreli, tek parça akış, senkronize, talep üzerine üretim vb.dir. Ayrıca bütün sistemin olmasa da TÜS'nin elemanları olan JIT (Just In Time-Tam Zamanında Üretim) veya Kaizen de kullanılan isimler arasındadır.

1980'lerin ortalarından beri, büyük otomobil firmaları TÜS'nin temel prensiplerini kabul ettiler ancak birçoğu müşterilerine ve çalışanlarına kendi evlerinde oluştuğunu göstermek için bazı isimleri değiştirmişlerdir. Diğer firmalarda onlarla aynı yolu izlemişlerdir. Bu yüzden, bu sistemi X şirketinde "X Üretim Sistemi" olarak görebiliriz. Bu etiketleri kazıdığınızda arkasında TÜS'ni görebilirsiniz.

Yüzlerce organizasyon, TÜS'nin adaptasyonu, yeni metotlar ve araçlar geliştirme üzerinde çalışıyor. Böylece yalın sürekli evrim geçiriyor [3]. Temelde asla değişmezken, bugün Yalın Üretim Toyoda, Ohno ve Shingo'nun geliştirmedeği ama memnuniyetle kabul ettiği bir çok ilave kavramlar geliştirildi. Örneğin çeşitli firmalar tarafından geliştirilen Yalın üretimin 20 Anahtarı veya TDMS (Team Daily Management System - Günlük Takım Yönetim Sistemi) adı altındaki uygulamalar gibi [4].

### 3.1.1. Prosesteki 7 önemli israf

Yalın üretim prosesteki 7 israfı azaltmaya çalışır:

1. Taşıma (malzemeleri/ürünleri bir yerden başka bir yere götürme)
2. Stok (işlenmiş malzeme / ürünün beklemesi)
3. Gereksiz hareket (düşük ergonomik koşullarda fazladan hareket yapılması)
4. Bekleme (duruşlar, eksiklikler, onaylamalar yüzünden)
5. Fazla üretim (gereğinden fazla üretim)
6. Fazla İşleme (müşterinin ödemek istediğinden fazla değer ekleme)
7. Hatalar/Yeniden işlemler (hataları düzeltme)

Diğer bir ıskarta türü: İnsanlar (Yanlış yerde kullanılması / iş kazaları dolayısıyla yararlanması / çalışanların fikirlerinin önemsenmemesi) [5]

### 3.1.2. Yalın üretim prensipleri

1. Değer - Değeri müşteri gözü ile tanımlamak
2. Değer akışını oluşturmak - İsrafı üretim sistemlerinden ayıklamak
3. Akışı gerçekleştirmek – Başlangıçtan sonuca en kısa sürede tamamlamak
4. Çekme – Akışın oluşturulmadığı yerlerde itme yerine çekmeyi gerçekleştirmek
5. Mükemmel için çalışmak – sürekli iyileştirmeler yapmak [1]

### 3.1.3. Kaizen faaliyetleri

Kaizen çalışan katılımını sağlayarak sürekli iyileştirme için yapılan küçük iyileştirmeler anlamına gelir. Kaizen çalışmalarının amacı, atölyedeki çalışanlar ile yöneticiler arasındaki köprüyü yıkarak, basit değer katmayan faaliyetleri işi yapan insanların elimine etmesini sağlamaktır. Böylece işi yapan insanlar üzerinde yalın üretimi uygularken oluşabilecek tepkiler tamponlanmış olur. Kültür değişimi bu şekilde sağlanmaya başlanır.

Müşteri değer akış yönetimi 3 seviyede değişime uğramaktadır;

- Herbir müşteri değer akışının baştan sona yeniden düzenlenmesi (Akış – kaizen)
  - Değer akışındaki her bir faaliyetin kalite, hız ve maliyet açısından sürekli iyileştirilmesi (Nokta Kaizen)
  - Değer akışlarının ve destek süreçlerinin müşteri memnuniyeti, kalite, hız, maliyet, moral kriterlerinde etkin ve uyumlandırılmış yönetimi (Sistem Kaizen)
- [2]

### **3.2. Yalın Üretimde Organizasyonel Yapı**

#### **3.2.1. Kısa dönemde yalın üretim organizasyonu oluşturma**

Genelde organizasyonlar “yangın söndürme” adı verilen zorunlu geliştirmeler üzerine kaynaklar kullanırlar. Ancak eğer yalın üretime geçmeye karar verildiyse tam zamanlı çalışacak insanlara ihtiyaç vardır.

İlk olarak her imalat birimi için bir tam zamanlı çalışacak Sürekli İyileştirme insanına ihtiyaç vardır. Takım, şirket içinde “yalın uzmanları” olarak gelişeceklerdir. Bu çalışanlar araç ve prensipler üzerinde gerekli eğitimleri almalıdırlar. “Kaizen olaylarını” yürütmek üzere bir SENSEI bulunmalıdır. Yalın geliştirme takım lideri, değişim konusunda olumlu davranış sergileyebilecek en yüksek potansiyeldeki insan olmalıdır. Yalın üretimi başarıyla uygulamış yerlerde geliştirmenin 3. yılında çalışanların %2-3’ü kendilerini tam zamanlı olarak bu işe adanmış hale gelirler. Bir tam zamanlı yalın uzmanı, her 5 çalışanı Kaizen olaylarına veya yalın geliştirmelere katmak için yeterli bir formül olabilir. Bir sonraki en iyi adım hangi fonksiyonel müdürlerin hangi yalın aracı için lider rolü oynayacağını belirlemektir. Eğer orta düzey yöneticiler olaya dahil edilmezlerse direnç göstereceklerdir.

| Fonksiyonel Müdür         | Yalın Araçları                  |
|---------------------------|---------------------------------|
| – Üretim Kontrol Müdürü   | – Kanban                        |
| – Satınalma Müdürü        | – Point of Use Purchasing       |
| – Kalite Müdürü           | – Poke-Yoke                     |
| – Bakım Müdürü            | – T.P.M.(toplam verimli bakım)  |
| – Mühendislik Müdürü      | – SMED(Hazırlık zamanı azaltma) |
| – Endüstri Müh. Müdürü    | – Standart İşlem                |
| – Muhasebe Müdürü         | – Administrative Kaizen         |
| – İnsan Kaynakları Müdürü | – Değişim Müdürü                |

İyi bir yalın dönüşüm planı genelde bir ürün ailesi için Değer Akış Haritasının (Value Stream Mapping-VSM) yaratılması ile başlar. VSM, en yüksek yönetici kademesinden oluşan takımla veya bir yalın “sensei (öğretmen)” tarafından geliştirilmelidir. VSM ile ıskarta/fırsat vizyonu yaratılır, üst düzey yönetici desteğini artırır ve yalın dönüşüm yol haritası oluşturulur.

Yalın Üretim’den yarar sağlamak için şirketler üç temel şartı sağlamak zorundadırlar:

1. Üst yönetim güçlü ve görülür bir katılım sağlamalı, sistemin gerçekleştirilmesinde direkt rol oynamalı ve orta düzey yöneticilere örnek olmalıdırlar.
2. Sisteme bütün çalışanlar katılmalıdırlar.
3. Donanımlı liderlerin yönetilmesi için şirketler bir çerçeve belirlemelidirler ve çalışanlara gerekli pratik yetenek kazandırılmalıdır.

Şirketler bazen verimlilik ve kalite arttırmak için şemalar oluşturmakla oyalanırlar. Bazen de üst düzey yöneticiler bu gerekli değişimi işletmenin ayakta kalması olarak görürler ancak daha önemli olan nokta, değişimi yönetmektir. Yöneticiler, ne tarz değişiklik istediklerini ve neden istediklerini, çalışanlarının bilgisine sunmak zorundadırlar. Orta düzey yöneticileri değişime öncü olmaları konusunda bilinçlendirmeleri gerekir. Unutulmamalıdır ki yalın dönüşüm süreci üzerindeki en önemli engellerden biri en üst yöneticinin eksik liderlik özelliğidir. UYGULAMA

(Execution) üzerine odaklanmak için istek olmalıdır ve bu hiç bitmeyecek sabır gerektirmektedir.

### **3.2.2. Orta vadede yalın üretim organizasyonu oluşturma**

İlk hücre sistemine geçtikten sonra veya değer akış iyileştirme çalışmaları sürerken, bir Değer Akış Yöneticisi belirlenmelidir. Bu kişi yeni organizasyonun anahtar taşı olacaktır. Eğer en güçlü yöneticinizi bu pozisyona getirirseniz diğerleri bunu destekleyecektir, aksi takdirde yalın yapısı gelişmeyecektir.

İlk Değer Akış Haritası (VSM) tamamlandığında yeni Gelecek Değer Akış Haritası hazırlanır, kaizen olayları gerçekleştirilir ve bir sonraki en güçlü değer akış haritası yöneticisi belirlenir. İlk değer akış haritası bir model haline gelirken tam zamanlı yalın dönüşüm takımının boyutu da büyümektedir. Bu noktada eski değer akış yöneticisi tarafından küçük bir Yalın Dönüşüm Takımı kurmak iyi bir fırsattır. Deneyimler göstermektedir ki ne zaman değer akış haritası yenilense ilave önemli iyileştirmeler gerekmektedir. Her kaizen aktivitesi ıskartaların daha fazla göze batmasını sağlar.

Bu dönem ayrıca fonksiyonel alanların daraltılmasına başlamak için de doğru bir zamandır. Bu noktada bir veya iki adet bakımcıyı Değer Akış Yöneticisi olarak seçmek iyi olacaktır. Onlar değer akışındaki P.M.(Önleyici Bakım) ve T.P.M. (Toplam Verimli bakım) faaliyetlerinden sorumlu olacaklardır. Diğer bir adım bir satın alma çalışanını satın alma ve tedarikçi çekme sistemlerini geliştirmek üzere değer akış haritalarından birinin başına getirmektir.

Bundan sonraki süreç ek değer akışları için güçlü liderleri görevlendirmek olmalıdır. VSM'e fonksiyonel müdürleri, kendi kendini destekleyecek duruma gelinceye kadar atamaya devam edilir. Fonksiyonel alanlar, teknik koçlar olarak çalışan bir kaç kilit insandan oluşacak duruma gelmelidir.

### 3.2.3. Uzun vadede yalın üretim organizasyonu oluşturma

İleriki adımlarda personel olarak çalışan her türlü çalışanın işinin sürekli iyileştirilmesi gerekir. Gerçek anlamda yalın olması için de tekrar tekrar iyileştirilmesi gerekir [1].

### 3.3. Yalın Üretim Araçları

#### 3.3.1. Basit tanımlar

1. Proses Temin Süresi (PLT): Bir ürünün hammadde olarak bir prosese gönderilmesinden tamamlanmasına kadar geçen süre
2. Süreç İçi Stok (WIP): Proses sınırları içinde bekleyen ürünler, yarı mamuller, hammaddeler
3. Çıkış Oranı (Üretim Miktarı): Bir prosesin belirli bir süre içindeki çıktısı
4. Kapasite: Bir prosesin sürekli bir zaman dönemi içinde sağlayabileceği (üretebileceği) maksimum ürün (çıktı) miktarı
5. Darboğaz: Bir prosese en fazla gecikmeyi ekleyen operasyon veya proses adımı (bir proseste bir seferde sadece tek darboğaz olabilir!)
6. Kapasite Sınırlaması: Müşterinin talebini karşılamak için gerekli çıkış oranında üretemeyen bir darboğaz
7. Bir fabrikada en temel ilişki Little Yasası olarak bilinir [6]:

$$\text{Proses Temin Süresi} = \frac{\text{WIP}}{\text{Çıkış Oranı}} \dots\dots\dots(3.1)$$

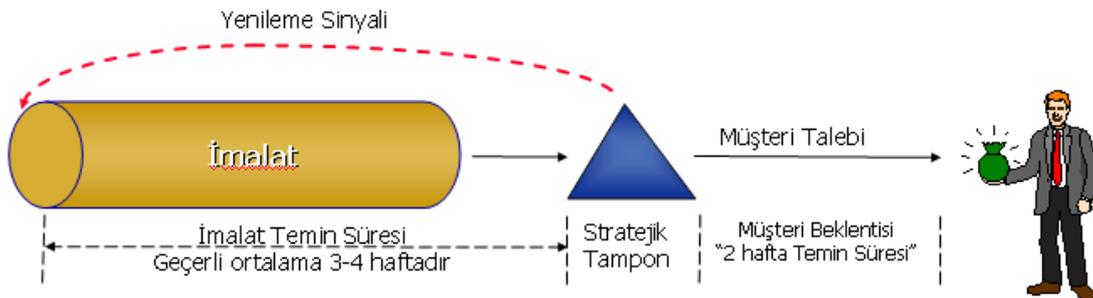
### 3.3.2. Yenilemeli çekme sistemi

Tek parça akış, parçaların bir iş istasyonundan diğerine hiç süreç içi stok olmadan tek parça veya çok küçük bir partiler halinde hareket ettirilerek üretilmesidir. Bu da çoğunlukla u tipi hücrelere sahip sistemlerde mümkündür. Yalnız bütün sistemlerin tek parça akış ile çalışması mümkün değildir. Bu tarz bir akış, ancak yüksek istikrarlı, yüksek tekrarlamalı ve yüksek makine doluluk oranına sahip ortamlarda mümkündür. Ayrıca sistemdeki kod değişim zamanları çok düşük ve takt zamanı, kolay erişilebilir olmalıdır. Günümüzde pek çok proses bu tarz üretime elverişli değildir. İşte bu durumlarda yenilemeli çekme sistemi kullanılır [7].

Yenilemeli çekme sistemi süpermarket çekme sistemi veya A tipi çekme sistemi olarak da bilinir [8]. Tüketici parçaları süpermarket alanından alır, malzemeler tükendiğinde veya ilgili malzeme için minimum stok düzeyine gelip alarm verdiğinde üretici kısım parça üretimine başlar [9].

İki çeşit yenilemeli çekme sistemi vardır. İlki imalat, diğeri satın alma çekme sistemidir.

Hedef, proses temin süresi müşteri beklentisinden büyük olduğunda, bu ürünleri/parçaları telafi etmek için stratejik ara stokları kurmaktır.



Şekil 3.2. Yenilemeli Çekme Sistemi

Yenilemeli çekme sisteminde 3 adet parametre (çevrim stoğu, tampon stok ve güvenlik stoğu) mevcuttur:

1. Çevrim stoğu: Ortalama talebi karşılamak için ürünün iki ardışık üretimi arasında tutulması gereken stok miktarıdır.

$$\text{Çevrim Stoğu} = \text{Ortalama Günlük Talep} \times \text{Üretim Aralığı} \dots \dots \dots (3.2)$$

Talep, tipik olarak “Ortalama Günlük Kullanım” veya “ortalama haftalık kullanım” cinsinden ifade edilir. Geçmiş verilerine, tahmine (birikmiş talepler) veya bunların bileşimine dayalıdır. Eğilimlerdeki değişiklikleri yakalamak için sıkça yeniden hesaplanır. Tipik olarak aşağıdaki 4 adım takip edilir:

1. Geçmiş siparişler, bulunamıyorsa sevkiyatlar ve tahminler üzerine veri toplanmalı
2. Verilerin geçerliliğini kontrol etmek için pazarlama, satış, mühendislik, ürün geliştirme ve çeşitli üretim ekipleri ile görüşülmeli
3. “Ortalama günlük kullanım” cinsinden talep hesaplanmalı
  - Her bir parça (veya ana / toplam üretim hatları) için hem geçmiş siparişlerin hem de tahminin toplam hacim yüzdesi hesaplanır
  - Parçaları yüksek talepten düşük talebe doğru sıralanır.
  - Birikimli bir yüzde hesaplanır.
  - Talebin en üst %80'i ayrılır.
  - Siparişlerin en üst %80'ini tahminin en üst %80'i ile karşılaştırılır.
  - Ortalama günlük talep gerektiği gibi ayarlanır.

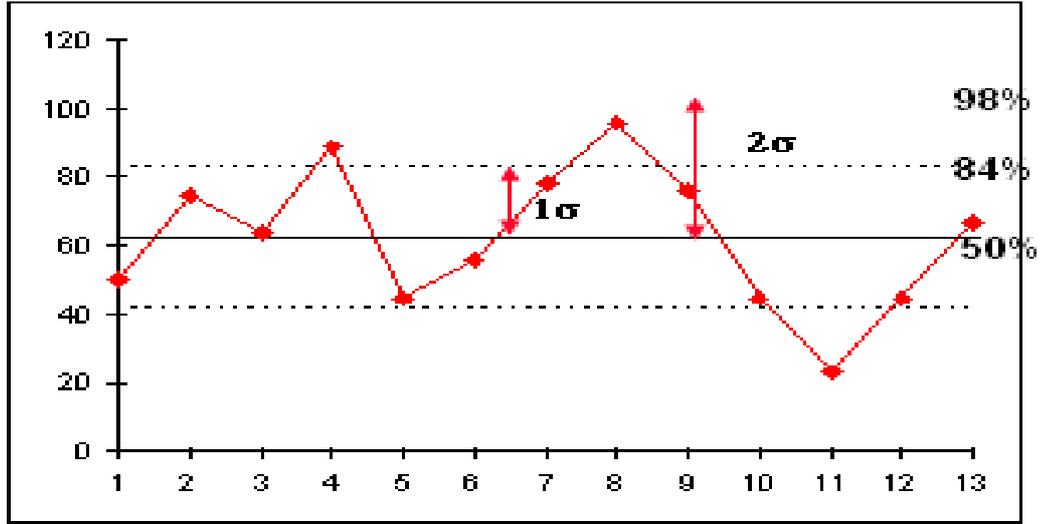
2. Tampon Stoğu: Müşteri talebindeki sapmayı telafi etmek için gerekli tampon envanterdir.

$$\text{Tampon Stoğu} = \text{Varyans Katsayısı} \times \text{Çevrim Stoğu} \dots \dots \dots (3.3)$$

Geçmiş günlük talebin standart sapmaları hesaplanır. Standart sapma, gözlemlerin ortalamalar etrafında ne uzaklıkta toplandığını ve ondan ne kadar uzaklaştıklarını gösteren bir dağılım ölçüsüdür. Genelde,  $\sigma$  veya S ile gösterilir [10]. Standart sapma

bulunduktan sonra şekil 3.3'deki gibi kaç standart sapma ile çalışılması gerektiğine karar verilir. 1 standart sapma talepteki dalgalanmanın %84'üne, 2 standart sapma ise talepteki dalgalanmanın %98'ine cevap verebilir anlamına gelmektedir.

$$\text{Standart Sapma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3.4)$$



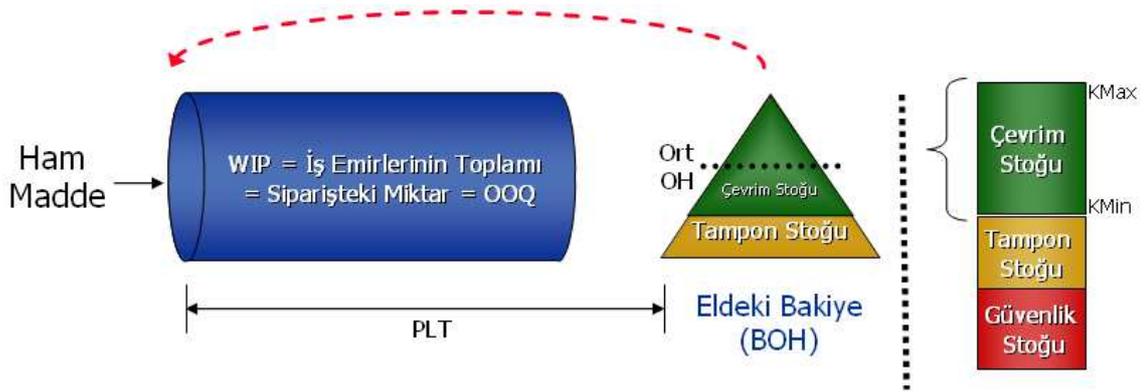
Şekil 3.3. Standart Sapma Güvenlik Düzeyi

Varyans katsayısı, standart sapma için bulunan değerin büyüklüğü ya da küçüklüğü hakkında karar verebilmek için varyans katsayısının hesaplanması gerekir. Varyans katsayısı, standart sapma dağılımının yaygınlığını gösteren bir ölçümdür. Varyans katsayısı standart sapmanın ortalamaya göre yüzde olarak ifade edilmesidir [11].

$$V_K = \frac{S}{\bar{X}} \times 100 \dots\dots\dots(3.5)$$

3. Güvenlik Stoğu: Küçük duruşlar ve hurda kayıplarına karşı üretimin güvenilirliğine karşı tutulan stoktur [13].

$$\text{Güvenlik Stoğu} = \text{Güvenlik Stoğu Yüzdesi} \times \text{Çevrim Stoğu} \dots\dots\dots(3.6)$$



Şekil 3.4. Yenilemeli Çekme Sistemi Stok Seviyeleri

Eğer stok seviyesi yeşil bölgede ise herşey yolunda olduğu, stok seviyesi sarı bölgeye geldiğinde dikkatli olunması gerektiği, kırmızı bölgede ise hemen üretilmeye başlanması gerektiği anlamına gelmektedir. Çalışmaya başlama aşağıdaki gibidir:

1.  $K_{max}$  ile başlanır: Sürecin başlangıcında envanter doldurulur.
2. Talep tampondaki envanteri bitirdikçe, sürece üretim emri girer.
3. Daha fazla envanter tüketilir ve üretim emri ilerlemeye devam eder.
4. Eldeki bakiye güvenlik stoğuna ulaştınca, üretim emri süreci bitirilir.
5. Sistem tekrar  $K_{max}$  seviyesine gelir.

Bu yaklaşım imalat süreci boyunca akan ve parçaların durumunu açıkça gösteren çekme panosuna dönen kartlar kullanır [12].



Şekil 3.5. Çekme Sistemi Panosu

### 3.3.3. Kanban sistemi

Yalın üretimde kanban, bilginin kontrol edilmesi ve prosesler arası malzeme taşımının düzenlenmesi için kullanılan özel bir araçtır. Kanban terimi Japonca'dır ve "işaret" veya "işaret panosu" anlamına gelmektedir. En basit tanımıyla kanban, akışta daha önce bulunan prosese ürünü yenilemesi için sinyal verir.

Geleneksel üretimde, üretim çizelgesi her bir proses için oluşturulur ve her proses o çizelgeye uyumlu olarak üretim yapar. Buna karşılık kanban, fiziksel bir çizelgeleme aracı olarak çalışır ve önceki ve sonraki prosesler arası üretim faaliyetlerini ilişkilendirip senkronize eder. Böylece değer akışındaki üretimin kontrolünü, malzeme ve bilgi akışını kontrol ederek sağlar.

Kanban'ın dört ana amacı vardır.

- Üretim prosesleri arasında malzemenin fazla üretilmesini (ve transferini) önlemek.
- Yenileme prensiplerine dayanarak prosesler arası spesifik üretim emirleri oluşturmak. Kanban bunu malzeme hareketinin zamanlamasını ve taşınan malzemenin miktarını yöneterek gerçekleştirir.
- Üretim süpervizörlerinin, üretimin çizelgeye göre ileride mi geride mi olduğunu anlamaları için görsel kontrol aracı olarak çalışmak. Sistemde kanbanları tutan yerlere (kanban biriktirme kutuları) hızlı bir bakış, malzeme ve bilgi akışının planla uyumlu olarak mı aktığını veya anormallikler olup olmadığını gösterecektir.
- Sürekli geliştirme için bir araç oluşturmak. Her kanban değer akışında bir kasa stoğu gösterir. Zaman içinde, sistemdeki kanban sayısını planlı azaltma, doğrudan stokta azalmaya ve müşteriye akış süresinde orantılı bir düşüşe denk gelir.

### 3.3.3.1. Kanban çeşitleri

- Proses İçi Kanban: Proses içi kanban, küçük miktarlarda üretim emirlerini (ideal olarak birer birer üretim veya en azından bir kasa büyüklüğüne denk gelen bir dilim üretim) daha önceki prosese taşımak için kullanılır. Tipik kullanımı, marketten stok çekişine veya müşteriden doğrudan gelen yenileme sinyaline göre son üretim alanının çizelgelenmesini içerir.
- Sinyal Kanban: Sinyal kanban, büyük miktarlarda üretim emrini, daha önceki pres ve kalıplama makineleri gibi partiler halinde üretim yapan proseslere taşımak için kullanılır. Sinyal kanbanın üç çeşidi vardır: patern üretimi, parti üretimi, üçgen Kanbandır.
  - a) Patern üretimi, kullanılan malzemelerin çeşitlerine veya model değiştirme sırasına bağlı olarak izlenebilecek optimal bir üretim sırası olduğu zaman, prosesleri çizelgelemek için en etkin yöntemdir.
  - b) Parti üretimi, stok marketleri ile birlikte parti panolarını kullanır. Her seferinde bir kart üretimi yerine, kartlar bir üretim partisi oluşturacak şekilde gruplandırılır.
  - c) Üçgen kanban; önemli ölçüde model değiştirme sürelerine ve takt zamanından çok daha hızlı makine çevrim süresine sahip yığın prosesi çizelgelemek için kullanılır.
- Prosesler Arası Kanban: Prosesler arası kanban, işletme içinde parçaların depo alanlarından çekilmesi ve daha sonraki prosese taşınması için gerekli sinyali vermek için kullanılır.
- Tedarikçi Kanbanı: Tedarikçi kanbanı, parçaların satın alınan parçalar deposuna veya akışta daha sonra yer alan müşteri prodesteki merkezi markete konulması için tedarikçi firmadan çekilmesini işaret etmek için kullanılır.

- Geçici Kanban: Geçici kanban, kanban kartlarının sayısı aylık olarak üretim kontrol tarafından hesaplanır ve düzenlenir ve kartların miktarı sadece aylık bazda talep ve akış süresindeki değişime bağlıdır [13].

### 3.3.4. TPM

Toplam Verimli Bakım (TPM); çalışanların kendi kullandıkları ekipman ve makineleri sahiplenmesi ve makinelerin her an düzgün bir şekilde çalışmasını güvence altına almak için bakım, mühendislik ve yönetim birimleri ile bütünleşme sağlayarak bir TPM kültürü oluşturmak amacıyla, önleyici bakım çalışmaları ile Toplam Kalite Yönetimi felsefesinin birleştirilmesidir. TPM; ekipmanlarda, buna bağlı olarak da süreçlerde kaliteyi korumak ve toplam ekipman etkinliğini sağlamak için şirket çapında takım çalışması tabanlı faaliyetlerin tamamıdır. Toplam Verimli Bakım, sadece bakımla ilgili bir kavram değildir. TPM, Toplam Kalite Yönetimi ve Yalın Üretim anlayışlarının da önemli bir basamağıdır. TPM, bir makinenin veya sürecin genel çalışma koşullarını en iyi düzeyde tutabilmek için süreç öncesinde, süreç esnasında ve sonrasında oluşabilecek kayıpları sıfır düzeyine getirmeye odaklanmıştır.

Toplam Verimli Bakım'ın temelinde yatan ana fikir, makine, ekipman ve teçhizatların verimli çalışmalarını engelleyecek faktörleri yok ederek daha verimli çalışmalarını sağlamaktır. Bu faktörler günümüzde çok farklı şekilde ifade edilmektedir. En sık kullanılan ifade şekli ise “Altı Büyük Kayıp” adı altında kayıpların ifade edilmesidir. Bu kayıplar şu şekilde sıralanabilir

1. Arızalardan Kaynaklanan Kayıplar
2. Hazırlık ve Ayar Zamanlarından Kaynaklanan Kayıplar
4. Duruşlardan Kaynaklanan Kayıplar
5. Hız Düşüşlerinden Kaynaklanan Kayıplar
6. Hata ve Tekrar İşlemlerinden Kaynaklanan Kayıplar
7. Başlangıç Kayıpları [14].

Toplam Verimli Bakım'ın temelde 4 aşaması vardır. Uygulama planı ve organizasyon oluşturma işlemleri tamamlandıktan sonra makine seçimi yapılır. Bu makine üzerinde takip edilen 4 adımdan ilki temizlik faaliyetidir. Bu şekilde hatalar gözükür hale getirilir. İkinci aşama hata kart sisteminin başlamasıdır. Hata kartları makinedeki hataların üzerine asılarak bakım ve imalat ekipleri tarafından fark edilmesi sağlanır. Üçüncü aşama yağlama ve enerji sistemleri üzerine standart iş prosedürleri oluşturma aşamasıdır. Dördüncü aşama yapılan iyileştirmelerin görsel sistemler ile sürdürülmesinin sağlanmasıdır.

### 3.3.5. Görsel yönetim

Görsel kontrol sistem örnekleri şunlardır:

#### Andonlar

- Andonlar ekipmanlar veya prosesler üzerine yerleştirilen ve prosesin çalıştığını, ayar işleminin yapıldığını veya duruş olduğunu gösteren ışıklardır.
- Operatörlerin ve yönetimin görebilmesi için faaliyet bölgesinin üzerine yerleştirilir. Kırmızı duruş olduğunu, sarı prosesin bekleme ya da ayarda olduğunu, yeşil prosesin çalıştığını gösterir.

#### Renk Kodlama

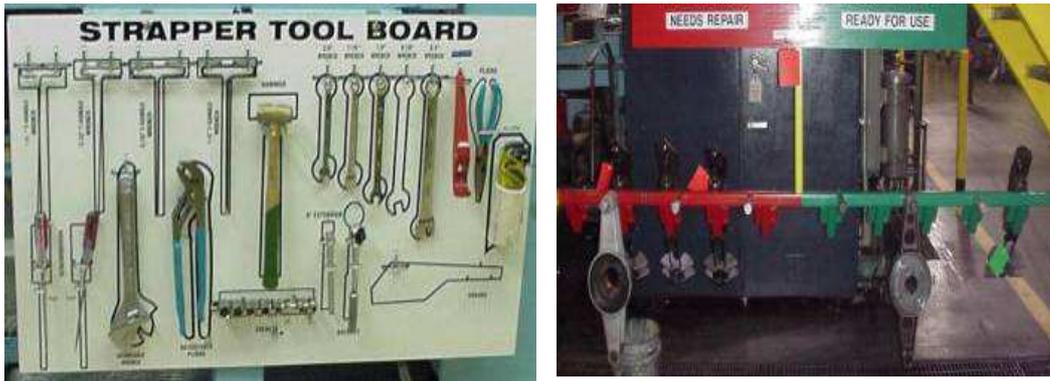
- Renk kodlama herkesi belli bir durumdan, haberdar etmek amacıyla haberleşmeyi iyileştirmek için kullanılır.
- Mastarlarda renk kodlamada spek içi değerler yeşil ve spek dışı değerler kırmızı ile belirtilir. Sarı renk birçok durumda uyarı amacıyla kullanılır.
- Aynı zamanda yağ çeşitleri de renklerle kodlanmalıdır. Makineler üzerindeki yağlanan yerlerin renkleri de bu yağların renk kodlarıyla aynı olmalıdır.
- El aletleri de boyutlarına göre renklerle kodlanabilir.

## Kanban

- Kanban sinyal anlamına gelir.
- Ekipman bakımı için gereken filtreler, tapalar ve diğer yedek parçalar için kanban kullanılabilir.
- Bu çekme sistemi önerilen değişim aralıklarına dayanmalıdır.

## El aletleri / Gölge panoları (Shadow Boards)

- Verimli bakım ve temizlik için kullanılan el aletlerini, yağ kaplarını, vb. tutmak için atanmış alanlardır. Yerlerini belirlemek için renkli şablon panoları kullanılabilir [12].

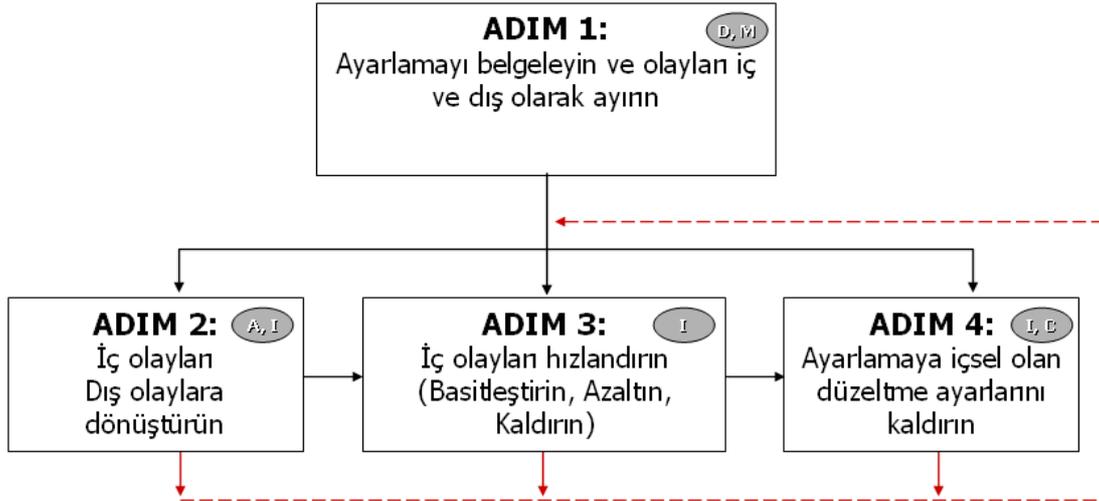


Şekil 3.6. El Aletleri Panosu

### 3.3.6. Model değişim zamanının iyileştirilmesi

Ayarlama süresini azaltma ve parti büyüklüğünü azaltma arasında doğrusal bir ilişki vardır. Darboğazda ayarlama süresini azaltmadan en fazla faydayı elde etmek için parti büyüklüğü azaltılmalıdır. Ayarlama süresinde azalma olmadan parti büyüklüğünde azalma kapasiteyi olumsuz etkileyebilir.

Model değişim zamanını azaltmak için kullanılan SMED (Single Minute Exchange of Dies – 10 Dakikanın Altında Model Değişimi), 4 adımdan oluştuğu için “4 Adım Metodu” olarak da bilinir.



Şekil 3.7. SMED Adımları

Adım 1: Tüm ayarlama faaliyetlerini belgelenir ve faaliyetler aşağıdaki şekilde, iç ve dış olarak ayrılır.

- İç ayarlama, ekipman çalışmazken yapılması gereken bir faaliyettir.
  - a) Makinede kalıpların/fikstürlerin değiştirilmesi
- Dış ayarlama, ekipman parça üretirken yapılabilen bir faaliyettir.
  - a) Araçları ve donanımı alma
  - b) Programları yükleme

Adım 2: İç ayarlama süreleri dış ayarlama sürelerine dönüştürülür.

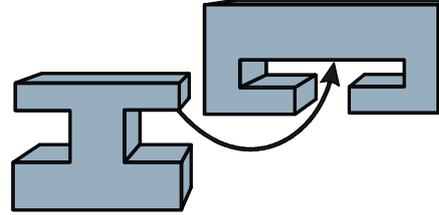
- Odaklanmış, planlı yöntemlerle iç ayarlama olaylarını dış ayarlama olaylarına dönüştürülür.
- Adım 1'den iç olayları yeniden incelenir ve gerçekten içsel olduklarını doğrulanır.

Ayarlama donanımı ve ayarlama malzemelerini ararken çok büyük miktarda zaman kaybı olur. Bu aşamada yerleşim koşullarının iyileştirilmesi düşünülebilir.

Adım 3: Hareketi basitleştirme, hareketi azaltma, hareketi ortadan kaldırma yapılarak iç ayarlamaları ortadan kaldırılabilir. Çeşitli civata ve somun iyileştirme metotları bu konuda yardımcı olabilir.

- El aletleri ihtiyacı azaltılır/ortadan kaldırılır.
- Cıvata ve somunları, altıgen vidaları vb. azaltılır/kaldırılır.
- Yerlerine hızlı sabitleme/bırakma araçları kullanılır:

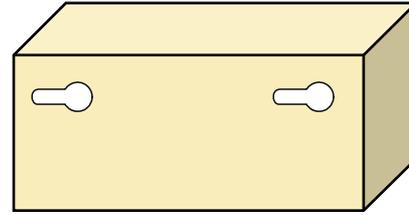
a) Tek hareketle sabitleme



b) U-yuva yöntemi



c) Armut şekilli delik yöntemi



Adım 4: Bu adımda, önsezi ve tahmini olgu ve ayarlara dönüştürerek düzeltmeleri ve deneme çalıştırmalarını ortadan kaldırılır. Ayrıca ayarlarda önsezilere güvenilmemelidir. Önsezi sonucu ayarlar kesin değildir ve sabit değer ayarları olarak gerekli hassasiyeti sağlamaz. Önsezinin olguya dönüştürülmesi gerekir ve ayarlar önseziye dayandığı sürece, düzeltmeler ve test çalıştırmaları ortadan kaldırılamaz [12].

### 3.3.7. 5S

Düzenli ve temiz bir işyeri, daha yüksek verimlilik, daha az hatalı ve kayıp malzemeli, teslim zamanlarına daha uyumlu, daha düzenli bir işyeri demektir. 5S herhangi birine bir bakışta normal ve normal olmayan şartlar arasında ayırım yapma fırsatı sağlar. 5S sürekli iyileştirme, 0 hata, maliyet azaltma ve güvenli bir çalışma alanı için bir temeldir. 5S çalışma alanının, proseslerimizin ve ürünlerimizin sistematik şekilde iyileştirilmesidir.

5S adımları;

Adım 1: SEIRI (Ayıkla) : Gereksiz parçaların gerekli parçalardan ayrılması ve gerekli olmayanların elimine edilmesi

Adım 2: SEITON (Hizaya Sok): Parçaların herhangi biri tarafından kolayca bulunması için düzenlenmesi

Adım 3: SEISO (Temizle): Pırıl pırıl çalışma alanı yaratılması

Adım 4: SEIKETSU (Standartlaştır): Daha özel ve kolay yapmak için temizlik aktivitelerinin standardize edilmesi.

Adım 5: SHITSUKI (Sürdür): Yüksek bir performans, kalite ve güvenlik ortamını sürdürmek için sadakati terfi ettirmek. Görsel performans ölçüm araçları kullanılması daha avantajlıdır [12].

### **3.3.8. Hücresel üretim sistemi (HÜS)**

Bir hücre; bir veya daha fazla sayıda benzer hammadde, parça, bileşen veya bilgi naklini içeren aileler üzerindeki sırasal ve belirli aralıklarla yerleştirilmiş bir grup iş istasyonudur.

Hücresel Üretim Sistemi tasarlanırken, yerleşim planının nasıl düzenlendiği ve hücrelerin oluşumuna hangi faktörlerin etki ettiğinin de bilinmesi gerekir. Hücresel üretimde, uygulama her bir durumun özelliklerine göre farklılık gösterebilir. Bazen yeni bir ekipman almanın pahalı olması nedeniyle mevcut ekipman farklı hücreler arasında paylaşılabilir. Büyük ve pahalı özel bir ekipmanın ( ısıl işlem gibi) kullanım nedeniyle parçalar hücre içine - dışına taşınabilir, malzemenin proses gereği nedeniyle yerleşim planı farklı olabilir veya iş hacminin fazla olması, yeni bir hücrenin açılmasının uygulanabilir olmaması nedeniyle hücre eleman sayısı çok fazla olabilir [15].

Hücre planlama aşaması ile başlar. Planlama aşamasında 3 adım izlenir;

1. Değerlendirme: Değerlendirme aşaması bütün prosesin temel taşıdır. 3 adımdan oluşur. İlk olarak proses ve talep değerlerinin hücre yapısına uygun olup olmadığı sorusunun sorulması gerekir. Daha sonra temin süresi, maliyetler, kalite ve diğer önemli metrikler için doğru verilerin toplanması gerekir. Doğru veriler toplandıktan sonra bu veriler doğrultusunda analizler yapılarak hücre tasarıma geçilebilip geçilemeyeğine karar verilir.
2. Tasarım: Tasarım prosesi boyunca iki soruya cevap aranmaktadır. İlk olarak hangi ürün ailesinin hücre içinde değer katma prosesine katılacağı, ikinci olarak hangi kaynakların hücre içine dahil edileceğine kadar verilmelidir.
3. Performans değerlendirme: Bu aşamada her parça için model değişim ve çevrim zaman verileri toplanır. Parça talep profili çıkarılır. İş gücü ve makine yük oranlarını bulmak için model değişim ve çevrim zamanları talep verileri ile birleştirilir. Darboğaz noktaları tanımlanır. Hücre içinde yer alan parçalar için en az 3-4 iterasyon simülasyon yapılır.

Planlama aşamasından sonra uygulama aşamasına geçilir. Uygulama aşamasında 6 ana adım takip edilir.

1. Hücre kurulması aşamasında yardımcı olabilecek, kalite veya Kaizen takımları kurulur.
2. Hücrede çalışacak mavi yakalılara gerekli bilgiler verilir.
3. Uygulama aşamasında gerekli takımlara mavi yakalılar da dahil edilir.
4. İhtiyaç olabilecek bilgileri hazır bulundur.
5. Mümkün olduğunca önceden planlanan zaman çizelgesine uyum gösterilir [16].

### **3.3.9. Poka-Yoke (Hata önleyici düzenekler)**

Bir işletmede çalışanların fiziksel, psikolojik ya da fizyolojik nedenlerden dolayı hata yapmaları olasıdır. Poka Yoke ile bu tür küçük dikkatsizlikler sonucu, fark edilmeden diğer prosese geçen hataların minimize edilmesi sağlanmaktadır. Hataları ortaya çıkmadan önlemeyi hedefleyen Poka Yoke, hataları azaltarak fire oranlarını

düşürür ve sonuç olarak da verimliliği arttırır. Poka-Yoke üretim, satış, pazarlama, dağıtım ve müşteri hizmetleri gibi üretimin birçok alanında kullanılabilir.

Poka-Yoke yöntemleri, önlemeye yönelik ve bulmaya yönelik olmak üzere ikiye ayrılır. Önlemeye yönelik Poka-Yoke, hata olmadan önce, uygun yöntemlerle veya hata olacağını fark etmeyi ve hata olmadan önlemeyi hedeflemektedir. Bulmaya yönelik Poka-Yoke ise hata olduktan sonra hatanın farkına varıp veya hatalı ürün bulup devamını önlemeyi hedeflemektedir. Ayrıca Poka-Yoke teknikleri, Kaizen tekniklerinin de bir parçasıdır. Kaizen performansta sürekli geliştirme, fayda-maliyet analizleri ve kalite ile ilgilidir. Görüldüğü gibi, Poka Yoke yöntemi, yalnızca üretim hatlarında uygulanan bir yöntem değildir. Çevremize baktığımızda, pek çok Poka Yoke uygulamasına rastlamak mümkündür. Poka Yoke sistemi incelendiğinde görülecektir ki, bugüne kadar işletmelerimizin birçok noktasındaki hatalar ve arızalar bu basit ve düşük maliyetli sistemle elimine edilecek, arızalar ve bakım için hattın durdurulmasıyla kaybedilen zaman tekrar kazanılacaktır [17].

### 3.3.10. 6 Sigma

Her şey bir değişim içindedir. Önemli olan, bir şeyin değişme şeklinin, sorunların nedenini ve çözümlere giden yolu ortaya çıkarabilmektir.

“Altı Sigma” teriminin ortaya çıkmasının nedeni, varyasyon ile ilgili terminolojidir. Yunan harfi “sigma” istatistik biriminde, bir süreçte, bir veri dizisinde veya ölçebileceğiniz herhangi bir şeydeki varyasyon miktarını temsil eder.

Müşteri ihtiyaçlarını karşılamayan her şey hatadır. Süreç performansını müşterilerin istedikleri performans ile karşılanır. Büyük varyasyon gösteren süreçlerde, çok sayıda hata vardır. Dolayısıyla müşteriler bazen istediklerini alabilirler ancak çoğu zaman alamazlar. Çok az varyasyon gösteren süreçlerde ise tüm veri noktaları hedef etrafında sıkıca kümelenmiştir. Böyle bir süreç müşteri ihtiyaçlarını karşılamada nadiren hedefi ıskalarlar.

Altı Sigma süreçlerinde düşük sigma seviyesi düşük verim, yüksek sigma seviyesi ise yüksek verim anlamında gelir. Sigma seviyesi 1 % 30,85, sigma seviyesi 2 %69,15, sigma seviyesi 3 ise %93,32, sigma seviyesi 4 ise %99,38, sigma seviyesi 5 ise %99,977, sigma seviyesi 6 ise % 99,99966 verim düzeyini temsil eder [18].

Altı Sigma Aşamaları aşağıdaki şekilde gibidir:



Şekil 3.8. TÖAİK adımları [18]

## **BÖLÜM 4. DARBOĞAZ VE İSRAFLARIN BELİRLENMESİ**

Büyüyen veya gümrük duvarlarıyla korunduğu için tatminkâr kâr marjları ile satış yapılabilen pazarlarda şirketler sadece daha fazla üretebilmeye odaklanmışlardır. Bu dönemde ortaya çıkan "Kitle Üretimi" mantığı hâlâ sürdürülmeye çalışılmaktadır ve yaşanan problemlerin temel nedeni en başarılı uygulama örneği bile olsa "Kitle Üretimi"nin kendisidir.

Kitle Üretimi her bir iş parçasının olabildiğince büyük miktarlarda yapılmasına dayanır. Büyük parti üretimi stokları artırmakta, bu stoklar maliyet kaynağı olmanın yanı sıra problemlerin giderilmesi açısından bir rehabet kaynağı olarak kalitenin yükseltilmesi önünde engel teşkil etmektedir [19].

Kitle üretimi, düzensiz yerleşim, eksik teknoloji nedeniyle süreç içi taşımalar, oldukça zaman ve işgücü harcanmasına yol açmaktadır. İyi yapılmamış planlama, makinelerin yerleşimi, çalışan ürünlerin çok farklı makinelerde üretiliyor olması nedeniyle taşıma daha da karmaşık hale gelmektedir. Bunun sonucunda da eksik malzemelerden imalat kayıpları gözlenmektedir.

Üretilen çözüm, maliyet arttırmadan eldeki kaynakları en iyi şekilde kullanmayı hedeflemeliydi.

### **4.1. Yalın Üretimin Doğuşu ve Değişim Zemininin Hazırlanması**

Günümüzün küresel rekabet ortamında işletmeler giderek daha talepkar olan alıcılara hizmet vermektedir. Müşterileri ister bireysel tüketici isterse bir başka üretici/satıcı firma olsun, işletmeler varlıklarını sürdürebilmek için müşterilerinin iyi kalite, düşük fiyat ve kısa teslim süresi beklentilerini hızla karşılayabilmek, daha fazla çeşit

üründen daha küçük miktarlarda verilen ve anlık olarak değiştirilen siparişlere uyum sağlamak zorundadır.

1990'lı yılların büyüyen pazarlarında geçerli olan “ne üretirsem satarım, maliyetim yükselirse fiyatı artırırım, gecikirsem müşteri bekler” anlayışına artık yer yoktur. Çünkü sizin her eksiğinizde yerel veya uluslararası bir rakip derhal yerinizi alır. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de teşvikler ve koruma duvarları vasıtası ile kâr elde etme dönemi de artık kapanmıştır. Büyük ya da küçük her firma çok sayıda rakibin olduğu bir ortamda ve giderek bilinçlenen tüketicilere hizmet etmek zorundadır.

Gelinen noktada belirli birkaç tip ürün ile pazardaki değişik ihtiyaçları karşılayabilmek de mümkün değildir. Satış alanının genişletilmesi adına giderek kişiye özel ürünlerin yaratılması ve bunun hızla ve düşük maliyetle yapılabilmesi gereklidir. Ürün ömrü kısalmaktadır ve tamamlandığında hâlâ talep edilen bir ürüne yatırım yapmış olmak için ürün geliştirme süresinin kısaltılması zorunludur.

Ürün kalitesi artık milyonda hata düzeyi ile ölçülmekte ve çoğunlukla uluslararası regülasyonlarla belirlenmektedir. Bu sıkı kalite kriterleri kontrol ve tamir yöntemiyle karşılanamaz. Tasarımdan başlayarak tüm sistemi "ilk defada doğru" (tasarlayacak) üretecek hale getirebilmek gerekir.

Keskin rekabet nedeniyle fiyatlar sürekli düşmektedir ve fiyat indirimleri ile rekabette öne geçmeye çalışmak maliyetler azaltılmadığı sürece sürdürülemez. Ticari kuruluşun gerekli kârı elde edebilmesi yalnız maliyetlerinin kontrol altına alınmasıyla mümkün olabilmektedir.

Küresel etkileşim sonucu artan belirsizlik uzun vadeyi doğrulukla tahmin edebilmeyi daha da zor hale getirmiştir. Yapmakta olduğumuz işleri en kısa sürede paraya dönüştürmek zorunludur. Bu da ancak "proses temin süresi" denilen; bir fikrin somut ürün tasarımına, bir malzemenin bitmiş ürüne dönüşerek müşterinin eline ulaşması ve ödemenin alınması için geçen sürenin kısaltılması, radikal ölçüde kısaltılması ile mümkündür.

İş dünyasının bu değişimi doğru algılayarak, yaşanmakta olan problemler karşısında makro ekonomik ortamdan, mevzuatlardan veya çalışan ve yöneticilerden şikayet etmekten vazgeçip iş süreçlerine dönüp bakması, iş süreçlerini disiplinle yönetmesi gerekir.

Yalın Üretim iş yapma şeklimizdeki problemleri ortaya çıkararak ve daha etkin çalışma yollarını göstererek hem kuruluşlar hem de ülke için rekabet avantajı sağlar [20].

Gelinen bu durumda ve yapılan araştırmalar neticesinde yalın felsefenin firma için doğru karar olduğuna karar verilmiştir. Ardından CIS adında (Continuous Improvement System – Sürekli Gelişme Sistemi) yeni bir birim oluşturulup, Gerekli eğitimlerden sonra mevcut durum verileriyle ortaya konmuştur.

## **4.2. Değer Akışı Haritalama**

“Değer Akışı”, her ürün için esas olan akışlar boyunca bir ürünü meydana getirmek için ihtiyaç duyulan, katma değer yaratan ve yaratmayan faaliyetlerin bütünüdür. Değer akışı haritalama, ürünün geçtiği değer akışı boyunca oluşan malzeme ve bilgi akışını görmemize ve anlamamıza yardımcı olur. Değer akışı ile anlatılmak istenen; müşteriden tedarikçiye ürünün üretim yolunu izlenmesi, malzeme ve bilgi akışında yer alan her süreci sembollerle çizilmesidir. Bir sonraki bölümde bir dizi kritik soru sorularak akışın nasıl akması gerektiğini gösteren “gelecek durum” haritası çizilir.

### **4.2.1. Ürün ailesinin seçimi**

Değer akışını haritalarken tek bir ürün ailesi üzerine odaklanmak gerekmektedir. Müşteriler üretilen tüm ürünlerle değil kendi spesifik ürünleri ile ilgilenirler. Küçük ve tek ürünlü bir fabrika olmadıkça, bütün ürün akışlarını tek bir harita üzerinde göstermek oldukça karmaşık olacaktır. Bir ürün ailesi, benzer süreç adımlarından geçen ve özellikle üretimin son aşamalarındaki proseslerde ortak ekipman kullanan ürün gruplarıdır. Eğer ürün karması çok karmaşık ise, montaj adımları ve

ekipmanların bir ekseninde, ürünlerinizin diğer ekseninde bulunduğu bir matris oluşturabilirsiniz.

#### 4.2.2. Malzeme ve bilgi akışı

Üretim akışı içinde, ilk akla gelen akış fabrika içindeki malzeme hareketidir. Fakat her sürece daha sonra ne yapacağını söyleyen başka bir akış daha vardır: Bilgi akışı. Malzeme ve bilgi akışı aynı paranın iki yüzüdür. Her ikisini de haritalamak gerekmektedir.

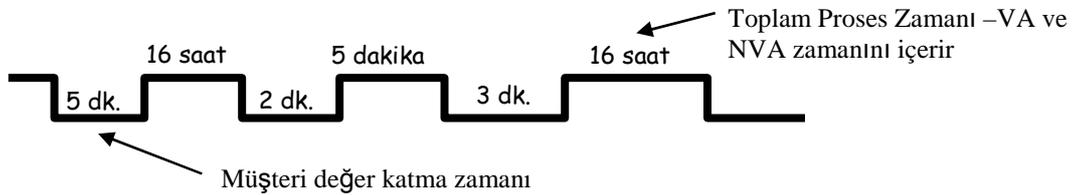
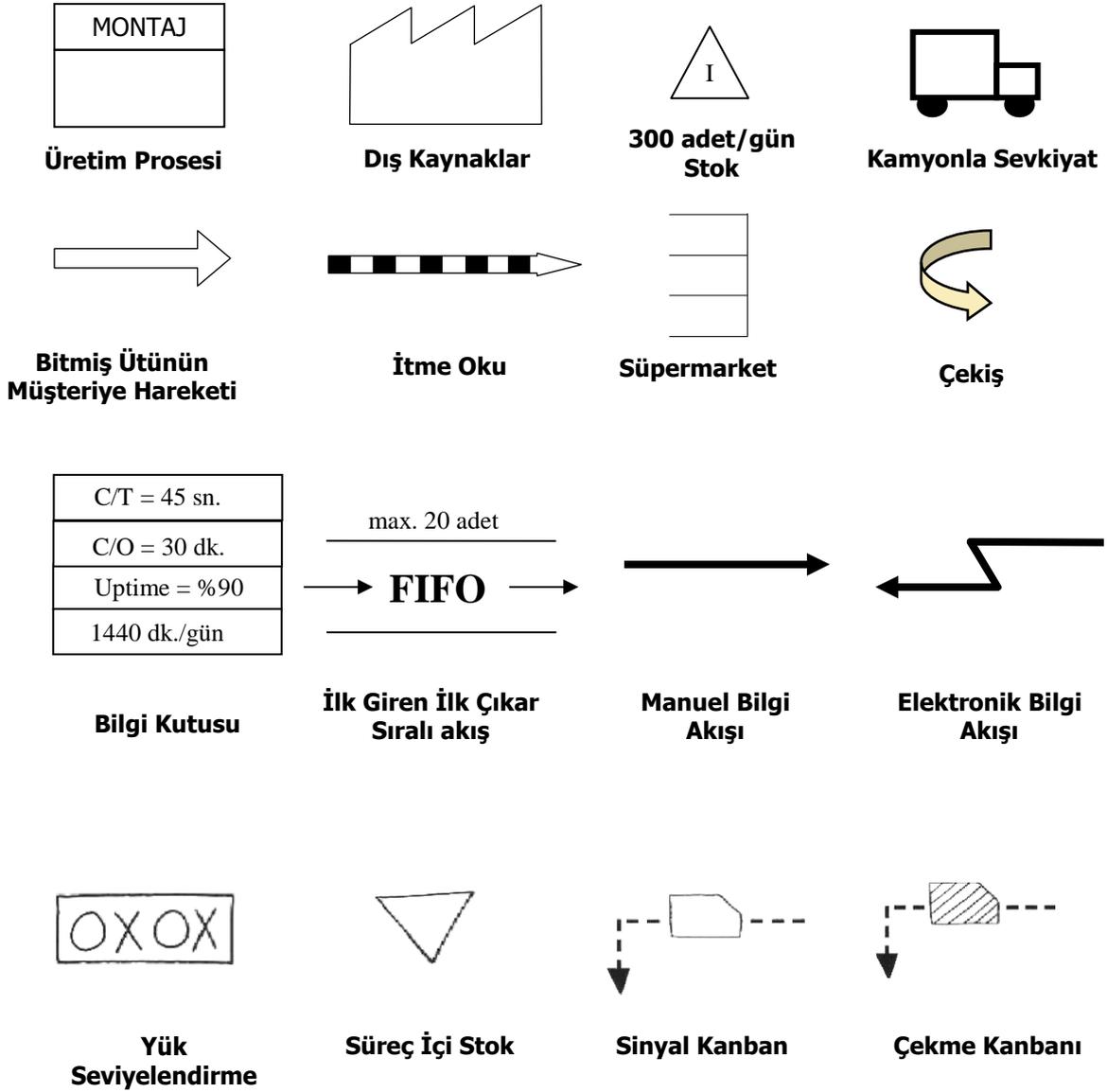
#### 4.2.3. Değer akışı haritalama adımları



Şekil 4.1. Değer Akışı Haritalama Adımları

Haritada prosesleri ve akışları göstermek için bir dizi sembol / ikon kullanılmaktadır [21].

Değer akış haritalama sembolleri:

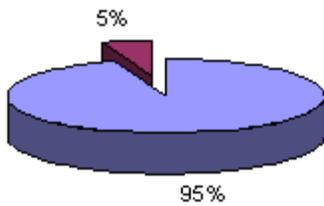


Şekil 4.2. Değer akış haritalama sembolleri [21]

### 4.3. İşletme Mevcut Değer Akış Haritalama

#### 4.3.1. Ürün ailesinin seçimi

Uygulanan örnekte ürün karmaları temelde ikiye ayrılmaktadır. Ürün ailesi olarak üretimin %95'ini oluşturan yolcu araçlarında kullanılan lastikler belirlenmiştir. %5'lik traktör, kamyon ve otobüs lastikleri süreçleri ve süreleri diğer yolcu lastiklerden çok farklı olduğu için bu grubun dışında bırakılmıştır.



%5 : Yolcu Lastikleri ürün ailesi oranı  
% 95: Kamyon Lastikleri ürün ailesi oranı

Şekil 4.3. Üretim oranları grafiği

#### 4.3.2. Proses akışı

Bir süreci gösterirken süreç kutusu kullanılır. Bir süreç kutusu, içinde malzeme akan bir süreci göstermektedir. Her bir süreç adımının altındaki bilgi kutusuna kaydetmek üzere aşağıdaki bilgiler toplanır;

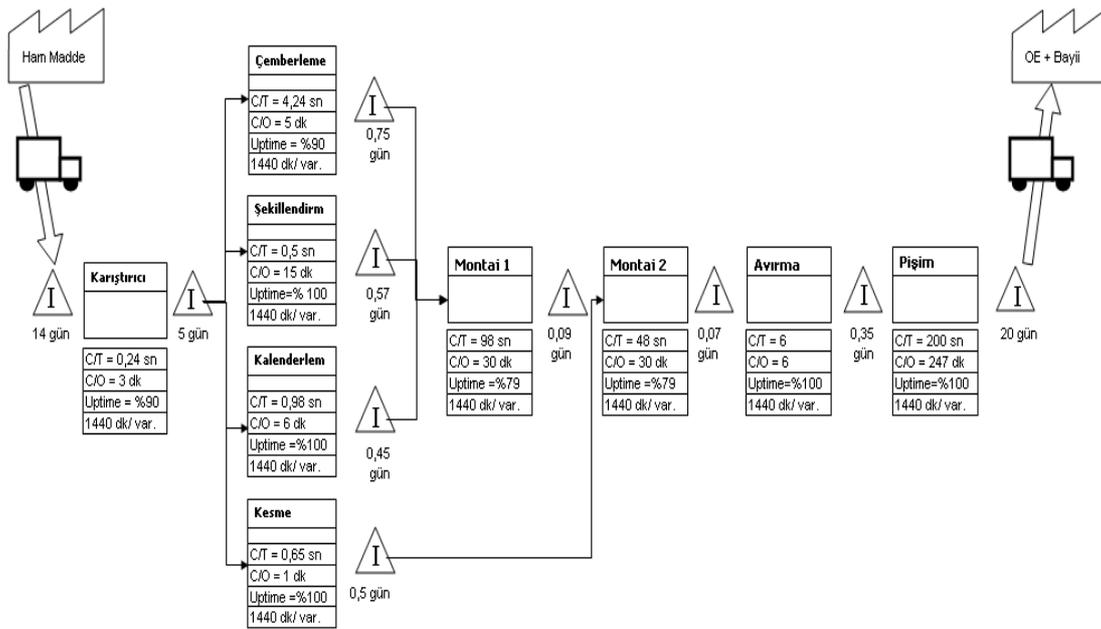
- Çevrim Süresi: Bir süreçte üretilen ardışık iki parça arasında geçen süre
- Model değişim süresi: Bir ürün tipinden diğerine geçmek için gereken süre
- Operatör sayısı: Süreç için ihtiyaç duyulan kadar gerekli operatör sayısı
- Kullanılabilir çalışma süresi: Süreçte vardiya başına süre
- Makine kullanım oranı: Makinenin çalıştığı yüzde
- EPE (Every part every- Her parça her): Üretim parti büyüklüğünün ölçüsüdür.

Ürünün malzeme akışı boyunca stokların biriktirildiği noktalar görülecektir. Bu noktalar akışın nerelerde durduğunu göstermektedir.

Mevcut lastik imalat alanında müşteri kısmı OE (Original Equipments –Otomotiv fabrikaları) ve lastik bayileridir.

Lastikler müşteriye ulaşmadan önce pişim kısmında son şekillerini alırlar. Pişimden önce karmaşık olan lastikler, aynı tipler aynı taşıma arabalarında olmak üzere gruplandırılır. Montaj 1 ve Montaj 2 kısımlarında malzeme hazırlık kısmında üretilen malzemeler birleştirilir. Malzeme hazırlık kısmında 4 süreç paralel olarak çalışır ve ürettiklerini montaj kısmına taşınır.

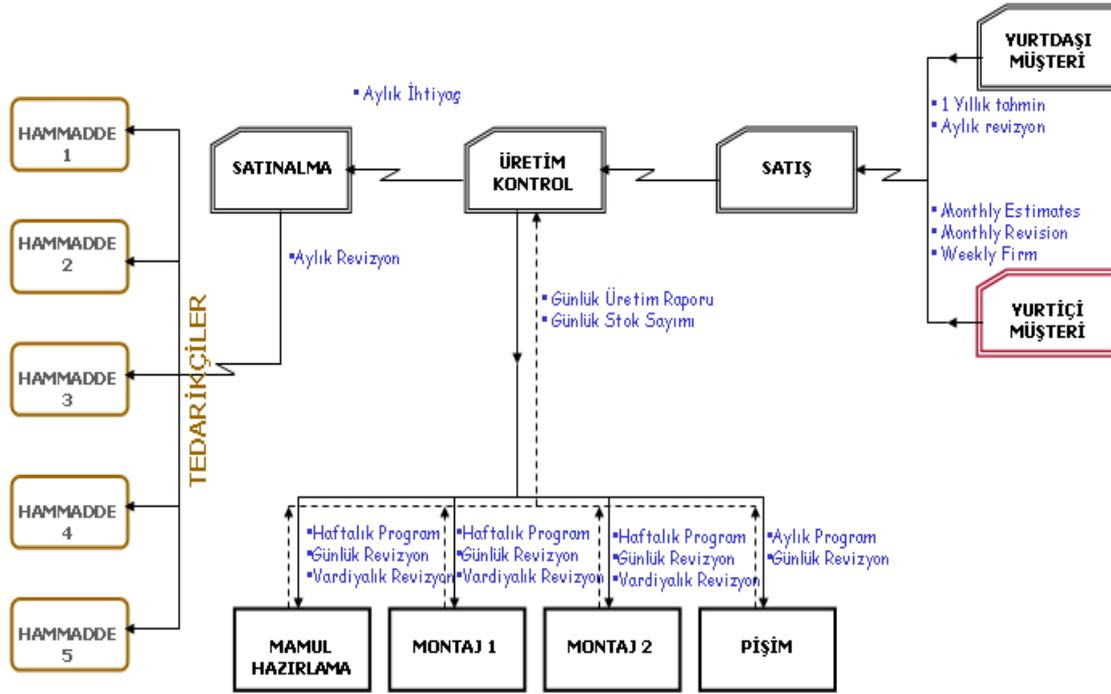
En başta ise tedarikçiden gelen malzemelerin karıştırıldığı, çemberleme, şekillendirme, kalenderleme ve kesme de kullanılacak olan hamurlarının hazırlandığı Karıştırıcılar yer almaktadır.



Şekil 4.4. Mevcut durum süreç haritası

### 4.3.3. Malzeme ve bilgi akışı

Bu aşamada müşteriden tedarikçiye kadar tedarik zinciri üzerinde kilit noktaları gösterirken, gelecek duruma için üretimi tetikleyecek tempo belirleyici sürecinin seçilmesine de yardımcı olur. Akış oluşturulurken satış, imalat ve satın alma çalışanlarının katılımı gerekmektedir.



Şekil 4.5. Mevcut durum malzeme ve bilgi akışı

#### 4.3.4. Mevcut durum haritası

Haritada kaydedilen veya çizilen mevcut operasyonların gözlenmesinden elde edilen veriler ile bu değer akışının mevcut durumunu özetleyebiliriz. Bunun için aşağıdaki hesaplar yapılır;

1. Toplam temin süresi, bir parçanın ham madde olarak ulaşımından müşteriye sevkiyatına kadar atölyedeki hareketi boyunca geçen zamandır. Toplam temin süresi ne kadar kısa olursa, ham madde ödemesi ile ürün için yapılan ödeme arasındaki süre de o kadar kısa olur. Toplam temin süresini hesaplamak için süreç kutularının stok üçgenlerinin altına zaman eksenini çizilir. Her stok üçgeni için temin süresi (gün olarak), stok miktarının günlük müşteri talebine oranıdır.
2. Katma değer yaratan süreler, değer akışındaki her süreç için hesaplanır. Bunun için her süreç altındaki çevrim zamanları (C/T) toplanmalıdır.

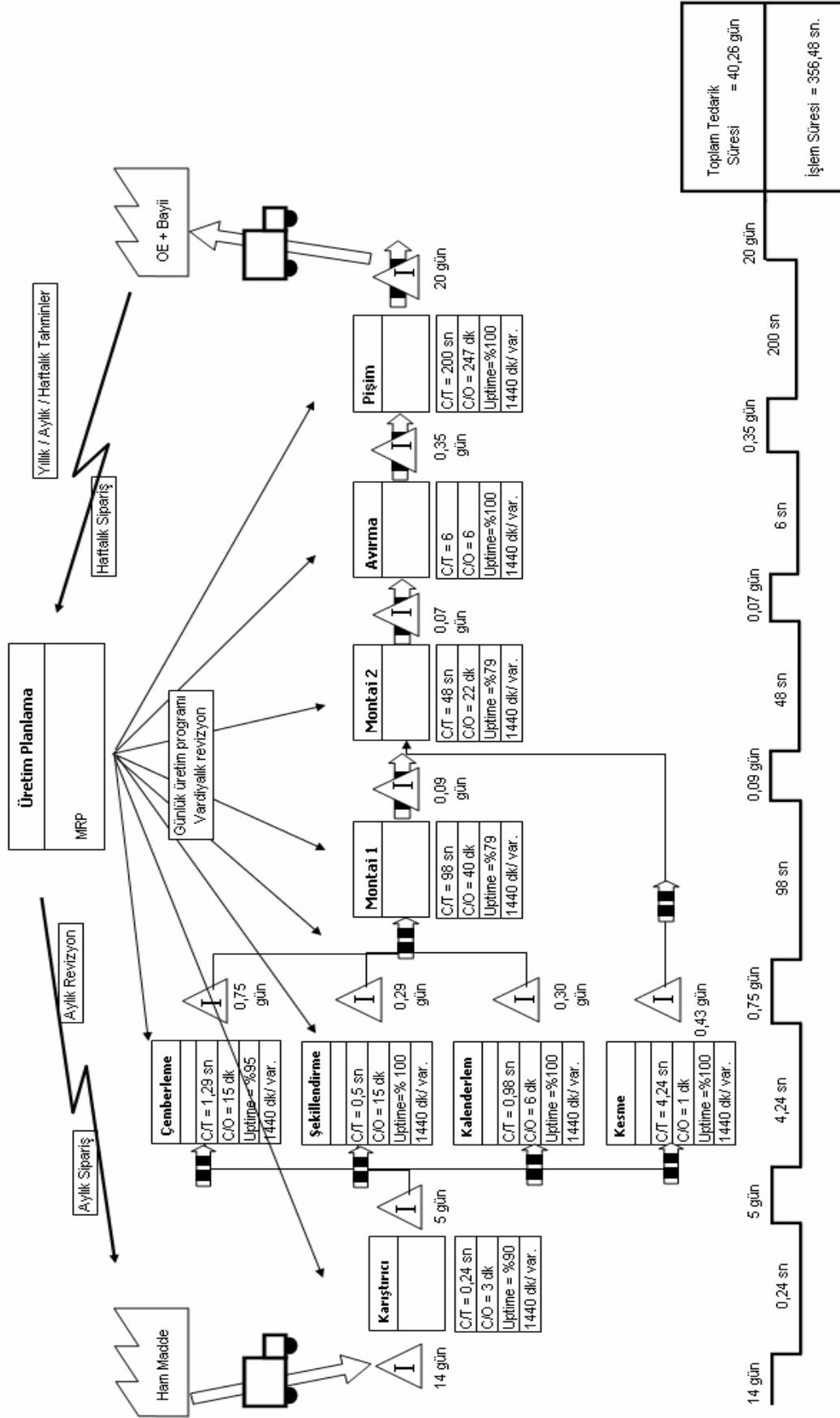
3. Takt zamanı, müşteri isteklerini karşılamak için satış seviyesine bağlı olarak bir parça veya ürünü hangi sıklıkta üretmeniz gerektiğini belirtir. Vardiya başına kullanılabilir çalışma süresinin (saniye) vardiya başına müşteri talebine (adet) bölünmesi ile hesaplanır [21].

Kullanılabilir Çalışma Zamanı = 25,200 sn/vardiya

(8 saat - 60dk. mola = 420 dk. = 25,200 sn.)

Müşteri Talebi = 5000 adet/vardiya

Takt Zamanı =  $25,200 / 5000 = 5,04$  sn/adet



Şekil 4.6. Mevcut durum haritası

Mevcut durum haritasından çıkarılacak sonuçlar aşağıdaki şekildedir;

1. Hiç bir aşamada sürekli akış mevcut değildir.
2. Paralel süreçler arasında darboğaz noktası 0,75 gün ile çemberleme prosesidir.
3. Takt zamanı vardiyada 5,04 sn/adet olarak bulunmuştur. Takt zamanı üzerinde süreye sahip süreçler Montaj 1- 2, Ayırma ve Pişim süreçleridir.
4. Değer katan süreler toplamı 356,48 saniyedir.
5. Değer katmayan süreler toplamı 40,26 gündür.
6. Toplam temin süresi değer katmayan süreler (40,26 gün) ve değer katan süreler (356,48 sn) toplamı olarak 40,264 gündür.
7. İşletme karını en çok etkileyen temin süresi 20 gün ile bitmiş ürün stok alanı olarak görülmektedir.
8. Proses kararlılığını en çok düşüren kısım %79 makine kullanım oranı ile Montaj makineleri kısmıdır.

## **BÖLÜM 5. İYİLEŞTİRME PLANLARININ OLUŞTURULMASI**

Gelecek duruma karar verirken aşağıdaki noktaları göz önüne almamız gerekmektedir;

1. Müşterinin ürünü nereden çekeceğine, yani bitmiş ürün süpermarketi oluşturma veya doğrudan sevkiyat yapma stratejilerine karar verilmelidir.
2. Sürekli akışın nerelerde mümkün olduğuna karar verilmelidir.
3. Sürekli akışın mümkün olmadığı noktalarda süpermarket çekme sisteminin kurulması gerekmektedir.
4. Hangi noktanın çizelgelenmesi gerektiği yani müşterinin ürünü çektiği ve diğer üretim noktalarını tetikleyen tempo belirleyici sürece karar verilmelidir.
5. Tempo belirleyici süreçteki hangi ürünlerin çalışacağına (ürün karmasına) karar verilmeli ve seviyelendirilmelidir.
6. Tempo belirleyici sürece hangi miktarlarda ve zaman aralığında ürün gönderilip çekileceği belirlenmelidir.
7. Ne tür iyileştirmelerle uygulamaların desteklenmesi gerektiğine karar verilmelidir [13, 21].

### **5.1. Bitmiş Ürün Süpermarketi veya Doğrudan Sevkiyat**

Sipariş olarak istenen ürünlerin stok olarak tutulması mı yoksa sipariş geldikçe üretilmesi mi gerekir? Bu soruya verilen cevap üretimle ilgili stratejik bir karar olacaktır.

Bu noktada karar vermek için son 1 yıldaki aylık satış rakamları kullanılarak ABC ürün segmentasyonu analizi uygulanmıştır. Bu analize göre, A grubu ürünleri (%60) en sık, B grubu ürünleri (%20) orta sıklıkta ve C grubu ürünleri (%20) en seyrek

ve düzensiz talebe sahip ürünlerdir. Uygulama sonucunda A segmentine 11 ürün, B segmentine 15 ürün ve C segmentine ise 87 ürün girmektedir.

Şirket, her ürün çeşidinden stok tutamayacağı ve süreç yapısı ilk etapta stoksuz üretime uygun olmadığı için bazı ürünleri stoğa ve bazı ürünleri ise siparişe göre üreterek karma bir strateji izlemeye karar vermiştir. Bu noktada hangi üründen bitmiş ürün stoğu tutulacağına ve hangi ürünün siparişe göre üreteceğine karar verilmelidir. Ürün segmentlerine bakıldığında talebi fazla ürünlerden stok tutmak, az olan ürünleri ise siparişe üretmek ilk aşamada en güvenli strateji olarak düşünülmektedir. A ve B segmentleri için bitmiş ürün stoğu, C segmenti için ise siparişe üretim uygun bulunmuştur. A ve B segmentlerindeki ürünler için bitmiş ürün stok seviyesi, ortalama talebi karşılayacak olan çevrim stoğu, talepteki dalgalanmayı karşılayacak olan tampon stok ve süreç güvensizliğini karşılamak için güvenlik stoklarının toplamından oluşmaktadır.

1. Çevrim Stoğu: Günlük ortalama talep \* Üretim aralığı
2. Tampon Stok: Varyans Katsayısı \* Çevrim Stoğu
3. Güvenlik Stoğu: Güvenlik Stoğu Yüzdesi \* Çevrim Stoğu

## 5.2. Sürekli Akışın mümkün olduğu yerler

Bu aşamada;

1. Makine özellikleri
2. Taşıma şartları
3. Yeni teknoloji geliştirme maliyetleri ve yatırım olanakları incelenmektedir.

Fabrikada üretim aşamasında yer alan her bir makine tek tek incelenmiştir. İlk olarak karıştırıcı makinesi ele alınmıştır. Bu makinenin özelliklerine bakıldığında makinenin kütsel olarak çok ağır olduğu, yer değiştirmeye imkan vermediği görülmüştür. Karıştırıcıdan sonra gelen ve paralel olarak çalışan 4 çeşit makine mevcuttur. Bunlar çemberleme, şekillendirme, kalenderleme ve kesme makineleridir. Bu makinelerin her biri yaklaşık 500 m<sup>2</sup> 'lik alan kaplamaktadır. Bu makinelerin

birleştirilmesi düşünüldüğünde bunların birleştirilmesinin taşıma bakımından mümkün olmadığı görülmüştür. Ayrıca bu 4 makinenin üretime yaptığı katkıyı 1 makinede sağlayacak teknoloji, şirketin mevcut durumda yatırım maliyeti karşılanabilecek düzeyde değildir.

Tüm bu şartlar incelendiğinde Montaj 1, Montaj 2 ve Ayırma süreçlerinin birleştirilmesinin en uygun karar olduğu görülmüştür. Bu şekilde oluşturulacak hücre sistemi firmaya ek bir maliyet oluşturmaz. Makine boyutları taşımaya olanak verdiği için bu konuda da herhangi bir sorun ortaya çıkmamaktadır.

Sonuç olarak, süreçler arasındaki stokları, beklemleri ve taşımaları ortadan kaldırmak için montaj-1, montaj-2 makinelerinden ve ayırma işleminin yapıldığı bölümden birer hücre oluşturulmasına karar verilmiştir.

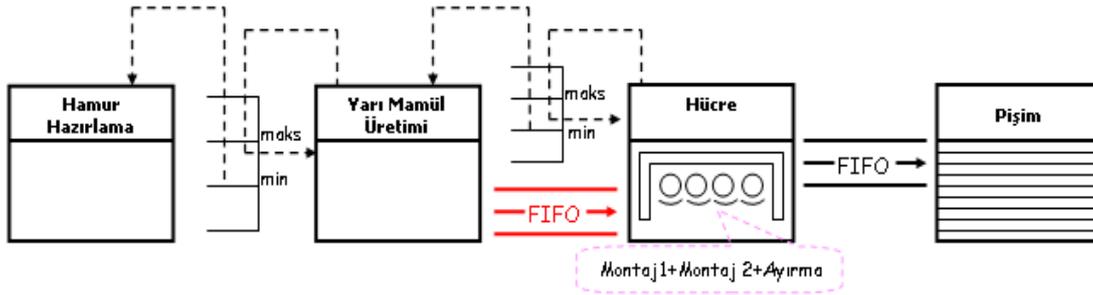
### **5.3. Süpermarket Çekme Sistemlerinin Kurulması**

Yenilemeli çekme sistemlerinde, iki nokta arasındaki değer akışını kontrol etmek için bir çeşit market mekanizması kullanılabilir. Bu tip sistemlerde, üretime başlamak veya durdurmak için gerekli talimat, akışı düzenleyen bir süpermarket stok sistemi yönetilir. Bazı stoklar kanban yardımıyla azaldığı zaman, sistem bir miktar daha ürün yapmak için sinyal verir. Diğer taraftan, belirli bir ürün tipinin market alanı dolduğunda bunun anlamı o ürünün üretiminin durdurulması gerektiğidir. Bu kavramdaki basitliklere rağmen, kanban ile birlikte iyi tasarlanmış market sistemi kurmak, anlamlı sonuçlar oluşturmak açısından önemlidir.

Bazen prosesler arasında market mekanizması ile kanban iyi bir çözüm olmayabilir. Herşeye rağmen market stok tutar ve daha fazla stok yerine yerine az stokla üretim yapılması istenir. FIFO (first in first out – ilk giren ilk çıkar) hattının sistemde mümkün olan yerlere kurulması da iki nokta arasındaki üretimi ayarlamamanın bir yoludur. FIFO sistemine göre, ürünler geldiği sırada önce gelen önce tüketilecek şekilde bir sonraki proseste işlenmelidir. Atölyede, süpermarket sisteminin mümkün olmadığı yerlerde, prosesler arası malzeme akışını düzenlemede çoğu zaman tek yol FIFO'dur. Bu gibi ortamlarda her bir proses için saha içinde yerleri belirtilerek

tasarlanmış bir FIFO sistemi yapılacakları organize etmek için etkili bir teknik olabilir [22].

Sürekli akış olarak hücre sistemi oluşturulduktan sonra hücre sisteminin gerisine doğru yarı mamuller için süpermarket çekme sistemi oluşturulması gerekmektedir.



Şekil 5.1. Gelecek durum çekme sistemlerinin geniş gösterimi

#### 5.4. Tempo Belirleyici Sürecin Seçilmesi

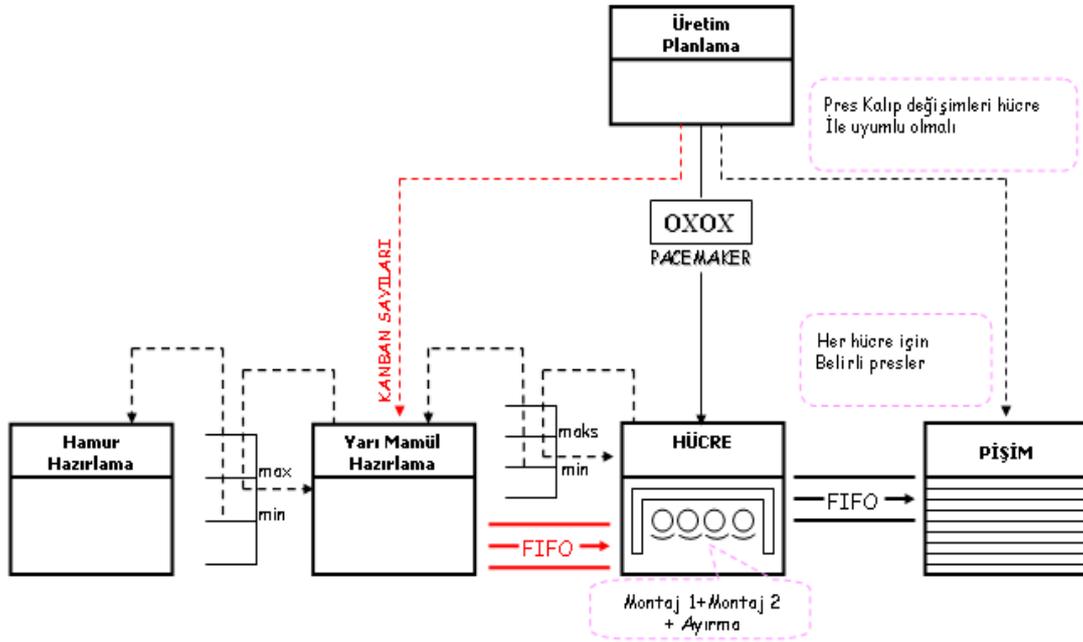
Tempo belirleyici sürecin önemi aşağıdaki sebeplerden kaynaklanmaktadır:

1. Müşterinin ürünleri çekeceği nokta olması,
2. Planlama kısmının çizelgeleme yapacağı tek nokta olması,
3. Bu noktadan geriye doğru çekme, ileriye doğru itme sisteminin etkili olacağı nokta olmasıdır.

Tempo belirleyici süreç olarak uygulanan örnekte 2 seçenek ortaya çıkmaktadır.

1. Hücre (Yarı Mamullerin birleşme noktası)
2. Pişim (Ürünlerin son halini aldığı daha sonra son kontrollerden geçerek ambara ulaştığı üretim noktası)

Her iki süreç için de çizelgeleme yaparken birbirinin kapasitesi göz önüne alınmalıdır. Sonuçta hücre sisteminin çizelgelenmesine karar verilmiştir. Ancak pişim kapasitesini göz önüne almak için müşteri talebi yerine pişim makinelerinin ürün çizelgesi göz önüne alınacaktır.



Şekil 5.2. Gelecek durum tempo belirleyici süreç gösterimi

Montaj-1' de ve pişim preslerinde model değişim süresini azaltmak için ek bir çalışma yapılması gerekmektedir. Bu ihtiyaç doğrultusunda gerekli alanlarda yalnız üretim tekniklerinden biri olan SMED (single minute exchange of die-10 dakikanın altında model değişim süresi) tekniği kullanılabilir.

### 5.5. Tempo belirleyici Süreçte Ürün Karmaşının Seviyelendirilmesi

Tempo belirleyici süreçte üretim karmaşasının seviyelendirilmesi, tüm değer akımının iyileşmesini ve maliyet azalmasını sağlayacaktır.

Ürün karmaşı seviyelendirilirken birçok nokta göz önüne alınmaktadır. Elimizdeki mevcut kodları, o kodları üretebileceğimiz hürelere en uygun şekilde dağıtmak bize istediğimiz sonucu verecektir.

Üretilen kodları hürelere dağıtırken dikkate alınması gereken önemli noktalar:

1. Her hücre her ürünü üretememektedir. Hücrelerin ve ürünlerin özelliklerine göre her bir hücrede üretilen ürünler belirlenir.
2. Hücrelerin kapasiteleri sınırlıdır.

3. Günlük çalışma süresi kısıtlıdır.
4. Her ürünün kendine ait üretim süresi (çevrim süresi) vardır.
5. Hücrenin kapasitesine ve o hücrede üretilebilecek ürünün talebine göre, bir hücrede birden fazla ürün üretilebilir. Bu durumda üretilecek kodlar arasında kalıp değişimi olacaktır.

Tüm bu noktalar dikkate alındığında kodların üretilecekleri hücrelere yerleştirilmesi aşaması şu şekildedir:

1. Öncelikle her bir hücrenin kapasitesi belirlenir.
2. Her bir hücrede üretilebilecek kodlar belirlenir.
3. Bu kodlar yukarıda belirtilen ayrıntılar göz önüne alınarak üretilebilecekleri hücrelere dağıtılır.

### **5.6. Tempo belirleyici Süreçte Çizelgeleme**

Şu ana kadar montaj hücresi tetikleyici süreç (tempo belirleyici süreç) olarak seçildi. Ardından vardiyalık üretim miktarları ve ürün karmalarının belirlenmesi gerektiği kararı verildi. Şimdi ise sıra bitmiş ürünlerin hücreden hangi aralıklarla ve miktarda alınıp süpermarket sahasına transfer edilmesinin belirlenmesine gelmiştir. Bu transfer işlemi sırasında iletişim ve malzeme hareketlerinin düzenlenmesini sağlayan araç, kanbandır. Üretimi seviyelendirmek için ise basit bir araç olan heijunka kutusu kullanılmıştır. Bu araç, bir sonra hangi ürün numarasının tam olarak ne zaman üretileceğini tamamen açık hale getirecek şekilde üretim emirlerini – süreç içi kanbanı – görsel olarak dizmek için zaman aralıklarını kullanır.

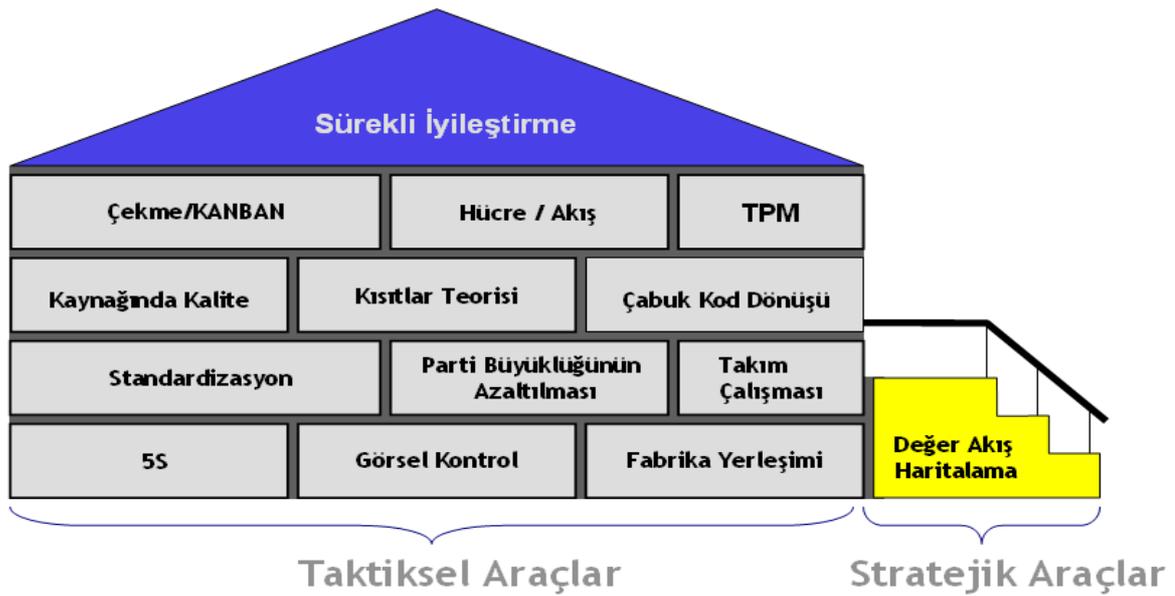
Söz konusu zaman aralıklarını belirlerken iki kısıt söz konusudur, ilki ürün çevrim zamanı diğeri model değişim zamanlarıdır. Uygulamada model değişim zamanları (22dk.) söz konusu olduğundan vardiyaları takt zamanlarına bağlı olarak basit dilimlere ayırma şansı bulunmamaktadır.

Bu durumda bir önceki adımdan faydalanılarak bir hücrede birden fazla çeşit ürün olduğu zaman bir ürün çeşidi için belirlenen parti büyüklüğü kadar üretim yapılır

ardından 22 dakika kod dönüşü ve ardından diğer ürünler ile devam eden bir seviyelendirme söz konusu olacaktır.

### 5.7. Gelecek Durum Haritası ve İyileştirme Projelerinin Belirlenmesi

Aşağıdaki tabloda yalın üretimin taktiksel ve stratejik araçlarını gösteren bir tablo sunulmaktadır.



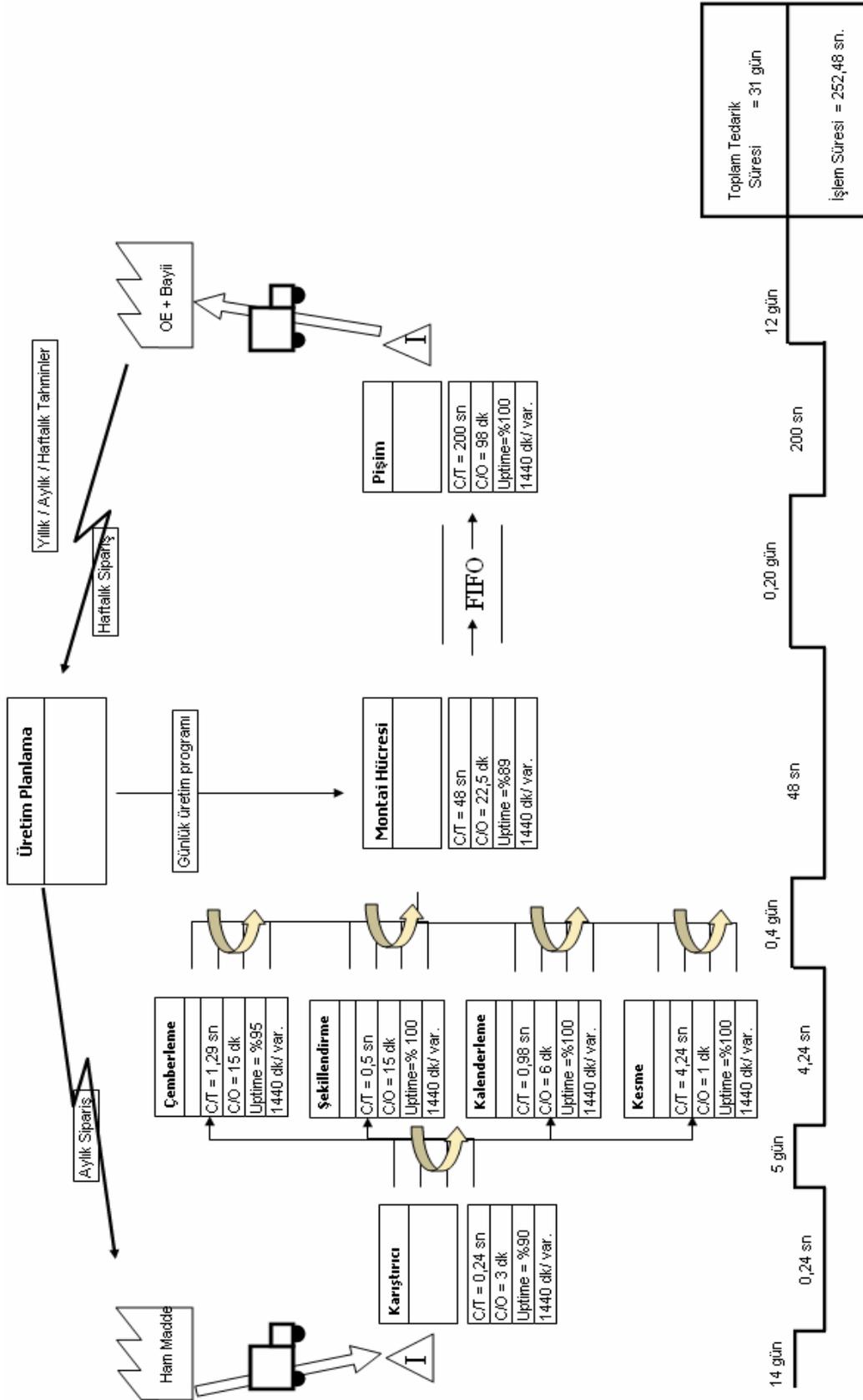
Şekil 5.3 Yalın üretim araçları

Mevcut Durum Haritası incelendiğinde aşağıdaki projeler öncelikli olarak ihtiyaç oluşturmaktadır;

1. Montaj 1-2 ve Ayırma süreçlerinin birleştirilmesi için hücre sisteminin oluşturulması,
2. Ürün karmalarının seviyelendirilmesi için çekme sisteminin kurulması,
3. bitmiş ürün stok seviyelerinin ve tetikleyici proses için çizelgeleme sisteminin kurulması,
4. Malzemelerin istenilen zamanda hazır olması için süpermarket çekme sisteminin kurulması,
5. Değişim zamanının yüksek olan pişim sürecinde aynı zamanda hücre sistemi ile de uyum sağlayabilmesi için SMED çalışması,

6. İleride hücre olarak düşünölen Montaj 1 ve Montaj 2 süreçlerinde arasındaki model süresi farklılığını ortadan kaldırmak için Montaj 1 aşamasında SMED çalışması,
7. Montaj 1 aşamasında yüksek olan ıskarta oranını düşürmek için 6 Sigma çalışması,
8. Hücre içinde gerekli düzenlemeyi sağlamak için 5S çalışması üzerine projeler hazırlanması gerektiği ortaya çıkar.

Konulan hedefler sonucunda ulaşılmak istenen ilk gelecek durum aşağıdaki şekilde gibidir;



Şekil 5.4 Gelecek Durum Haritası

Gelecek durum haritasından çıkarılacak sonuçlar aşağıdaki şekildedir;

1. Montaj hücresi, süpermarket çekme sistemleri ve FIFO (İĞİÇ –İlk giren ilk çıkar) sistemleri ile sürekli akış hedeflenmektedir.
2. Temin süresi toplam 40,264 günden 31 güne indirilmesi hedeflenmiştir.
3. Toplam değer katan zaman 356,48 saniyeden 252,48 saniyeye indirilmesi hedeflenmiştir.
4. Model değişim zamanının Montaj 1 süreci için 22 dakikaya indirilmesi hedeflenmiştir. (Montaj 2 süreci ile uyumlu olması için)
5. Model değişim zamanı pişim sürecinde 98 dakikaya indirilmesi hedeflenmektedir.

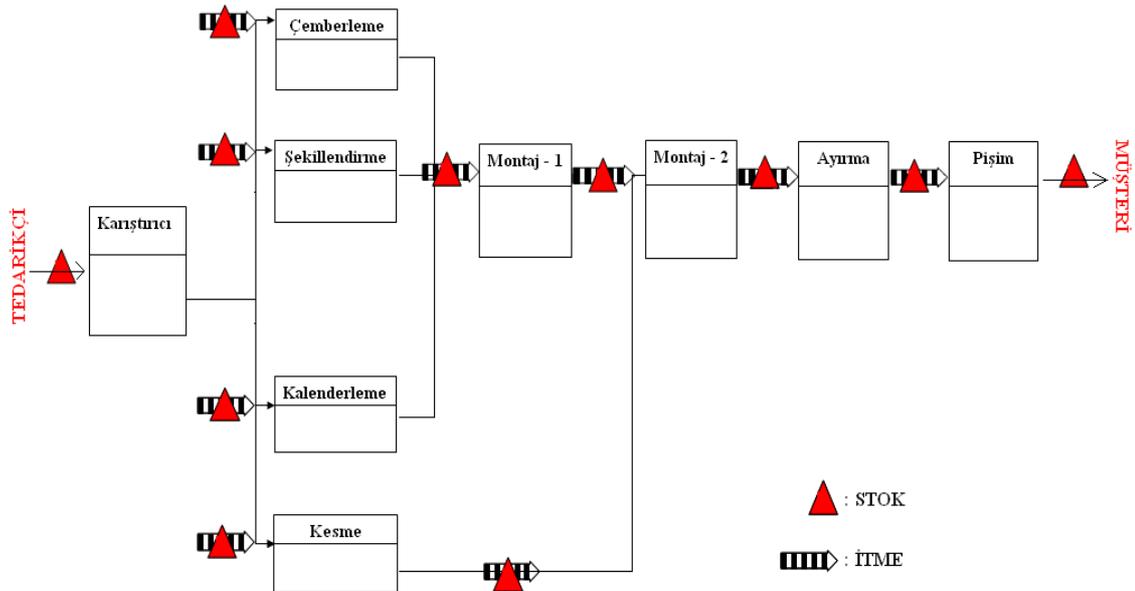
## BÖLÜM 6. KÜLTÜR DEĞİŞİMİ VE İYİLEŞTİRMELERİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

### 6.1. Hücre Sistemi

Hücre tasarımı üzerine oldukça fazla sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların çoğu farklı makine kapasiteleri ve ürün aileleri içeren örneklerdir. Uygulamadaki çalışma ise mümkün olan en az stok seviyesini sağlamak için mevcut makinelerin (daha önce bahsedildiği gibi Montaj-1 ve Montaj-2) gruplanmasını içermektedir.

İlk olarak makine sayıları belirlenmiştir. Örnekte toplam 32 adet Montaj-1, 16 adet ise Montaj-2 makinesi bulunmaktadır.

Mevcut süreç akışı aşağıdaki gibidir;



Şekil 6.1. Mevcut durum parça süreç akışı

Söz konusu makinelerin çevrim zamanlarına baktığımızda Montaj-1 için 95-100 sn/ürün, Montaj-2 için 45-50 sn/ürün şeklindedir.

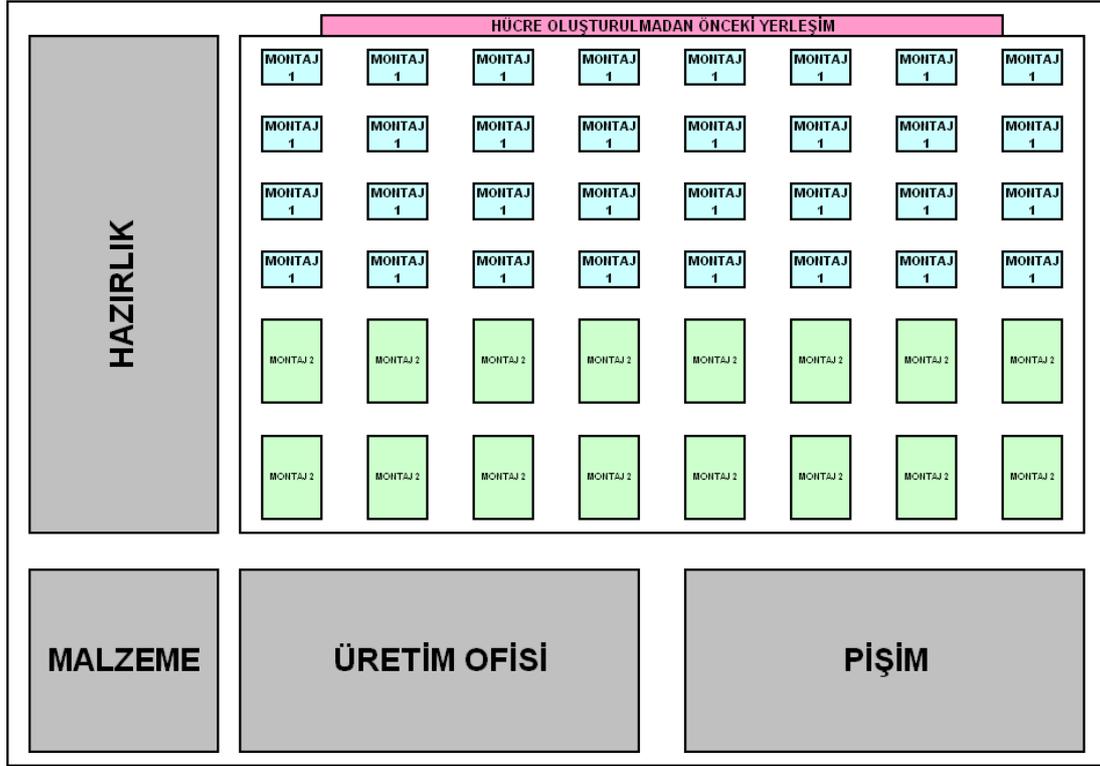
Sonuç olarak Montaj-1 çıktısı, Montaj-2 çıktısının yarı zamanında üretilmektedir. Dolayısı ile 2 adet Montaj-1 makinesi ile 1 adet Montaj-2 makinesi gruplandırılması gerekmektedir. Ancak bazı makine özellikleri söz konusu ürün ailesindeki ancak bazı ürünleri üretebilmektedir. Bu kısıtı ortadan kaldırmak için ürün özellikleri ve makine özelliklerini gösteren bir matris oluşturulmuştur.

Gelecek durumu Şekil 6.1'deki gibi ulaşıldığında elde edilmiş avantajlar aşağıdaki gibidir;

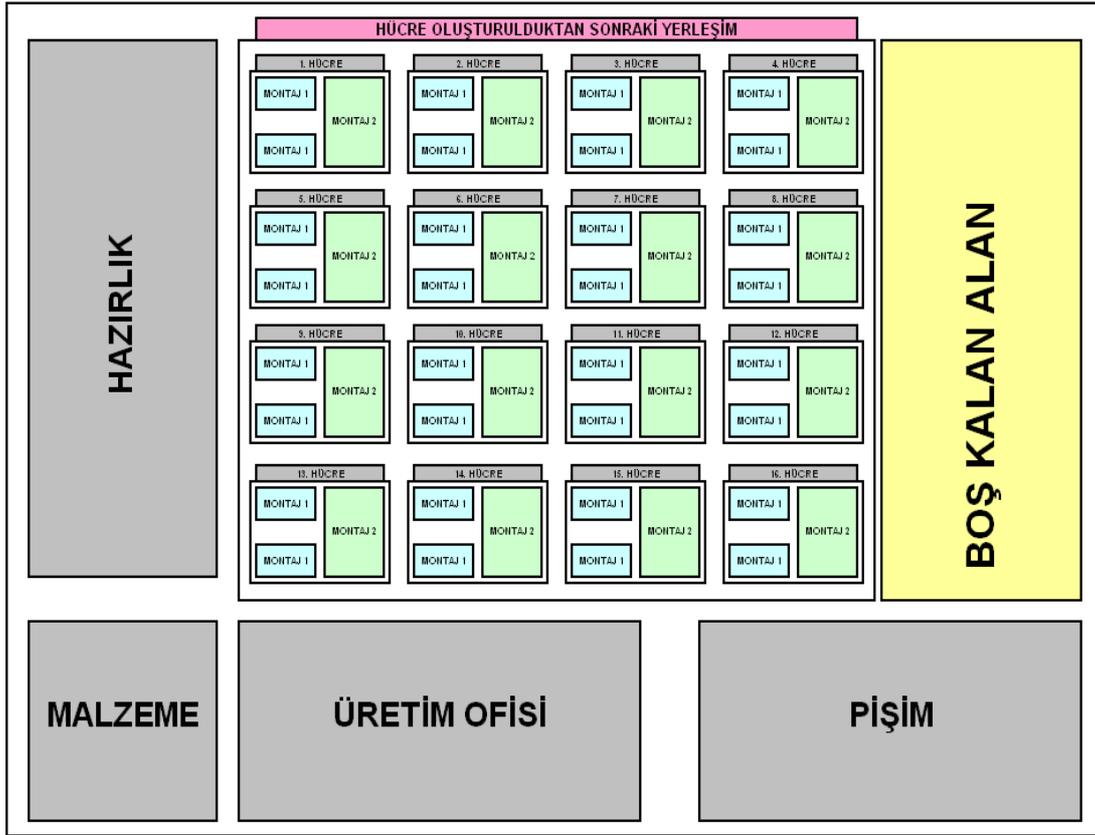
- Sadece hücre için oluşturulan program sonucu planlama zamanı azalmıştır.
- Müşteri isteklerindeki ani değişimlere ayak uydurma esnekliği artmıştır.
- Montaj-1 ve Montaj-2 süreçleri arasındaki stok ve taşıma israfları ortadan kalmıştır.
- Montaj-1 sürecinden Montaj-2 sürecine iletilen kusurlu ürünlerin fark edilme zamanı ciddi olarak azalmış, kontrol sağlamak daha kolay halde gelmiştir.
- Grup çalışması ve çalışan performansında iyileşme sağlanmıştır.
- Yer tasarrufu sağlanmıştır.

Ürün akışı sırasında hammaddeden gelen yarı mamül belirli aşamalardan geçtikten sonra montaj-1 makinesine gelmektedir. Burada işlem gördükten sonra montaj-2 makinesine geçmektedir. Bu geçiş sırasında, aynı ürün kodunu işleyen makinelerin ayrı ayrı yerlerde bulunmasından dolayı düzensizlikler meydana gelmektedir. Ayrıca işlenen ürünler pişim aşamasına gelirken ürün kodları karışmakta, pişim yapılmadan önce bu kodlar tek tek ayrılmaktadır. Hücre sistemi bu soruna bir çözümdür. Montaj-1 ve Montaj-2 makineleri aynı yerde bulunduğu ve aynı ürünleri ürettiği için pişim aşamasına geçişte de herhangi bir karışıklık olmamaktadır. Bu yönüyle hücre sisteminin üretime katkısı çok büyüktür ve kod ayırma zamanını ortadan kaldırmasıyla, zamandan da tasarruf sağlanmasına yardımcı olur.

Mevcut makineler birleştirip hücreler oluşturulduğunda firmada değişen yerleşim düzeni ve ürün taşımadaki kazanç aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



Şekil 6.2. Hücre Oluşturulmadan Önceki Yerleşim



Şekil 6.3. Hücre Oluşturulduktan Sonraki Yerleşim

Şekillerde de görüldüğü gibi, hücre sistemi oluşturulduğunda hem taşıma sırasındaki karışıklık önlenmiş olur, hem taşıma süreleri azalır hem de bu sayede belirli bir düzen oluştuğundan boş kalan alanlar elde edilir.

## 6.2. Ürün Karmaşasının Seviyelendirilmesi

Eldeki koşullarda Montaj-1, Montaj-2 ve Ayırma süreçlerinin birleştirilmesine karar verilmiştir. Süreçler arasındaki stokları, bekleme ve taşımaları ortadan kaldırmak için hücre oluşturulması planlanmıştır. Bu aşamada eldeki ürünlerin, oluşturulması planlanan hücelere optimal şekilde nasıl dağıtılması gerektiği sorusu ön plana çıkmaktadır.

Hücreler oluşturulurken, o hücreyi oluşturacak makinelerin aynı ya da benzer özellikte olmasına dikkat edilir. Bu şekilde hücelere atanacak ürün kodları, makine özelliklerine göre belirlenecektir.

Oluşturulması planlanan 16 hücrenin, ABC Analizi ile belirlenen 26 üründen hangilerini üretebileceği tabloda gösterilmiştir:

Tablo 6.1. Ürün – Hücre Matrisi

| ÜRÜN | HÜCRELER |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
|      | 1        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1    | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |    | +  | +  |    |    |    |
| 2    |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | +  | +  | +  |
| 3    | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |    | +  | +  |    |    |    |
| 4    |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | +  | +  | +  |
| 5    |          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    | +  | +  | +  |
| 6    | +        | + | + | + | + | + |   |   |   | +  |    |    |    |    |    |    |
| 7    |          |   |   |   |   | + |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 8    | +        | + | + | + | + | + |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 9    | +        | + | + | + | + | + | + | + | + |    | +  | +  | +  |    |    |    |
| 10   | +        | + | + | + | + | + |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 11   | +        | + | + | + | + | + |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 12   | +        | + | + | + | + | + |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 13   | +        | + | + | + | + | + |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 14   | +        | + | + | + | + | + |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 15   | +        | + | + | + | + | + |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 16   | +        | + | + | + | + | + |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 17   | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |    |    |    |
| 18   | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |    |    |    |
| 19   | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  |    |    |    |
| 20   | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |    | +  | +  |    |    |    |
| 21   | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |    | +  | +  |    |    |    |
| 22   | +        | + | + | + | + | + |   |   | + |    | +  |    |    |    |    |    |
| 23   | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |    | +  | +  |    |    |    |
| 24   | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |    | +  | +  |    |    |    |
| 25   | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |    | +  | +  |    |    |    |
| 26   | +        | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |    | +  | +  |    |    |    |

Her makinenin üretebileceği ürün kodları belirlendikten sonra gelen talebi kodlara göre en uygun makineye yerleştirme işlemine geçilir.

Bu aşama gerçekleştirilirken karşımıza çıkan 4 tane ihtimal vardır. Bunlar:

1. Ürünün talebi makine kapasitesinden küçüktür (veya eşittir) ve ürünün üretim zamanı çalışılacak zamandan küçüktür (veya eşittir). Bu durumda o ürüne talep edilen miktar dikkate alınır.
2. Ürünün talebi makine kapasitesinden küçüktür (veya eşittir) ve ürünün üretim zamanı çalışılacak zamandan büyüktür. Bu durumda üretim için kalan zamandan kalıp değişim süresi çıkarılır ve bu sonuç o ürünün üretim süresine bölünür. Böylece kalan zamana göre üretebileceğimiz ürün miktarı bulunmuş olur.

3. Ürünün talebi makine kapasitesinden büyüktür ve ürünün üretim zamanı çalışılabilecek zamandan küçüktür (veya eşittir). Bu durumda o ürüne makinenin üretebileceği ürün kapasitesi dikkate alınır.
4. Ürünün talebi makine kapasitesinden büyüktür ve ürünün üretim zamanı çalışılabilecek zamandan büyüktür. Bu durumda yine o ürüne makinenin üretebileceği ürün kapasitesi dikkate alınır.

Anlatılan tüm ihtimaller üretim planına uygulanmıştır. Bununla ilgili olarak 1. hücreye ait plan aşağıdadır.

Tablo 6.2. Hücresel Üretim Çizelgesi

| 1. HÜCRE  |                 |                 |                |                |               |             |            |                   |
|-----------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|-------------|------------|-------------------|
| ÜRÜN KODU | TALEP (VARDIYA) | PARTİ BÜYÜKLÜĞÜ | KALAN KAPASİTE | ÇEVİRİM SÜRESİ | ÜRETİM SÜRESİ | KOD DEĞİŞİM | KALAN SÜRE | ÜRETİLEMİYEN ÜRÜN |
| 1         | 150             | 150             | 210            | 0.75           | 113           | 22.5        | 287        | 0                 |
| 2         | 100             | 100             | 110            | 0.71           | 71            | 22.5        | 174        | 0                 |
| 3         | 75              | 75              | 35             | 0.85           | 84            | 22.5        | 87         | 0                 |
| 4         | 50              | 35              | 0              | 0.77           | 27            | 22.5        | 38         | 15                |
| 5         | 45              | 0               | 0              | 0.72           | 0             | 22.5        | 38         | 47                |
| 6         | 50              | 0               | 0              | 0.84           | 0             | 22.5        | 38         | 48                |
| 7         | 65              | 0               | 0              | 0.83           | 0             | 22.5        | 38         | 42                |
| 8         | 50              | 0               | 0              | 0.83           | 0             | 22.5        | 38         | 50                |
| 9         | 42              | 0               | 0              | 0.88           | 0             | 22.5        | 38         | 45                |
| 10        | 41              | 0               | 0              | 0.84           | 0             | 22.5        | 38         | 30                |
| 11        | 35              | 0               | 0              | 0.83           | 0             | 22.5        | 38         | 54                |
| 12        | 38              | 0               | 0              | 0.78           | 0             | 22.5        | 38         | 43                |
| 13        | 40              | 0               | 0              | 0.69           | 0             | 22.5        | 38         | 47                |
| 14        | 35              | 0               | 0              | 0.64           | 0             | 22.5        | 38         | 38                |
| 15        | 30              | 0               | 0              | 0.75           | 0             | 22.5        | 38         | 40                |
| 16        | 20              | 0               | 0              | 0.75           | 0             | 22.5        | 38         | 35                |
| 17        | 20              | 0               | 0              | 0.79           | 0             | 22.5        | 38         | 45                |
| 18        | 10              | 0               | 0              | 0.77           | 0             | 22.5        | 38         | 50                |
| 19        | 20              | 0               | 0              | 0.74           | 0             | 22.5        | 38         | 51                |
| 20        | 10              | 0               | 0              | 0.75           | 0             | 22.5        | 38         | 53                |
| 21        | 5               | 0               | 0              | 0.72           | 0             | 22.5        | 38         | 54                |
| 22        | 0               | 0               | 0              | 0.72           | 0             | 22.5        | 38         | 49                |

|                     |     |                       |     |
|---------------------|-----|-----------------------|-----|
| Kullanılan Kapasite | 360 | Çalışılan Zaman       | 341 |
| Toplam Kapasite     | 360 | Çalışılabilecek Zaman | 379 |

Ürün kodları hücrelere atanırken, o hücrede hangi ürünlerin üretilebileceği belirli olduğu için 26 ürün aynı hücrede çizelgelenmeyebilir.

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi 1. hücrede 22 adet ürün programlanmaktadır.

Tablodaki başlıklar şu şekildedir:

- Talep (vardiya): O ürün için istenen vardiya başına ürün miktarıdır. (adet)

- Parti Büyüklüğü: Makinenin kapasitesine ve ürünün üretim zamanına göre o gün üretilebileceği miktardır. (adet)
- Kalan Kapasite: Ürünler istenen talep oranında üretildikçe makinenin daha fazla üretim için kalan kapasitesidir. (adet)
- Çevrim süresi: İstenen ürünün 1 adedinin üretim süresidir. (dk)
- Üretim Süresi: Ürünün çevrim süresiyle talep miktarının çarpımıdır. (dk)
- Kod Değişim Süresi: Makine birden fazla ürün üretildiğinde üretilcek ürün için kalıp değiştirme süresidir. (dk)
- Kalan Süre: Günde çalışılan toplam zamandan üretilen ürün zamanları tek tek çıkarıldıkça kalan süredir.(dk)
- Üretilmeyen Ürün Miktarı: Üründen talep edilen miktardan o makinede üretilen miktar çıkarılarak bulunan sonuçtur. Bir üründe üretilmeyen kaldığı zaman o ürün, onu üretebilecek diğer makinelere gönderilir. (adet)
- Çalışılan Zaman: Programlanmış ürün miktarlarını üretmek için ilgili vardiyada çalışılan zamandır. (dk)
- Çalışılabilir Zaman: Bir vardiyada üretim için çalışılabilir zamandır. (dk)
- Kullanılan Kapasite: Programlanmış ürün miktarlarını üretmek için ilgili vardiyada kullanılan kapasitedir. (adet)
- Toplam Kapasite: Üretim yapılan ilgili hücrenin vardiyalık kapasitesidir. (adet)

### **6.2.1. Hücre çekme sistemi**

Montaj sürecinde üretilmesi gereken her bir ürünün kodu, talebi, çevrim zamanı ve kod dönüş süresi bulunmuştur.

Tablo 6.3. İmalat hücresi için çekme sistemi çizelgesi

| Ürün Kodu | Ortalama Günlük Talep | Çevrim Zamanı / parça (dk) | Gerekli Çalışma Zamanı (dk.) | Kod dönüş zamanı (dk) |
|-----------|-----------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1         | 1840                  | 0.75                       | 1380                         | 22.5                  |
| 2         | 1258                  | 0.75                       | 944                          | 22.5                  |
| 3         | 1192                  | 0.71                       | 842                          | 22.5                  |
| 4         | 1049                  | 0.75                       | 787                          | 22.5                  |
| 5         | 1235                  | 0.75                       | 926                          | 22.5                  |
| 6         | 787                   | 0.85                       | 668                          | 22.5                  |
| 7         | 593                   | 0.89                       | 525                          | 22.5                  |
| 8         | 589                   | 0.77                       | 450                          | 22.5                  |
| 9         | 465                   | 0.72                       | 335                          | 22.5                  |
| 10        | 433                   | 0.84                       | 362                          | 22.5                  |
| 11        | 430                   | 0.83                       | 357                          | 22.5                  |
| 12        | 373                   | 0.83                       | 310                          | 22.5                  |
| 13        | 319                   | 0.86                       | 274                          | 22.5                  |
| 14        | 334                   | 0.84                       | 279                          | 22.5                  |
| 15        | 304                   | 0.83                       | 252                          | 22.5                  |
| 16        | 291                   | 0.76                       | 222                          | 22.5                  |
| 17        | 270                   | 0.69                       | 185                          | 22.5                  |
| 18        | 32                    | 0.64                       | 20                           | 22.5                  |
| 19        | 141                   | 0.75                       | 105                          | 22.5                  |
| 20        | 204                   | 0.75                       | 153                          | 22.5                  |
| 21        | 243                   | 0.79                       | 193                          | 22.5                  |
| 22        | 241                   | 0.77                       | 186                          | 22.5                  |
| 23        | 141                   | 0.74                       | 103                          | 22.5                  |
| 24        | 263                   | 0.75                       | 197                          | 22.5                  |
| 25        | 141                   | 0.72                       | 102                          | 22.5                  |
| 26        | 156                   | 0.72                       | 112                          | 22.5                  |
|           |                       |                            | 10270                        |                       |

|   |   |        |
|---|---|--------|
| 1 Vardiya içindeki toplam zaman                 |   | 480    |
| Toplam eldeki kullanılabilir zaman (*3 vardiya) | = | 1440   |
| Kalite ve Mekanik Duruşlar                      |   | 21%    |
| Toplam eldeki net zaman                         | - | 1137.6 |
| Toplam Hücre Sayısı                             |   | 15     |
| Toplam Çalışılacak Zaman                        | * | 17064  |
| Malzemeleri üretmek için gerekli toplam zaman   | - | 10270  |
| Kod değişimi için kalan zaman                   |   | 6794   |

Tablo 6.3’de yapılan işlemler sonucu kod değişimi için kalan süre 6794 dakika bulunmuştur. Bu süre 22,5 dakika olan ürün başına kod değişim süresine bölüldüğünde yaklaşık olarak 302 değeri bulunmaktadır. Bu da bizim günde 302 adet kod değişimi yapabileceğimiz anlamına gelmektedir. Vardiya da yaklaşık 26 kod üretmek istediğimize göre günde en fazla  $26 * 3 = 78$  adet kod değiştirebiliriz.

Sonuç olarak; bir vardiyada istediğimiz kadar çeşit ürün için kod değişimi yapabilmekteyiz.

Bu konuda belirtilmesi gereken önemli bir nokta daha vardır. Ürünlerin talep edildiği miktarlara göre üretilebilecekleri hücrelere dağıtılması sonucunda her zaman 15 hücrede tam kapasiteyle çalışıyor olmayabilir. Şöyle ki talebin ortalama olarak vardiyada 5000 adet olduğu durumlarda yapılan programlamaya göre 9 adet hücre üretim yapmaktadır. Diğerleri boş kalmıştır. Bu gibi durumlarda, kullanılan hücre sayısı ile toplam eldeki net zaman çarpılır ve tüm bunların sonucunda kod değişimi için kalan zaman yeniden bulunur.

Yukarıdaki tabloda, 1 günde mümkün olan kod değişim adedini bulmak için aşağıdaki hesaplar yapılmıştır:

$$\text{Günlük Talep} * \text{Çevrim Zamanı} / (60\text{sn}) = \text{Gerekli Çalışma Zamanı (dk)}$$

Eldeki brüt zamandan net zaman elde edilerek;

$$\text{Eldeki net zaman (dk)} - \text{Gerekli çalışma zamanı (dk)} = \text{Kod Dönüşü için Kalan Zaman}$$

$$\text{Kod Dönüşü için Kalan Zaman} / \text{Kod Dönüş Süresi} = \text{Kod Değişim Adedi}$$

Her vardiya üretmeye imkan verir. Buradan üretim aralığı 0,33gün'dür.

Yeni süreç içi stok miktarlarını ve Kanban miktarlarını bulmak için aşağıdaki hesaplar yapılmıştır. Üretim aralığı: 3 kez / gün = 0,33 gün'dür.

Varyans katsayısı: Her ürün için talepteki dalgalanmaya karşı hesaplanmıştır.

26 ürün için minitab programında hesaplanmış varyans katsayıları aşağıdaki gibidir:

Tablo 6.4. Minitab programında varyans katsayısı hesabı

| Variable | N | N* | Mean   | StDev | CoefVar | Minimum | Median | Maximum |
|----------|---|----|--------|-------|---------|---------|--------|---------|
| 1        | 5 | 0  | 1840   | 252   | 13.70   | 1446    | 1967   | 2051    |
| 2        | 5 | 0  | 1258   | 253   | 20.11   | 986     | 1222   | 1578    |
| 3        | 5 | 0  | 1192   | 301   | 25.24   | 851     | 1199   | 1592    |
| 4        | 5 | 0  | 1049.1 | 128.8 | 12.28   | 932.1   | 1029.9 | 1234.9  |
| 5        | 5 | 0  | 1234.6 | 115.9 | 9.39    | 1091.5  | 1208.3 | 1404.4  |
| 6        | 5 | 0  | 786.8  | 68.6  | 8.71    | 739.4   | 759.5  | 904.4   |
| 7        | 5 | 0  | 593.1  | 60.0  | 10.12   | 513.8   | 601.9  | 666.4   |
| 8        | 5 | 0  | 588.8  | 106.9 | 18.15   | 473.0   | 588.3  | 754.7   |
| 9        | 5 | 0  | 465.3  | 76.3  | 16.40   | 372.2   | 442.1  | 544.9   |
| 10       | 5 | 0  | 433.5  | 51.8  | 11.94   | 359.0   | 425.2  | 496.0   |
| 11       | 5 | 0  | 430.0  | 58.5  | 13.61   | 360.1   | 420.3  | 507.4   |
| 12       | 5 | 0  | 372.5  | 42.2  | 11.33   | 337.4   | 359.9  | 443.4   |
| 13       | 5 | 0  | 318.7  | 59.9  | 18.79   | 242.1   | 354.0  | 373.6   |
| 14       | 5 | 0  | 334.0  | 103.0 | 30.84   | 202.8   | 357.1  | 470.9   |
| 15       | 5 | 0  | 303.8  | 74.1  | 24.40   | 225.4   | 270.5  | 404.2   |
| 16       | 5 | 0  | 290.6  | 94.6  | 32.57   | 188.9   | 287.6  | 400.1   |
| 17       | 5 | 0  | 270.0  | 83.2  | 30.84   | 177.4   | 241.5  | 381.5   |
| 18       | 5 | 0  | 31.8   | 25.8  | 81.21   | 6.3     | 24.9   | 68.7    |
| 19       | 5 | 0  | 51.4   | 22.9  | 44.63   | 25.0    | 47.0   | 81.0    |
| 20       | 5 | 0  | 204.0  | 58.4  | 28.64   | 116.8   | 214.6  | 271.3   |
| 21       | 5 | 0  | 243.1  | 89.2  | 36.67   | 145.8   | 245.1  | 367.1   |
| 22       | 5 | 0  | 240.5  | 84.6  | 35.17   | 112.3   | 277.1  | 331.3   |
| 23       | 5 | 0  | 140.6  | 30.7  | 21.85   | 97.5    | 146.3  | 180.3   |
| 24       | 5 | 0  | 263.3  | 95.7  | 36.33   | 154.3   | 229.3  | 384.8   |
| 25       | 5 | 0  | 141.3  | 69.7  | 49.31   | 40.8    | 169.3  | 202.0   |
| 26       | 5 | 0  | 155.6  | 45.7  | 29.36   | 87.6    | 162.6  | 209.4   |

Güvenlik katsayısı: Süreçteki kalitesizlik ve duruşlara karşı %11 olarak kabul edilmiştir.

Çevrim Stok: Günlük talep \* Üretim aralığı

Tampon Stok: Çevrim stok \* Varyans katsayısı

Güvenlik Stoğu: Çevrim stok \* Güvenlik katsayısı

Maksimum Stok: Çevrim stok + Tampon stok + Güvenlik stoğu

Minimum Stok: Tampon stok + Güvenlik stoğu

Tetikleme Noktası: Minimum stok

Ortalama Eldeki Envanter: Çevrim stok/2 + Tampon stok

Konteynır miktarı sistem için 30'dür.

Çevrim Stoğu Kartı: Çevrim Stok / Konteynır

Tampon Stoğu Kartı: Tampon stok / Konteynır

Güvenlik Stok Kartı: Güvenlik stok / Konteynır

Sistemdeki Toplam Kanban Sayısı :Çevrim Stoğu Kartı.+ Tampon Stoğu Kartı

+ Güvenlik Stoğu Kartı

Aşağıdaki tabloda her üründen gerekli süreç içi stoklar ve kart sayıları verilmiştir.

Sonuç olarak montaj hücresi için yeni süreç içi temin süresi aşağıdaki şekilde bulunur:

Ortalama eldeki envanter: 3023 lastiktir.

Lastik talebi: 15000 lastik / gün

Süreçte hedeflenen yeni temin süresi:  $3023 \text{ lastik} / 15000 \text{ lastik/gün} = 0.20 \text{ gündür.}$

Tablo 6.5. Ürün bazında süreç içi stoklar ve kanban miktarları

| Ürün Kodu | Ortalama Günlük Talep | Üretim Aralığı | standart Sapma | standart 2 Sapma | Varyans Katsayısı (%) | Güvenlik Katsayısı (%) | Çevrim stok | Tampon stok | Güvenlik Stoku | MAKS stok | MIN stok | Tetkime Noktası | Ortalama Edeki Envanter |
|-----------|-----------------------|----------------|----------------|------------------|-----------------------|------------------------|-------------|-------------|----------------|-----------|----------|-----------------|-------------------------|
| 1         | 1840                  | 0.33           | 262            | 504              | 13.7%                 | 11%                    | 607         | 63          | 67             | 757       | 160      | 150             | 387                     |
| 2         | 1258                  | 0.33           | 263            | 506              | 20.1%                 | 11%                    | 415         | 83          | 46             | 544       | 129      | 129             | 291                     |
| 3         | 1192                  | 0.33           | 301            | 602              | 25.2%                 | 11%                    | 393         | 99          | 63             | 536       | 143      | 143             | 296                     |
| 4         | 1049                  | 0.33           | 129            | 258              | 12.3%                 | 11%                    | 346         | 43          | 33             | 427       | 81       | 81              | 216                     |
| 5         | 1235                  | 0.33           | 116            | 232              | 9.4%                  | 11%                    | 407         | 38          | 45             | 491       | 83       | 83              | 242                     |
| 6         | 787                   | 0.33           | 69             | 137              | 8.7%                  | 11%                    | 260         | 23          | 29             | 311       | 51       | 51              | 152                     |
| 7         | 593                   | 0.33           | 60             | 120              | 10.1%                 | 11%                    | 196         | 20          | 22             | 237       | 41       | 41              | 118                     |
| 8         | 589                   | 0.33           | 107            | 214              | 18.2%                 | 11%                    | 194         | 35          | 21             | 251       | 57       | 57              | 132                     |
| 9         | 465                   | 0.33           | 76             | 153              | 16.4%                 | 11%                    | 154         | 25          | 17             | 196       | 42       | 42              | 102                     |
| 10        | 433                   | 0.33           | 52             | 104              | 11.9%                 | 11%                    | 143         | 17          | 16             | 176       | 33       | 33              | 88                      |
| 11        | 430                   | 0.33           | 99             | 117              | 13.6%                 | 11%                    | 142         | 19          | 16             | 177       | 35       | 35              | 90                      |
| 12        | 373                   | 0.33           | 42             | 84               | 11.3%                 | 11%                    | 123         | 14          | 14             | 150       | 27       | 27              | 75                      |
| 13        | 319                   | 0.33           | 60             | 120              | 18.8%                 | 11%                    | 105         | 20          | 12             | 136       | 31       | 31              | 72                      |
| 14        | 334                   | 0.33           | 103            | 206              | 30.8%                 | 11%                    | 110         | 34          | 12             | 156       | 46       | 46              | 89                      |
| 15        | 304                   | 0.33           | 74             | 148              | 24.4%                 | 11%                    | 100         | 24          | 11             | 136       | 35       | 35              | 75                      |
| 16        | 291                   | 0.33           | 95             | 189              | 32.6%                 | 11%                    | 96          | 31          | 11             | 138       | 42       | 42              | 79                      |
| 17        | 270                   | 0.33           | 83             | 166              | 30.8%                 | 11%                    | 89          | 27          | 10             | 126       | 37       | 37              | 72                      |
| 18        | 32                    | 0.33           | 26             | 52               | 81.2%                 | 11%                    | 10          | 9           | 1              | 20        | 10       | 10              | 14                      |
| 19        | 141                   | 0.33           | 4              | 8                | 49.3%                 | 11%                    | 47          | 23          | 5              | 75        | 28       | 28              | 46                      |
| 20        | 204                   | 0.33           | 58             | 117              | 28.7%                 | 11%                    | 67          | 19          | 7              | 94        | 27       | 27              | 53                      |
| 21        | 243                   | 0.33           | 89             | 178              | 36.7%                 | 11%                    | 80          | 29          | 9              | 118       | 38       | 38              | 70                      |
| 22        | 241                   | 0.33           | 85             | 169              | 35.2%                 | 11%                    | 79          | 28          | 9              | 116       | 37       | 37              | 68                      |
| 23        | 141                   | 0.33           | 31             | 61               | 21.9%                 | 11%                    | 46          | 10          | 5              | 62        | 15       | 15              | 33                      |
| 24        | 263                   | 0.33           | 96             | 191              | 36.3%                 | 11%                    | 87          | 32          | 10             | 128       | 41       | 41              | 75                      |
| 25        | 141                   | 0.33           | 70             | 139              | 49.3%                 | 11%                    | 47          | 23          | 5              | 75        | 28       | 28              | 46                      |
| 26        | 166                   | 0.33           | 46             | 91               | 29.4%                 | 11%                    | 51          | 15          | 6              | 72        | 21       | 21              | 41                      |

3,023

3,023

### 6.3. Bitmiş Ürün Envanterinin Oluşturulması

Stok seviyeleri belirlenirken ABC analizinin kullanılması kararlaştırılmıştı. Bu analiz verileri doğrultusunda üretilecek kodlar ve gelen siparişlere göre günlük talepler belirlendi. Hizmet düzeyi olarak 2 standart sapmaya karar verilmiştir.

Çevrim Stoğu , tampon stok ve güvenlik stoğu belirlendikten sonra elde tutulması planlanan minimum ve maksimum stok miktarları hesaplanır:

Minimum Stok: Tampon Stok + Güvenlik Stoğu

Maksimum Stok: Çevrim Stoğu + Tampon Stok + Güvenlik Stoğu

Örnek 26 kodun A ve B segmentleri için bitmiş ürün süpermarketi stok seviyeleri aşağıdaki tablodaki gibi hesaplanmıştır;

Tablo 6.6. Bitmiş Ürün Stok Miktarları

| Ürün Kodu | Ortalama Günlük Talep | Standart Sapma | 2 Standart Sapma | İmalat Temin Süresi (gün) | Varyans Katsayısı (%) | Güvenlik Stoğu (%) | Çevrim Stok | Tampon Stok | Güvenlik Stoğu | MAKS Stok | MIN Stok | Ortalama Eldeki Envanter |
|-----------|-----------------------|----------------|------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|-------------|-------------|----------------|-----------|----------|--------------------------|
| 1         | 1840                  | 252            | 504              | 19.75                     | 13.7%                 | 11%                | 36333       | 4978        | 3997           | 45307     | 8974     | 23,144                   |
| 2         | 1258                  | 253            | 506              | 19.75                     | 20.1%                 | 11%                | 24849       | 4997        | 2733           | 32580     | 7731     | 17,422                   |
| 3         | 1192                  | 301            | 602              | 19.75                     | 25.2%                 | 11%                | 23550       | 5944        | 2590           | 32084     | 8534     | 17,719                   |
| 4         | 1049                  | 129            | 258              | 19.75                     | 12.3%                 | 11%                | 20720       | 2544        | 2279           | 25544     | 4824     | 12,904                   |
| 5         | 1235                  | 116            | 232              | 19.75                     | 9.4%                  | 11%                | 24384       | 2290        | 2682           | 29356     | 4972     | 14,482                   |
| 6         | 787                   | 69             | 137              | 19.75                     | 8.7%                  | 11%                | 15540       | 1353        | 1709           | 18602     | 3063     | 9,123                    |
| 7         | 593                   | 60             | 120              | 19.75                     | 10.1%                 | 11%                | 11714       | 1185        | 1289           | 14188     | 2474     | 7,043                    |
| 8         | 589                   | 107            | 214              | 19.75                     | 18.2%                 | 11%                | 11629       | 2111        | 1279           | 15018     | 3390     | 7,925                    |
| 9         | 465                   | 76             | 153              | 19.75                     | 16.4%                 | 11%                | 9189        | 1507        | 1011           | 11707     | 2518     | 6,101                    |
| 10        | 433                   | 52             | 104              | 19.75                     | 11.9%                 | 11%                | 8561        | 1022        | 942            | 10525     | 1964     | 5,303                    |
| 11        | 430                   | 59             | 117              | 19.75                     | 13.6%                 | 11%                | 8493        | 1156        | 934            | 10583     | 2090     | 5,402                    |
| 12        | 373                   | 42             | 84               | 19.75                     | 11.3%                 | 11%                | 7357        | 834         | 809            | 9000      | 1643     | 4,512                    |
| 13        | 319                   | 60             | 120              | 19.75                     | 18.8%                 | 11%                | 6294        | 1183        | 692            | 8168      | 1875     | 4,329                    |
| 14        | 334                   | 103            | 206              | 19.75                     | 30.8%                 | 11%                | 6596        | 2034        | 726            | 9356      | 2760     | 5,332                    |
| 15        | 304                   | 74             | 148              | 19.75                     | 24.4%                 | 11%                | 6000        | 1464        | 660            | 8124      | 2124     | 4,464                    |
| 16        | 291                   | 95             | 189              | 19.75                     | 32.6%                 | 11%                | 5740        | 1869        | 631            | 8241      | 2501     | 4,739                    |
| 17        | 270                   | 83             | 166              | 19.75                     | 30.8%                 | 11%                | 5332        | 1644        | 587            | 7563      | 2231     | 4,310                    |
| 18        | 32                    | 26             | 52               | 19.75                     | 81.2%                 | 11%                | 628         | 510         | 69             | 1207      | 579      | 824                      |
| 19        | 141                   | 4              | 8                | 19.75                     | 49.3%                 | 11%                | 2785        | 1373        | 306            | 4464      | 1679     | 2,765                    |
| 20        | 204                   | 58             | 117              | 19.75                     | 28.7%                 | 11%                | 4029        | 1155        | 443            | 5628      | 1599     | 3,170                    |
| 21        | 243                   | 89             | 178              | 19.75                     | 36.7%                 | 11%                | 4802        | 1761        | 528            | 7091      | 2289     | 4,162                    |
| 22        | 241                   | 85             | 169              | 19.75                     | 35.2%                 | 11%                | 4750        | 1671        | 523            | 6943      | 2193     | 4,046                    |
| 23        | 141                   | 31             | 61               | 19.75                     | 21.9%                 | 11%                | 2777        | 607         | 305            | 3689      | 912      | 1,995                    |
| 24        | 263                   | 96             | 191              | 19.75                     | 36.3%                 | 11%                | 5200        | 1889        | 572            | 7661      | 2461     | 4,489                    |
| 25        | 141                   | 70             | 139              | 19.75                     | 49.3%                 | 11%                | 2791        | 1376        | 307            | 4474      | 1683     | 2,772                    |
| 26        | 156                   | 46             | 91               | 19.75                     | 29.4%                 | 11%                | 3073        | 902         | 338            | 4313      | 1240     | 2,439                    |

180,917

Hedef olarak hazırlanan gelecek durum haritasına bakıldığında ürün akış süresinin 31,75 gün olduğu görülmektedir. Bu süreden 12 günlük bekleme süresi çıkarıldığında geri kalan 19,75 gün imalat temin süresi olarak kullanılmaktadır.

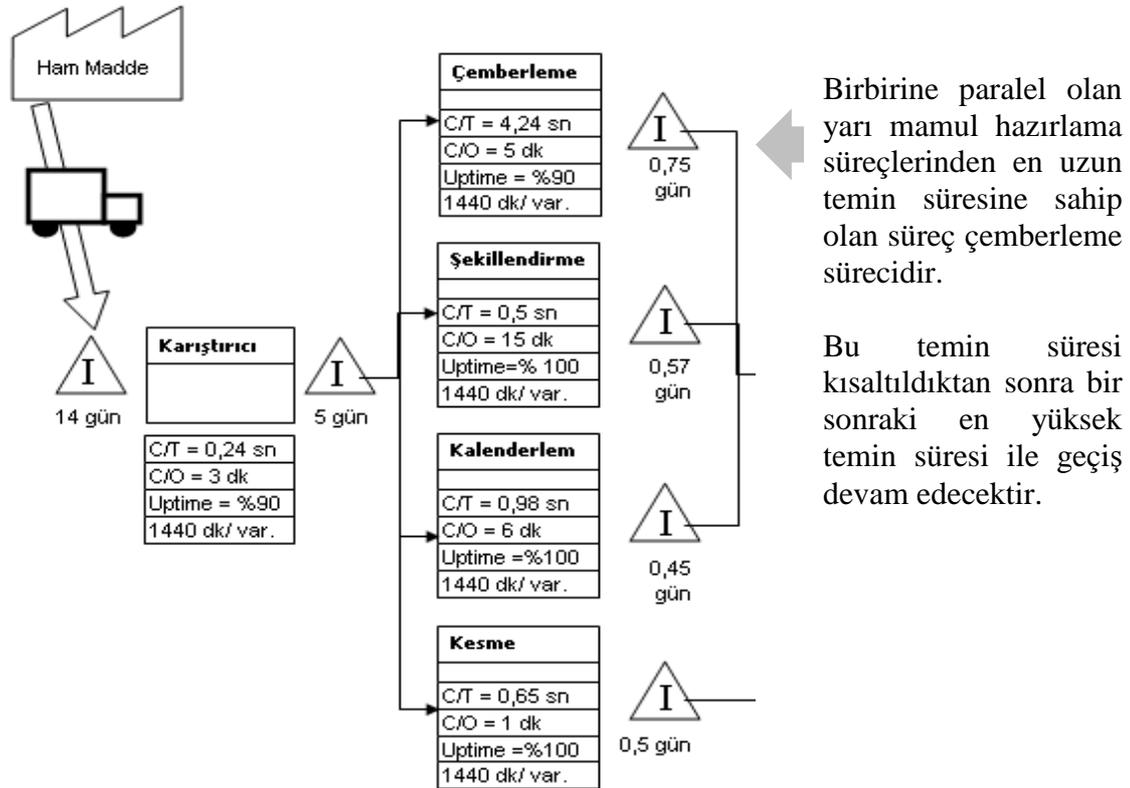
Yukarıdaki tablodan yeni bitmiş ürün temin süresi aşağıdaki şekilde bulunur:

Bitmiş Ürün Temin Süresi: Ort. Eldeki Envanter / Ort. Günlük Talep Miktarı

Bitmiş Ürün Temin Süresi:  $180,917 / 15\ 000 = 12$  gündür.

#### 6.4. Süpermarket Çekme Sistemi

Süpermarket çekme sistemleri bir önceki bölümde bahsedildiği gibi tempo belirleyici süreçten önceki süreçlerde uygulanmaya karar verilmiştir. Tempo belirleyici süreçten önce ise karıştırıcı ve yarı mamul hazırlama süreçleri vardır. Birbirine paralel olan bu yarı mamul hazırlama süreçlerinde sırasıyla süpermarket çekme sistemlerine geçiş söz konusu olacaktır.



Şekil 6.4. Yarı Mamul Hazırlama Temin Süreleri

İlk geçiş yeri ise en uzun süreç temin süresine sahip olan çemberleme süreci olacaktır. Çekme sistemine geçişte aşağıdaki süreç adımları planlanmıştır:

1. Süpermarket çekme sistemi tasarımı
2. Süpermarket stok sahasının tasarımı
3. Sistem hakkında gerekli eğitimlerin verilmesi
4. Uygulama ve sistemin düzenlenmesi

1. Süpermarket Çekme Sistemi Tasarımı: Çekme sistemlerinde kasa büyüklüğü parti miktarı olarak temsil edilmektedir. Çekme sistemlerinin bir diğer özelliği küçük parti miktarlarıdır. Özellikle kasa büyüklüğünün ve sayısının çok iyi tasarlanması gerekmektedir.

İlk olarak her çemberleme sürecinde üretilmesi gereken her bir ürünün kodu, talebi, çevrim zamanı ve kod dönüş süresi bulunmuştur. (Bir lastikte 2 adet çember kullanılmaktadır).

Tablo 6.7. Çemberleme prosesinde mümkün olan kod değişim adedi

| Parça | Günlük Talep (gün) | Çevrim Zamanı/parça (sn) | Gerekli Çalışma Zamanı (dk.) | Kod dönüş zamanı (dk) |
|-------|--------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------|
| B1    | 2627               | 1,29                     | 56                           | 15                    |
| B2    | 4410               | 1,29                     | 95                           | 15                    |
| B3    | 1565               | 1,29                     | 34                           | 15                    |
| B4    | 999                | 1,29                     | 21                           | 15                    |
| B5    | 1277               | 1,29                     | 27                           | 15                    |
| B6    | 0                  | 1,29                     | 0                            | 15                    |
| B7    | 973                | 1,29                     | 21                           | 15                    |
| B8    | 122                | 1,29                     | 3                            | 15                    |
| B9    | 2408               | 1,29                     | 52                           | 15                    |
| B10   | 7450               | 1,29                     | 160                          | 15                    |
| B11   | 0                  | 1,29                     | 0                            | 15                    |
| B12   | 446                | 1,29                     | 10                           | 15                    |
| B13   | 0                  | 1,29                     | 0                            | 15                    |
| B14   | 470                | 1,29                     | 10                           | 15                    |
| B15   | 0                  | 1,29                     | 0                            | 15                    |
| B16   | 4823               | 1,29                     | 104                          | 15                    |
| B17   | 0                  | 1,29                     | 0                            | 15                    |
| B18   | 632                | 1,29                     | 14                           | 15                    |
| B19   | 1439               | 1,29                     | 31                           | 15                    |
| B20   | 0                  | 1,29                     | 0                            | 15                    |
| B21   | 150                | 1,29                     | 3                            | 15                    |
| B22   | 901                | 1,29                     | 19                           | 15                    |
| B23   | 438                | 1,29                     | 9                            | 15                    |
| B24   | 0                  | 1,29                     | 0                            | 15                    |
|       | 31128              |                          | 669                          |                       |

|   |   |      |
|---|---|------|
| 1 Vardiya içindeki toplam zaman                 |   | 480  |
| Toplam eldeki kullanılabilir zaman (*3 vardiya) | = | 1440 |
| Kalite ve Mekanik Duruşlar                      |   | 5%   |
| Toplam eldeki net zaman                         | - | 1368 |
| Malzemeleri üretmek için gerekli toplam zaman   | - | 669  |
| Kod değişimi                                    |   | 699  |
| Mümkün olan kod değişim adedi                   |   | 47   |

Yukarıdaki tabloda verilen 1 günde mümkün olan kod değişim adedini bulmak için aşağıdaki hesaplar yapılmıştır:

$$\text{Günlük Talep} * \text{Çevrim Zamanı} / (60\text{sn}) = \text{Gerekli Çalışma Zamanı (dk)}$$

Eldeki brüt zamandan net zaman elde edilerek;

$$\text{Eldeki Net Zaman (dk)} - \text{Gerekli Çalışma Zamanı (dk)} = \text{Kod Dönüşü için Kalan Zaman}$$

$$\text{Kod Dönüşü için Kalan Zaman} / \text{Kod Dönüş Süresi} = \text{Kod Değişim Adedi}$$

Sonuçta mümkün olan kod değişim adedi 47 adet olarak bulunmuştur. 47 adet model değişimi her ürünü günde 2 kerede üretme şansı getirmektedir. Buradan ürün başına:

Üretim aralığı: 0,5 / gün'dür.

Varyans katsayısı: Her ürün için talepteki dalgalanmaya karşı uygulanacak stok katsayısıdır. Her parça için %25 olarak kabul edilmiştir.

Güvenlik katsayısı: Süreçteki kalitesizlik ve duruşlara karşı %10 olarak kabul edilmiştir.

Konteynır miktarı: Sistem için 500'dür.

Tablo 5'te görüldüğü gibi eldeki ortalama envanter toplam 11673 parça olarak hesaplanmıştır.

Daha önce bahsedildiği gibi bir lastikte 2 adet parça kullanılmaktadır. Buradan:

Ortalama eldeki envanter:  $11673 / 2 = 5836$  lastiktir.

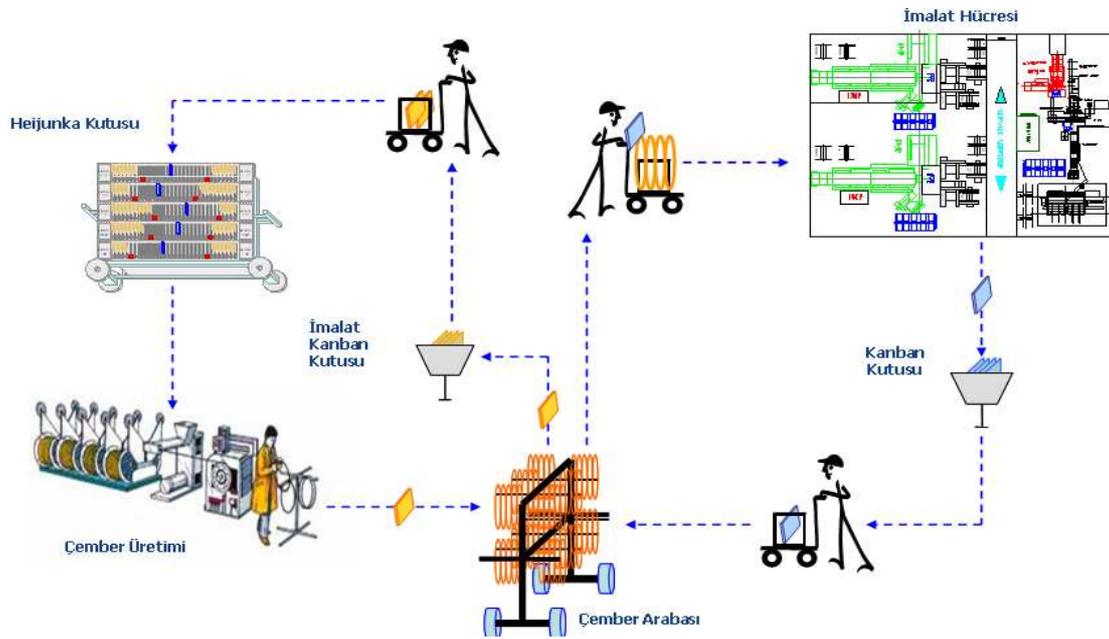
Lastik talebi: 15000 lastik / gün

Çemberleme süreci hedeflenen yeni temin süresi:  $5836 \text{ lastik} / 15000 \text{ lastik/gün} = 0.39$  gündür.

Tablo 6.8. Süpermarket Çekme Sistemi

| Parça | Günlük Talep (gün) | Üretim Aralığı (gün) | Varyans Katsayısı (%) | Güvenlik Stoku (%) | Çevrim Stok | Tampon Stok | Güvenlik Stoku | MAKS Stok | MIN Stok | Tetikleme Noktası | Ortalama Eldeki Envanter | Konteyner | Çevrim Stoku | Tampon Stoku | G.S. Kartı | Sistemdeki Toplam Kart | MAKS Kanban | MIN Kanban | Tetikleme Noktası | Ortalama Eldeki Kanban |
|-------|--------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|-------------|-------------|----------------|-----------|----------|-------------------|--------------------------|-----------|--------------|--------------|------------|------------------------|-------------|------------|-------------------|------------------------|
| B1    | 2627               | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 1313        | 328         | 131            | 1773      | 460      | 460               | 965                      | 500       | 3            | 1            | 0          | 4                      | 4           | 1          | 1                 | 2                      |
| B2    | 4410               | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 2205        | 551         | 221            | 2977      | 772      | 772               | 1.654                    | 500       | 4            | 1            | 0          | 6                      | 6           | 2          | 2                 | 3                      |
| B3    | 1565               | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 782         | 196         | 78             | 1056      | 274      | 274               | 587                      | 500       | 2            | 0            | 0          | 2                      | 2           | 1          | 1                 | 1                      |
| B4    | 998                | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 500         | 125         | 50             | 674       | 175      | 175               | 375                      | 500       | 1            | 0            | 0          | 1                      | 1           | 0          | 1                 | 1                      |
| B5    | 1277               | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 638         | 160         | 64             | 862       | 223      | 223               | 479                      | 500       | 1            | 0            | 0          | 2                      | 2           | 0          | 1                 | 1                      |
| B6    | 0                  | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 0           | 0           | 0              | 0         | 0        | 0                 | 0                        | 500       | 0            | 0            | 0          | 0                      | 0           | 0          | 0                 | 0                      |
| B7    | 973                | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 486         | 122         | 49             | 657       | 170      | 170               | 365                      | 500       | 1            | 0            | 0          | 1                      | 1           | 0          | 1                 | 1                      |
| B8    | 122                | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 61          | 15          | 6              | 82        | 21       | 21                | 46                       | 500       | 1            | 0            | 0          | 1                      | 1           | 0          | 1                 | 1                      |
| B9    | 2408               | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 1204        | 301         | 120            | 1625      | 421      | 421               | 903                      | 500       | 2            | 1            | 0          | 3                      | 3           | 1          | 1                 | 2                      |
| B10   | 7450               | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 3725        | 931         | 373            | 5029      | 1304     | 1304              | 2.794                    | 500       | 7            | 2            | 1          | 10                     | 10          | 3          | 3                 | 6                      |
| B11   | 0                  | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 0           | 0           | 0              | 0         | 0        | 0                 | 0                        | 500       | 0            | 0            | 0          | 0                      | 0           | 0          | 0                 | 0                      |
| B12   | 446                | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 223         | 56          | 22             | 301       | 78       | 78                | 167                      | 500       | 1            | 0            | 0          | 1                      | 1           | 0          | 1                 | 1                      |
| B13   | 0                  | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 0           | 0           | 0              | 0         | 0        | 0                 | 0                        | 500       | 0            | 0            | 0          | 0                      | 0           | 0          | 0                 | 0                      |
| B14   | 470                | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 235         | 59          | 23             | 317       | 82       | 82                | 176                      | 500       | 1            | 0            | 0          | 1                      | 1           | 0          | 1                 | 1                      |
| B15   | 0                  | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 0           | 0           | 0              | 0         | 0        | 0                 | 0                        | 500       | 0            | 0            | 0          | 0                      | 0           | 0          | 0                 | 0                      |
| B16   | 4823               | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 2412        | 603         | 241            | 3256      | 844      | 844               | 1.809                    | 500       | 5            | 1            | 0          | 7                      | 7           | 2          | 2                 | 4                      |
| B17   | 0                  | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 0           | 0           | 0              | 0         | 0        | 0                 | 0                        | 500       | 0            | 0            | 0          | 0                      | 0           | 0          | 0                 | 0                      |
| B18   | 632                | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 316         | 79          | 32             | 427       | 111      | 111               | 237                      | 500       | 1            | 0            | 0          | 1                      | 1           | 0          | 1                 | 1                      |
| B19   | 1439               | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 719         | 180         | 72             | 971       | 252      | 252               | 540                      | 500       | 1            | 0            | 0          | 2                      | 2           | 1          | 1                 | 1                      |
| B20   | 0                  | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 0           | 0           | 0              | 0         | 0        | 0                 | 0                        | 500       | 0            | 0            | 0          | 0                      | 0           | 0          | 0                 | 0                      |
| B21   | 150                | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 75          | 19          | 8              | 101       | 26       | 26                | 56                       | 500       | 1            | 0            | 0          | 1                      | 1           | 0          | 1                 | 1                      |
| B22   | 901                | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 450         | 113         | 46             | 608       | 158      | 158               | 338                      | 500       | 1            | 0            | 0          | 1                      | 1           | 0          | 1                 | 1                      |
| B23   | 438                | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 219         | 55          | 22             | 295       | 77       | 77                | 164                      | 500       | 1            | 0            | 0          | 1                      | 1           | 0          | 1                 | 1                      |
| B24   | 0                  | 0,50                 | 25%                   | 10%                | 0           | 0           | 0              | 0         | 0        | 0                 | 0                        | 500       | 0            | 0            | 0          | 0                      | 0           | 0          | 0                 | 0                      |
|       | 31128              |                      |                       |                    | 15564       | 3881        | 1556           |           |          |                   | 11.673                   |           |              |              |            | 46                     |             |            |                   | 25                     |

2. Süpermarket Stok Sahasının Tasarımı: Kanban sayıları ve konteynır hesaplarından sonra elde tutulacak envanter kadar süpermarket sahasının tasarımı gerekmektedir. Mevcut stok alanı yeni envanter düzeyine göre daraltılması gerekmektedir.
3. Gerekli Eğitimlerin Verilmesi: Sistemi kullanacak olan operatörler diğer elemanlar için ilk olarak sorumluluklar kesin olarak belirlenmelidir. Eğitim dokümanları hazırlanarak eğitimler verilmelidir.
4. Uygulama ve Sistemin Düzenlenmesi: Uygulama için sistem akışı aşağıdaki şekilde gibidir. Akışa göre çemberleme operatörü Heijunka kutusunda tetikleme noktasına gelen parça üretimine karar verir. Üretilen parçanın üzerine Kanban konular. Üzerinde Kanban olan parça hücre operatörü tarafından alınır. Hücrede tüketilen parçanın kartı Heijunka kutusuna geri getirilir.



Şekil 6.5. Çekme Sistemi Akışı

## 6.5. Model Değişim Sürelerinin İyileştirilmesi

SMED (Single Minute Exchange of Die - 10dk'nın altında değişim sağlama) model değişim sürelerini azaltmak için etkin bir yöntemdir. SMED prensiplerine göre,

model değişimi i ve dış işlemlerden oluşur. İ işlemler makine dururken yapılan işlemler, dış işlemler makine çalışırken yapılabilecek işlemlerdir. Adımlar;

1. İ ve dış işlemleri birbirinden ayır
2. İ işlemleri dış işlemlere evir
3. İ işlem sürelerini azaltmaya alış
4. Ayarlar için gereken süreyi azalt

Bu süreçte ise insanların yaptığı en yaygın hata i ve dış değiştirmeyi ayırt edememektir [23].

### 6.5.1. Montaj 1 model değişim süresinin iyileştirilmesi

İlk olarak zaman edüdü metadu kullanılarak değişim adımları çıkarılır. Değişim sırasında 1 operatör, 1 malzeme değiştiren servisman, 2 mekanik ve 1 adet kalite temsilcisi beraber olmak üzere toplam 5 kişi çalışmaktadır. Bu aşamadan sonra işlem adımları i ve dış işlem olmak üzere ayrılır.

Tablo 6.9. Model değişim işlem adımları

| <b>MODEL DEęİŐİŐİM ZAMANI MEVCUT DURUM</b> |          |  |                 |              |        |                                 |
|--|----------|--|-----------------|--------------|--------|---------------------------------|
| DEPARTMAN:- .....                          |          |  |                 |              |        | OPERASYON:- .....               |
| MAKİNE:- .....                             |          |  |                 |              |        | .....                           |
| PROSES:- .....                             |          |  |                 |              |        | REV: TARİH:- .....              |
| Ho   | Oper. Ho | İŞLEM ADIMLARI                         | Kümülatif (dk.) | İşlem Süresi | İ-DİŐ | AÇIKLAMA                        |
| 1  | Ope      | 1. malzemeyi değiştirilmesi            | 4,0             | 4,0          | Dış    |                                 |
| 2  | Ope      | Mekanik ağırılması                    | 6,0             | 2,0          | Dış    |                                 |
| 3  | Ser      | 2. malzemeyi değiştirilmesi            | 8,7             | 2,7          | Dış    | 4. malzeme değişimi ile paralel |
| 4  | Ser      | 3. malzemeyi değiştirilmesi            | 11,4            | 2,7          | Dış    | 5. malzeme değişimi ile paralel |
| 5  |          | Mekanik gelir                          | 12,0            | 0,0          |        |                                 |
| 6  | Mek2     | Dram pozisyonunun ayarlanması          | 13,0            | 1,0          | İ     |                                 |
| 7  | Mek1     | Dram civatalarının çıkarılması         | 15,5            | 2,5          | İ     |                                 |
| 8  | Mek2     | Sol kontrol ringlerinin değiştirilmesi | 15,5            | 0,0          | İ     | Artı 2dk. 7. işlem ile paralel  |
| 9  | Mek2     | Eski dramın çıkarılması                | 16,7            | 1,2          | İ     |                                 |
| 10   | Mek1     | Yeni dramın makineye takılması         | 18,2            | 1,5          | İ     |                                 |
| 11   | Mek1     | Dram civatalarının takılması           | 20,2            | 2,0          | İ     |                                 |
| 12   | Mek2     | Sağ kontrol ringin değiştirilmesi      | 22,2            | 2,0          | İ     |                                 |
| 13   | Kal+Opr  | Dram eninin ayarlanması                | 24,2            | 2,0          | İ     |                                 |
| 14   | Kal+Opr  | Setlerin ayarlanması                   | 27,2            | 3,0          | İ     |                                 |
| 15   | Kal+Opr  | Merkez işiklerinin ayarlanması         | 28,4            | 1,2          | İ     |                                 |
| 16   | Kal+Opr  | Ezici grubunun ayarlanması             | 29,9            | 1,5          | İ     |                                 |
| 17   | Ope      | İlk iyi ürünün üretilmesi              | 39,9            | 10,0         | İ     |                                 |
| <b>TOPLAM ZAMAN (dk.)</b>                  |          |  | <b>40</b>       |              |        |                                 |

Ardından işlem adımları sırasının daha iyi anlaşılması için gantt şeması çizilmiştir.

Tablo 6.10. Mevcut durum model değişim gantt şeması

| Model Değişim Adımları Mevcut Durum       |           |   |      |      |      |      |      |      |      |  |
|---|-----------|---|------|------|------|------|------|------|------|--|
| Operatör                                  | Time (dk) | 5dk   | 10dk | 15dk | 20dk | 25dk | 30dk | 35dk | 40dk |  |
| 1. malzemenin değiştirilmesi              | 4,0       | [Bar chart showing task duration from 5dk to 9dk]       |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 2. Mekanik çağırılması                    | 0,8       | [Bar chart showing task duration from 5dk to 5,8dk]     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 3. 4. malzemenin değiştirilmesi           | 2,7       | [Bar chart showing task duration from 10dk to 12,7dk]   |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 4. 5. malzemenin değiştirilmesi           | 2,7       | [Bar chart showing task duration from 15dk to 17,7dk]   |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 5. Dram eninin ayarlanması                | 2,0       | [Bar chart showing task duration from 25dk to 27dk]     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 6. Setlerin ayarlanması                   | 3,0       | [Bar chart showing task duration from 27dk to 30dk]     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 7. Merkez ışıklarının ayarlanması         | 1,2       | [Bar chart showing task duration from 30dk to 31,2dk]   |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 8. Ezici grubunun ayarlanması             | 1,5       | [Bar chart showing task duration from 31,2dk to 32,7dk] |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 9. İlk iyi ürünün üretilmesi              | 10,0      | [Bar chart showing task duration from 32,7dk to 42,7dk] |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Serviseman                                | Time (dk) | 5dk   | 10dk | 15dk | 20dk | 25dk | 30dk | 35dk | 40dk |  |
| 1. 2. malzemenin değiştirilmesi           | 1,8       | [Bar chart showing task duration from 15dk to 16,8dk]   |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 2. 3. malzemenin değiştirilmesi           | 1,8       | [Bar chart showing task duration from 18,6dk to 20,4dk] |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Mekanik 1                                 | Time (dk) | 5dk   | 10dk | 15dk | 20dk | 25dk | 30dk | 35dk | 40dk |  |
| 1. Dram civatalarının çıkarılması         | 2,5       | [Bar chart showing task duration from 20dk to 22,5dk]   |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 2. Yeni dramın makineye takılması         | 1,5       | [Bar chart showing task duration from 22,5dk to 24dk]   |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 3. Dram civatalarının takılması           | 2,0       | [Bar chart showing task duration from 24dk to 26dk]     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 4. Sol kontrol ringlerinin değiştirilmesi | 2,0       | [Bar chart showing task duration from 26dk to 28dk]     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Mekanik 2                                 | Time (dk) | 5dk   | 10dk | 15dk | 20dk | 25dk | 30dk | 35dk | 40dk |  |
| 1. Dram pozisyonunun ayarlanması          | 1,0       | [Bar chart showing task duration from 18,6dk to 19,6dk] |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 2. Eski dramın çıkarılması                | 1,2       | [Bar chart showing task duration from 19,6dk to 20,8dk] |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 3. Sağ kontrol ringin değiştirilmesi      | 2,0       | [Bar chart showing task duration from 20,8dk to 22,8dk] |      |      |      |      |      |      |      |  |
| Kalite Temsilcisi                         | Time (dk) | 5dk   | 10dk | 15dk | 20dk | 25dk | 30dk | 35dk | 40dk |  |
| 1. Dram eninin ayarlanması                | 2,0       | [Bar chart showing task duration from 25dk to 27dk]     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 2. Setlerin ayarlanması                   | 3,0       | [Bar chart showing task duration from 27dk to 30dk]     |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 3. Merkez ışıklarının ayarlanması         | 1,2       | [Bar chart showing task duration from 30dk to 31,2dk]   |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 4. Ezici grubunun ayarlanması             | 1,5       | [Bar chart showing task duration from 31,2dk to 32,7dk] |      |      |      |      |      |      |      |  |
| 5. İlk iyi ürünün üretilmesi              | 10,0      | [Bar chart showing task duration from 32,7dk to 42,7dk] |      |      |      |      |      |      |      |  |

Mevcut durumun iyileştirilmesi için aşağıdaki iyileştirme planı oluşturulmuştur:

1. Malzeme 1 değişim adımı, malzeme 2 değişim adımı ve mekanik adımları son iyi ürün alındıktan sonra paralel olarak başlamalıdır.
  - a) Operatör mekaniklere önceden haber verecek
  - b) Değişecek olan malzemelerin önceden Montaj 1 alanında olması sağlanacak
2. Kontrol ring değişim süresinin kısalması için yalama olmuş civata yerlerinin onarılması
3. Dram söküp takma aşamasının hızlandırılması için alyan yerine havalı tabanca kullanılması

4. Kalite temsilcisi ayar süresinin kısalması için ezici grubu, merkez ışıkları ve gaydlama sistemlerinin onarılması

İyileştirme planı uygulandıktan sonra işlem adımları gantt şeması aşağıdaki gibidir:

Tablo 6.11. Gelecek durum model değişim gantt şeması

| Model Değişim Adımları Gelecek Durum |  |           |      |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|--|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                      |  | Süre (dk) | 5 dk | 10dk  | 15dk  | 20dk  | 22,5d | 40 dk |
| 1                                    | 1. malzemenin değiştirilmesi           | 1,5       | ■    |       |       |       |       |       |
| 2                                    | Mekanik çağırılması                    | 4,0       | ■    | ■     |       |       |       |       |
| 3                                    | 4. malzemenin değiştirilmesi           | 2,5       |      | ■     | ■     |       |       |       |
| 4                                    | 5. malzemenin değiştirilmesi           | 1,5       |      |       | ■     |       |       |       |
| 5                                    | Dram eninin ayarlanması                | 2,0       |      |       |       | ■     |       |       |
| 6                                    | Setlerin ayarlanması                   | 3,0       |      |       |       | ■     | ■     |       |
| 7                                    | Merkez ışıklarının ayarlanması         | 1,2       |      |       |       |       | ■     |       |
| 8                                    | Ezici grubunun ayarlanması             | 1,5       |      |       |       |       | ■     |       |
| 9                                    | İlk iyi ürünün üretilmesi              | 5,0       |      |       |       |       |       | ■     |
| <b>Serviceman</b>                    |  | Süre (dk) | 5 dk | 10dk  | 15 dk | 20dk  | 22,5d | 40 dk |
| 1                                    | 2. malzemenin değiştirilmesi           | 4,5       | ■    | ■     |       |       |       |       |
| 2                                    | 3. malzemenin değiştirilmesi           | 4,5       |      | ■     | ■     |       |       |       |
| <b>Mechanic1</b>                     |  | Süre (dk) | 5 dk | 10dk  | 15 dk | 20dk  | 22,5d | 40 dk |
| 1                                    | Dram pozisyonunun ayarlanması          | 0,5       | ■    |       |       |       |       |       |
| 2                                    | Dram civatalarının çıkarılması         | 2,5       |      | ■     | ■     |       |       |       |
| 3                                    | Eski dramın kenara                     | 1,3       |      |       | ■     |       |       |       |
| 4                                    | Yeni dramın caraskala alınması         | 1,3       |      |       |       | ■     |       |       |
| 5                                    | Yeni dramın makineye takılması         | 1,1       |      |       |       |       | ■     |       |
| 6                                    | Yeni dram civatalarının takılması      | 2,0       |      |       |       |       | ■     |       |
| <b>Mechanic 2</b>                    |  | Süre (dk) | 5 dk | 10dk  | 15 dk | 20min | 22,5d | 40 dk |
| 1                                    | Sol kontrol ringlerinin değiştirilmesi | 2,0       | ■    |       |       |       |       |       |
| 2                                    | Sağ kontrol ringin değiştirilmesi      | 2,0       |      | ■     |       |       |       |       |
| <b>Monitor</b>                       |  | Süre (dk) | 5 dk | 10 dk | 15 dk | 20min | 22,5d | 40 dk |
| 1                                    | Dram eninin ayarlanması                | 2,0       |      |       | ■     |       |       |       |
| 2                                    | Setlerin ayarlanması                   | 3,0       |      |       |       | ■     | ■     |       |
| 3                                    | Merkez ışıklarının ayarlanması         | 1,2       |      |       |       |       | ■     |       |
| 4                                    | Ezici grubunun ayarlanması             | 1,5       |      |       |       |       | ■     |       |
| 5                                    | İlk iyi ürünün üretilmesi              | 5,0       |      |       |       |       |       | ■     |

Sonuç olarak model değişim süresi 40 dakikadan 22,5 dakikaya inmiştir. Böylece hücre içindeki makinelerin kod dönüş süreleri eşitlenmiştir. Hücresinin model değişim aşamasında bir makine diğerini beklemek zorunda kalmayacaktır.

### 6.5.2. Pişim süreci model değişim süresinin iyileştirilmesi

Pişim kalıp değişim operasyonunda vardiyada 2 kalıp operatörü beraber çalışmaktadır. Gözlemler neticesinde; her süreç için gantt şemaları oluşturuldu. İç ve dış değişim süreleri belirlendi.

Tablo 6.12. Kalıp model değişim mevcut operasyon süreleri

| No | İşlem Adımları  | Süre (dk) | İç/ Dış |
|----|---|-----------|---------|
| 1  | Kalıpları hazırlama   | 18,0      | D       |
| 2  | Presleri durdurma   | 0,3       | İ       |
| 3  | Buhar vanalarını kapama, bladder sökülmesi, kalıp bağlantılarının sökülmesi | 18,0      | İ       |
| 4  | Eski kalıpların presten alınıp yenilerinin prese konulması                  | 22,0      | İ       |
| 5  | Yeni kalıpların prese monte edilmesi, buhar vanalarının açılması            | 28,0      | İ       |
| 6  | Presin ısıtılmaya verilmesi   | 0,3       | İ       |
| 7  | Presin ısıtılması (Kalıpcılar çalışmaz)                                     | 150,0     | İ       |
|    | TOPLAM  | 237,0     |         |

Son iyi lastik ile ilk iyi lastik arasında geçen süre = 236,6 – 18 = 218,6 dk.

Gantt şemaları neticesinde kalıpcıların çalıştığı (1, 2, 3, 4, 5, 6. adımlar) adımlarda her bir kalıpcının bütün sürenin en az %20'sinde beklediği görüldü.

İyileştirme Adımları (İç işlem sürelerini azaltma çalışmaları);

1. Alet arabalarının daha ergonomik ve düzenli olması için yeni araba sipariş edilmesi, alet kontrol listesi oluşturulması
2. Havalı tabanca sayısının 2'ye çıkarılması
3. Tabancaların daha kolay sökülüp çıkarılması için preslere ek hava sistemlerinin monte edilmesi
4. Preslerdeki tek kalıp değişimlerinde sadece 1 kalıpcının çalışmasının sağlanması
5. Buhar bağlantılarının daha kolay yapılması için Çabuk Bağlantı parçalarının maliyet avantajının araştırılması
6. Isıtma süresinin azaltılması için ön ısıtıcı kullanılması

Tablo 6.13. İyileştirilmiş kalıp değişim operasyon süreleri

| No | İşlem Adımları  | Süre (dk) | İç/Dış |
|----|---|-----------|--------|
| 1  | Kalıpları hazırlama   | 0,0       | D      |
| 2  | Presleri durdurma   | 0,3       | İ      |
| 3  | Buhar vanalarını kapama, bladder sökülmesi, kalıp bağlantılarının sökülmesi | 10,0      | İ      |
| 4  | Eski kalıpların presten alınıp yenilerinin prese konulması                  | 14,0      | İ      |
| 5  | Yeni kalıpların prese monte edilmesi, buhar vanalarının açılması            | 21,0      | İ      |
| 6  | Presin ısınmaya verilmesi   | 0,3       | İ      |
| 7  | Presin ısınması (Kalıplar çalışmaz)   | 50,0      | İ      |
|    | TOPLAM  | 95,0      |        |

Son iyi lastik ile ilk iyi lastik arasında geçen süre = 94,97 dk

Sonuç: Önce 218,6 dk. olan kalıp değişim süresi 94,97 dk.'ya düşmüştür.

Gelinen noktadaki süre montaj hücresi değişim süresi olan 22,5 dk.'ya halen yakın değildir. Ancak A ve B ürün segmentlerinin her vardiya üretilmesi için gerekli senkronizasyonu sağlamada ihtiyaç duyulan model değişim sayısına ulaşılmıştır.

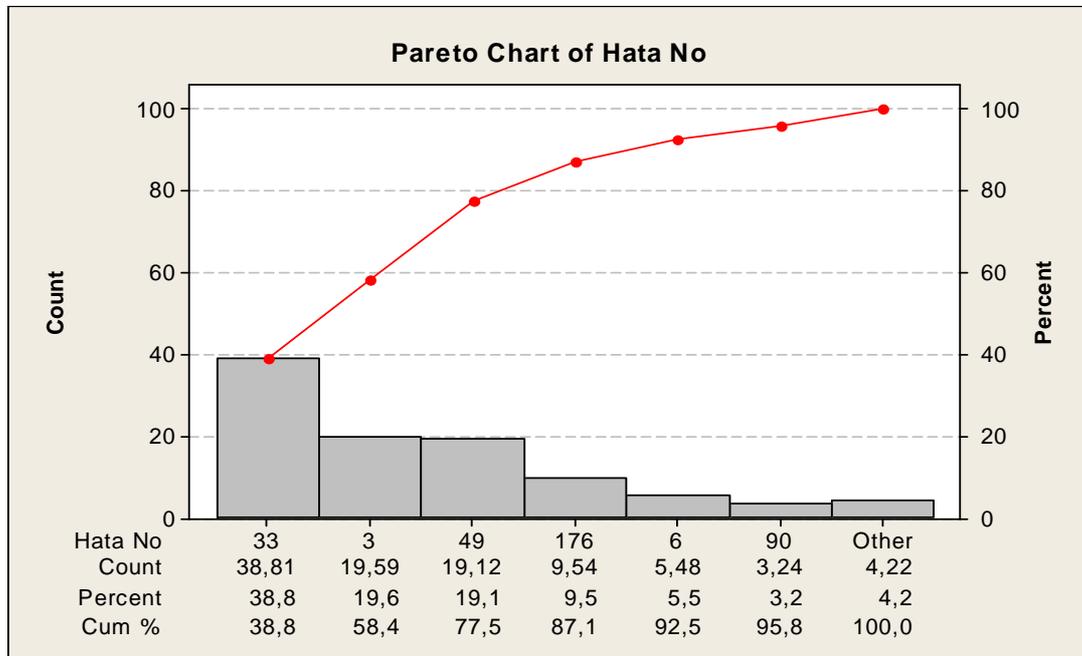
### 6.6. Montaj 1 6 Sigma Çalışması

6 Sigma karmaşık süreç ve ürünlere sahip endüstrilerde hataları ortadan kaldırmak ve varyasyonu azaltmak için kullanılan bir araçtır. 6 Sigma projelerinde İngilizce olarak DMAIC (Define-Measure-Analysis-Improve-Control) denilen, Türkçesi TÖAİK (Tanımla-Ölç-Analiz Et-İyileştir-Kontrol Et) olan adımları takip etmek temeldir.



Şekil 6.6. TÖAİK adımları [18]

Proje konusunda karar verirken söz konusu makinede hata analizi yaparak karar verilecektir.



Şekil 6.7. Odaklanılacak hataları gösteren pareto grafiği

Yukarıdaki pareto grafiğine göre %80 dilimine giren hata çeşitleri 33, 3 ve 49'dur. Iskartaların önemli bir bölümü bu çeşit hatalardan gelmektedir. Çalışmalara ilk

olarak 33 nolu hatadan yani “yanak bölgesinde hava” hatası üzerine 6 Sigma projesi başlanması uygun bulunmuştur.

Proje Tanımı: Hataların toplam %38,8’ini oluşturan 33 nolu “Yanak Bölgesinde Hata” hatasının azaltılması

Adım 1 Kritik Karakteristikler:

Y: Yüksek Yanak Bölgesinde Hava Sorunu

y: Yanak Bölgesinde Hava Iskarta Miktarı

Adım 2 Hedef ve Şartlar:

Birinci Metrik: Yanak bölgesinde hava ıskarta miktarı

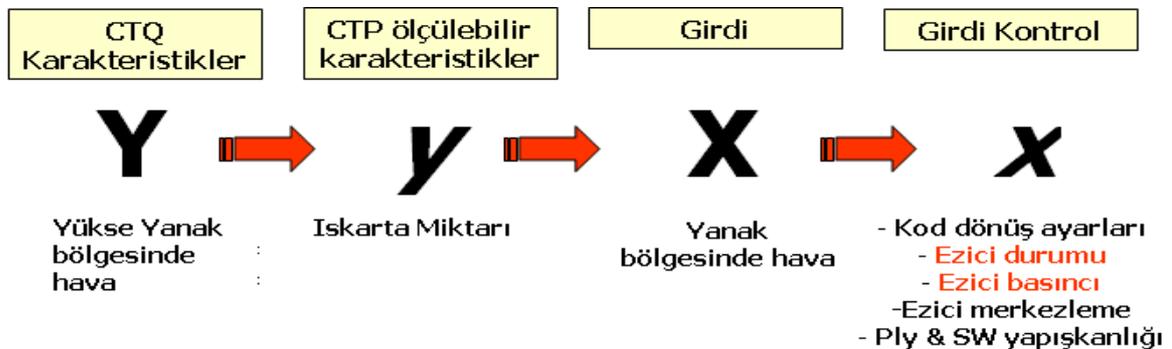
İkinci Metrik: Toplam ıskarta içinde Yanak Bölgesinde Hava yüzdesi

Hedef: Hedef ıskarta oranının toplam ıskarta oranı içinde % 2 düzeyine gelmesi

Adım 3 Başlangıç Düzeyi Oluşturma:

Ele alınan ıskarta türü toplam hataların %38,8’ini oluşturmaktadır. (Aylık ortalama)

Adım 4 Süreç girdilerinin belirlenmesi:

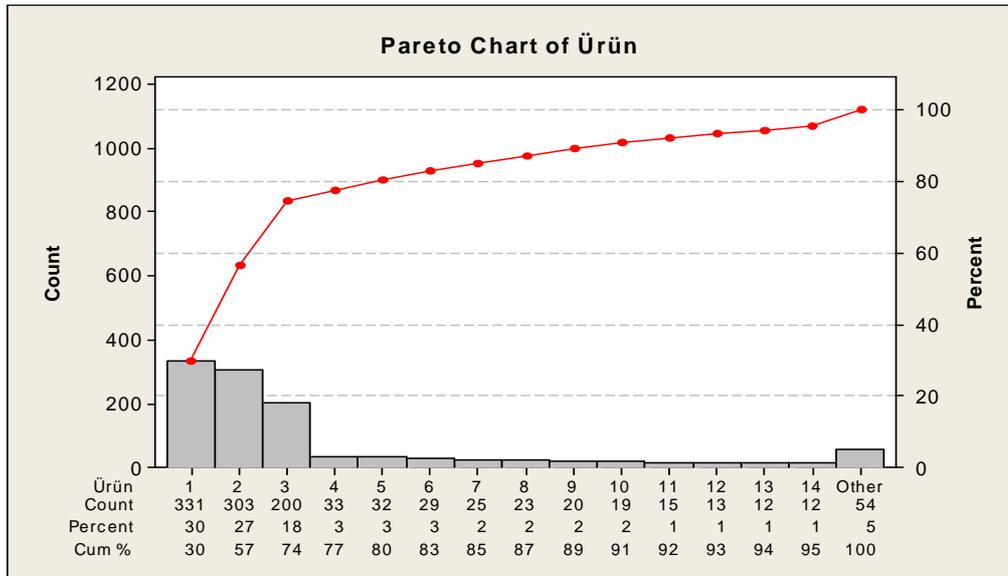


Şekil 6.8. Süreç girdileri grafiği

Adım 5 Olası nedenlerin belirlenmesi:

Şekil 13'teki Pareto grafiğine göre problemlü ürün çeşitleri analiz edilmiştir. Analize göre en problemlü 1, 2, 3 nolu ürünler olduğu görülmüştür.

1, 2, ve 3 nolu ürünler aynı makine tipinde üretilmektedir. O halde bu 2 adet montaj makinesi üzerinde gerekli çalışmalar yapılmalıdır.



Şekil 6.9 Hatanın hangi ürünlerde hangi oranda görüldüğünü gösteren pareto grafiği

Adım 6 Önemli girdileri sayısallaştırılması:

Sorunlu 2 adet imalat makinesi üzerinde yanak bölgesinde hava problem nedenlerini araştırmak için deney tasarlanmıştır. Özellikle 2 faktör incelenmiştir (ezici basıncı ve mesafesi). Tablo 7 söz konusu faktörlere ait uygun ürün veren değerleri göstermektedir.

Tablo 6.14. Deney tasarımı faktör değerleri

| Ezici Basıncı | Ezici Mesafesi              |
|---------------|-----------------------------|
| <b>Düşük</b>  | <b>Kısa</b>                 |
| (30 psi)      | (Kemerden yanağa kadar 10)  |
| <b>Yüksek</b> | <b>Uzun</b>                 |
| (40 psi)      | (Kemerden yanağa kadar 10)  |
| <b>Düşük</b>  | <b>Kısa</b>                 |
| (30 psi)      | (Kemerden Çembere kadar 10) |
| <b>Yüksek</b> | <b>Uzun</b>                 |
| (40 psi)      | (Kemerden çembere kadar 10) |

Her bir durum için en az 10 adet deneme ürünü yapılmıştır. Sonuçta düşük basınç ve uzun mesafede en iyi ürün ortaya çıkmıştır. Şekil 14'teki optimizasyon grafiğine göre Basınç 40 psi ve mesafe kemerden yanağa kadar olduğunda en iyi durum ortaya çıkmaktadır.



Şekil 6.10. Deney tasarımı optimizasyon grafiği

#### Adım 7 Uygulama Planının Oluşturulması:

Uygulama planı kapsamında tespit edilen 2 makine üzerinde deney tasarımı sonuçlarının uygulandığından emin olunması uygun bulunmuştur.

Son olarak kontrol planı ve sorumlular belirlenerek ıskarta oranı takibi ile sistemin kontrol altında tutulmasına karar verilmiştir.

Uygulama sonucu olarak toplam ıskarta oranı içindeki ele alınan hata yüzdesi aylık ortalama %38'den hedefe yani %2 düzeyine (son ay oranı) gelmiştir.

### **6.7. Hücre Sistemi 6S Çalışması**

Aslında yalın üretim faaliyetlerinin başlayacağı alanda ilk olarak 6S çalışmaları ile daha ergonomik, standartlara uygun, düzenli, emniyetli ve verimli bir çalışma ortamı amaçlanmaktadır. Burada altıncı S işletme tarafından eklenmiştir. İş güvenliğine gerekli önemi göstermek açısından safety yani iş güvenliği maddesi eklenmiştir.

Adım 1: SEIRI ( SORT - Ayırma ve elimine etme)

Adım 2: SEITON (SET IN ORDER - Düzenleme ve Tanımlama)

Adım 3: SEISO (SHINE—Günlük Temizlik Süreci)

Adım 4: SEIKETSU (STANDARDIZE—İlk 3 adıma sadık kalınması ve güvenlik)

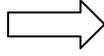
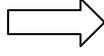
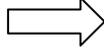
Adım 5: SHITSUKI (SUSTAIN—Alışkanlıkların sürdürülmesini sağlama)

Adım 6: SAFETY – İş güvenliği standartlarını ve kurallarını takip et

Yukarıdaki adımlar Montaj 1, Montaj 2 ve Ayırma işlemleri birleştirildikten sonra gereken 6S adımları aşağıdaki şekilde uygulanmıştır;

ÖNCE

SONRA



Şekil 6.11. 6S projesi öncesi ve sonrası

## 6.8. Performans Değerlendirme

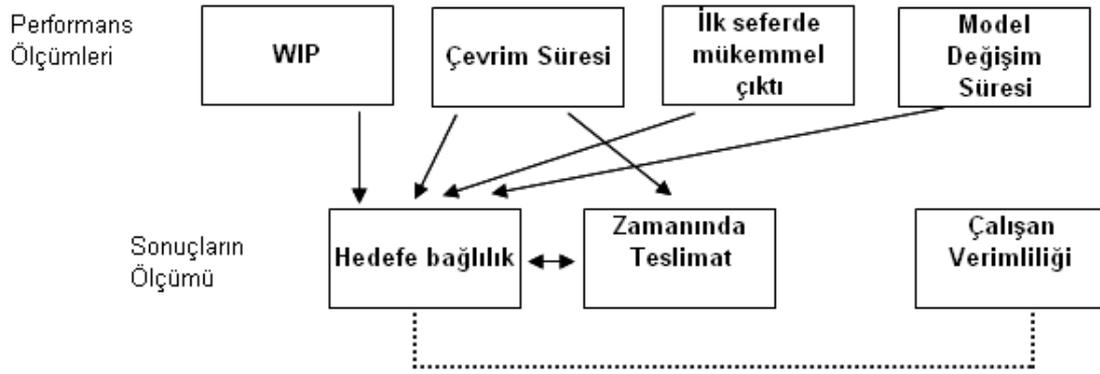
Bir sistemin performansı, belirli bir zaman sonucundaki çıktısı ya da çalışma sonucudur. Bu sonuç, işletme amaçlarının ya da görevinin yerine getirilme derecesidir. Bu bağlamda işletme performansı, işletme amaçlarının gerçekleştirilmesi için gösterilen tüm çabaların değerlendirilmesi olarak tanımlanabilir [24].

İşletme performansının ölçümü; işletmelerin önceden belirlenen hedeflerine ne ölçüde ulaşıldığını belirleyen bir işlem dizisi olup, performans hedeflerinin belirlenmesi, performans ölçümü, geri bildirim ve motivasyon aşamalarından oluşan performans yönetimi sürecinin bir aşamasını oluşurmaktadır [25].

Performans yönetimi, işletmeleri istenen amaçlara yöneltmek için, işletmelerin mevcut ve geleceğe ilişkin durumları ile ilgili bilgi toplama, bunları karşılaştırma ve performansın sürekli gelişimini sağlayacak yeni ve gerekli etkinlikleri başlatma ve sürdürme görevlerini yüklenen bir yönetim sürecidir [26].

Yalın üretim teknikleri ile hücre sistemi oluşturulması sonucunda yapılacak performans yönetimi, hücre sisteminin bize sağladığı faydaları, kullanılabilirliğini ve hücre etkinliğini görmemizi sağlar.

Hücre sistemi için doğru performans ölçümleri nelerdir diye bakıldığında aslında bunun kesin çizgilerle belli olmadığını görüyoruz. Performans ölçümleri tamamen işletme için verilen zamanda ne elde etmek istediğine bağlı olarak değişebilir [27].



Şekil 6.12. Hücre performans ölçümü [27]

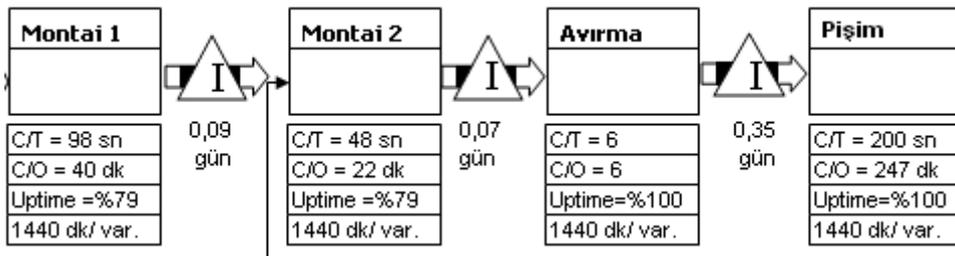
Tablo 6.15. Performans ölçüm sıklık tablosu [27]

| Metrik Kategorisi | Metrik                                  | Sıklık         |
|-------------------|---|----------------|
| Teslimat          | Hedefe bağlılık                         | Saatlik;Günlük |
|                   | Tedarik süresi                          | Günlük         |
|                   | Zamanında teslimat %'si                 | Günlük         |
| Kalite            | İlk Seferde Doğru                       | Günlük         |
|                   | Hatalar                                 | Günlük         |
|                   | Yeniden işlemler                        | Günlük         |
| Stok              | Toplam WIP                              | Günlük         |
|                   |   |                |
| Verimlilik        | Çalışan verimliliği<br>(Çıktı/operator) | Günlük         |
|                   |   |                |

### 6.8.1. Süreç içi stok performans gelişmeleri

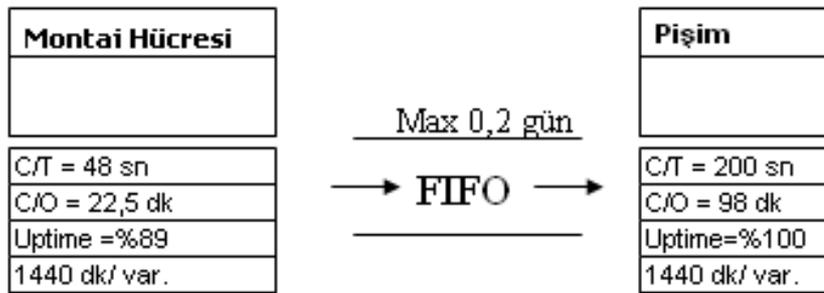
Montajla ilgili makineler ayrı yerde bulunduğu her bir makinenin önünde ara stoklar bulundurulması söz konusudur. Yeni akış sistemi ile önemli derecede stok azalması hedeflenmektedir.

Sayısal olarak ifade etmek gerekirse:



Şekil 6.13. Hücre öncesi süreç içi stok seviyeleri

Görüldüğü gibi hücreyi oluşturan makineler ve ayırma aşamasının önünde toplam 0,51 günlük ara stok mevcuttur.

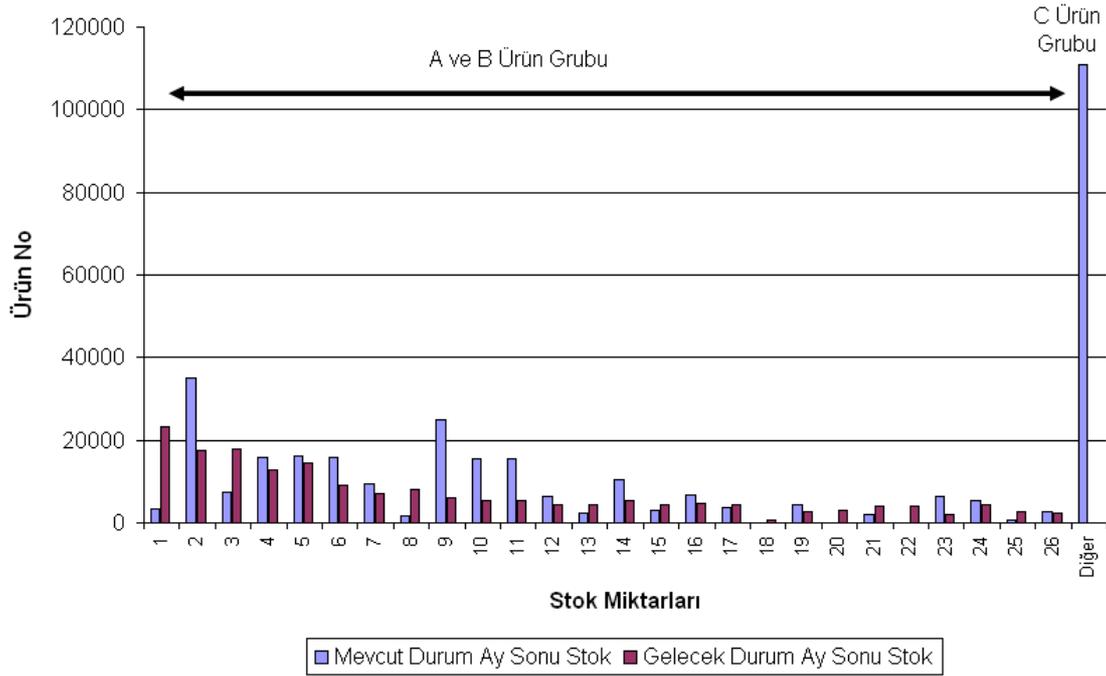


Şekil 6.14. Hücre sonrası süreç içi stok seviyeleri

Hücre sistemi kurularak üretimin bu aşamasındaki ara stok miktarı 0,2 güne düşürülmüştür.

Ayrıca süpermarket çekme sistemi ile malzeme tedarikinde temin süresi 0,75 günden 0,40 güne indirilmiştir.

Bitmiş ürün stok seviyeleri aşağıdaki şekilde değişmektedir;

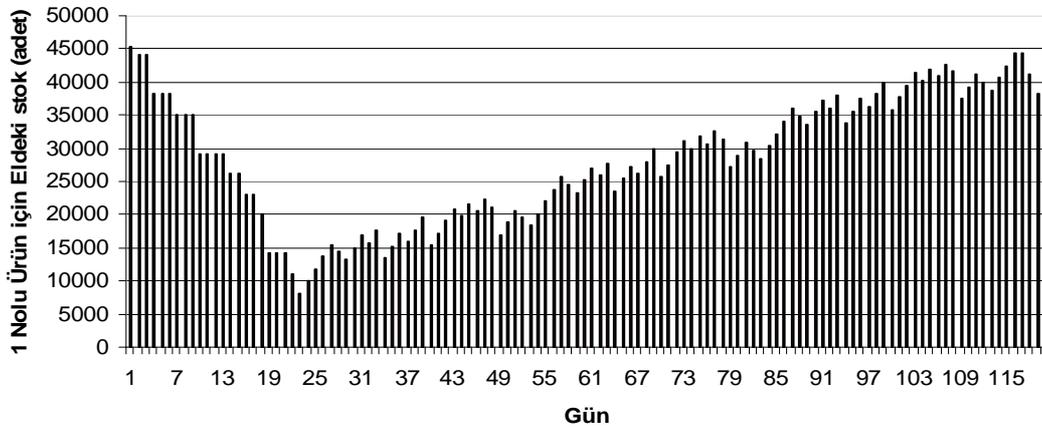


Şekil 6.15. Mevcut ve gelecek durum bitmiş ürün stok seviyeleri

Bitmiş ürün stoğu 326000'den 180916'ya inmiştir. Sonuçta %44'lük bir iyileşme gözlenmektedir. Bu sayede toplam temin süresi 40,26 günden 31,60 güne indirilmiştir.

### 6.8.2. Zamanında teslimat performans gelişmeleri

Bir önceki bölümde gösterilen stok seviyelerine göre siparişler gelir gibi sistem 1 numaralı ürün için örnek olarak 120 gün boyunca çalıştırılmıştır.



Şekil 6.16. Zamanında teslimat performansı

Örnekte sistem günlük ortalama 1840 adet lastik üretimine devam etmektedir. Ancak sistem en yüksek stok seviyesi olan 45307 adedi aşmamış ve en düşük stok seviyesi olan 8974 adedin altına düşmemiştir. Bu süre içinde hiçbir sipariş kaçırılmamış, %100 teslimat seviyesinde çalıştığı gözlenmiştir.

Sonuç olarak yüksek parti miktarları azaltıldı ve stok seviyeleri düşürüldü. Bir acele et, bir yavaşla şeklindeki üretim sistemi düzleştirildi ve bir dönem içindeki toplam hacmi içine alan, her gün aynı miktar ve karma ile çalışan Heijunka ilkesi temel alındı.

### 6.8.3. Çevrim süresi performans gelişmeleri

Montaj-1 makinesinde işlenen ürünler montaj-2 makinesine gelir. Burada ürünler tekrar işlem gördükten sonra tüm montaj-2 makinelerinde işlenen ürünlerin kodları tek tek ayrılarak pişim preslerine gönderilir. Bu aşamada yapılan ayırma işlemi oldukça fazla zaman kayıplarına neden olur.

Hücre sistemine geçiş yapıldıktan sonra ürün kodlarını ayırma işlemi ortadan kalkmıştır. Montaj-1 ve montaj-2 makinelerinde kod bazında üretilen ürün, burada işi bittikten sonra diğer kodlarla hiç karışmadan pişim preslerine gönderilir.

### 6.8.4. İşçi başına çıktı performans gelişmeleri

Tablo 6.16. Hücre öncesi ve sonrası işgücü ihtiyacı

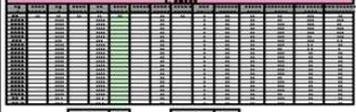
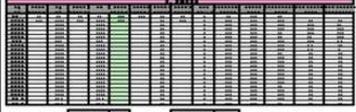
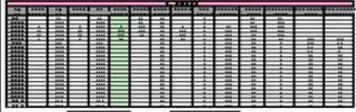
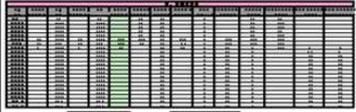
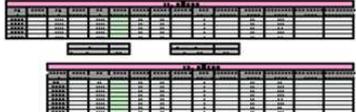
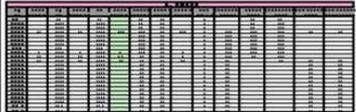
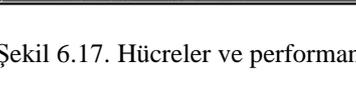
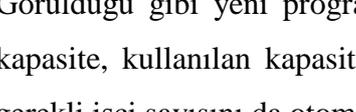
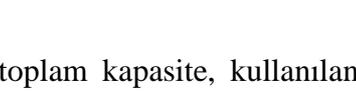
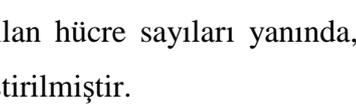
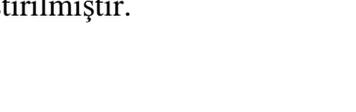
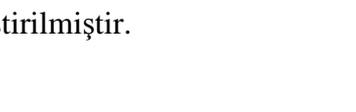
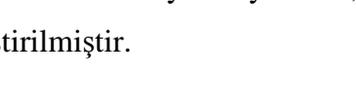
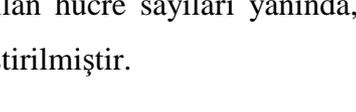
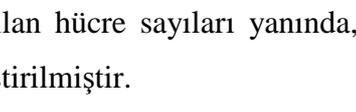
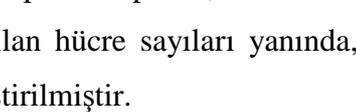
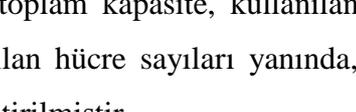
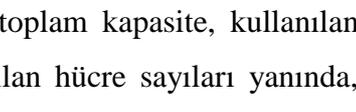
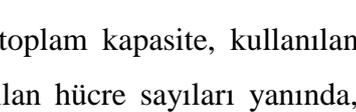
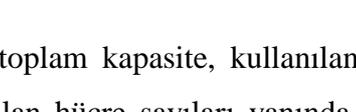
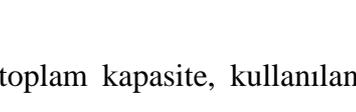
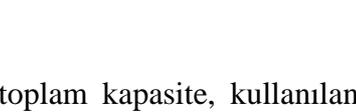
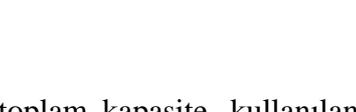
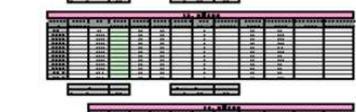
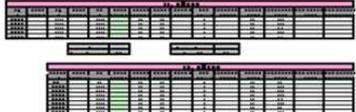
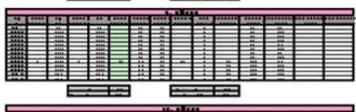
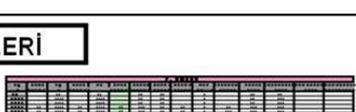
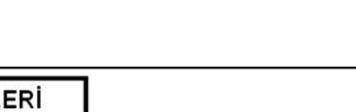
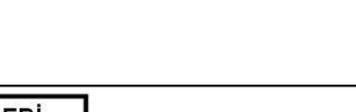
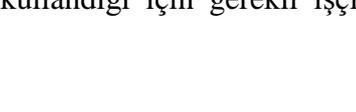
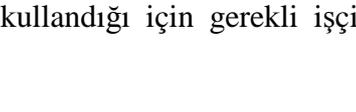
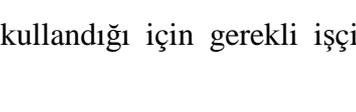
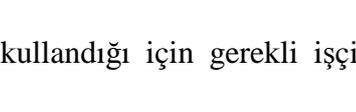
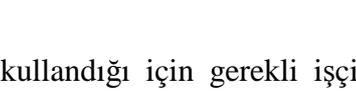
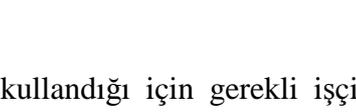
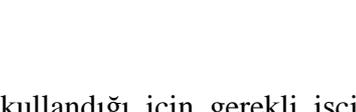
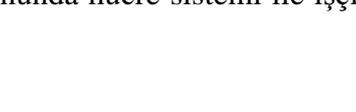
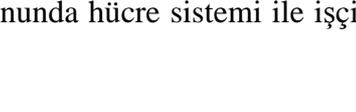
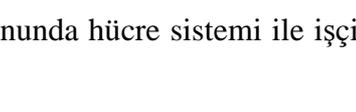
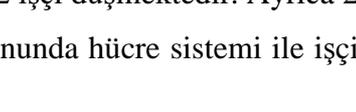
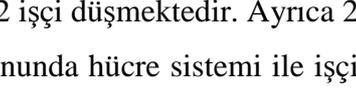
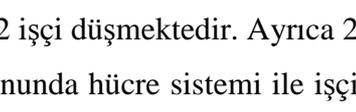
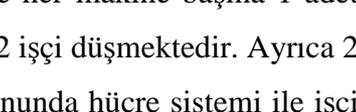
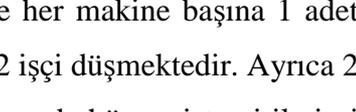
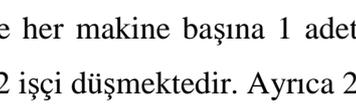
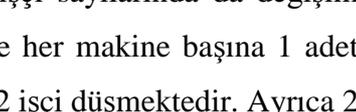
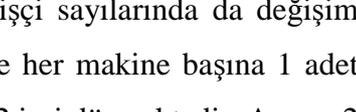
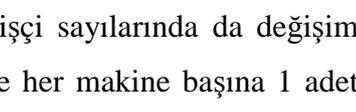
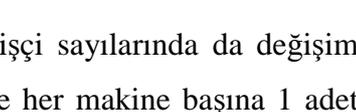
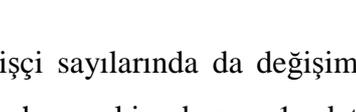
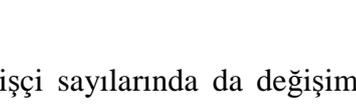
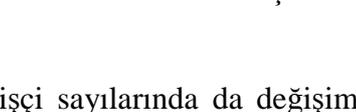
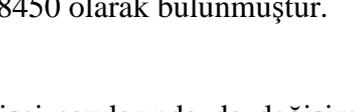
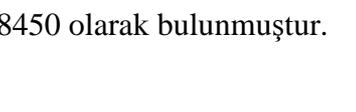
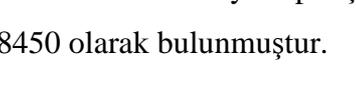
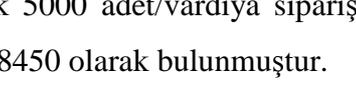
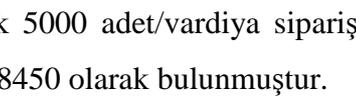
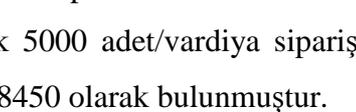
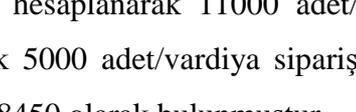
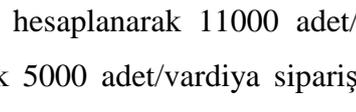
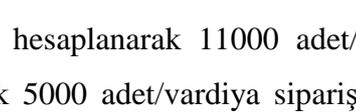
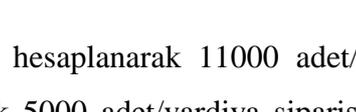
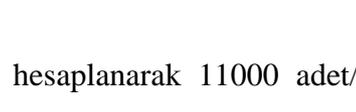
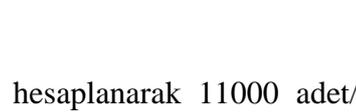
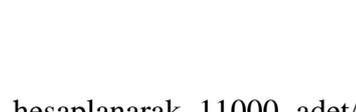
| HÜCRE OLUŞTURULMADAN ÖNCE |      |             |             | HÜCRE OLUŞTURULDUKTAN SONRA |      |             |             |
|---------------------------|------|-------------|-------------|-----------------------------|------|-------------|-------------|
| Makina                    | Adet | Toplam Kap. | İşçi Sayısı | Makina                      | Adet | Toplam Kap. | İşçi Sayısı |
| Montaj 1                  | 24   | 4320        | 24          | Hücre                       | 16   | 8450        | 26          |
| Montaj 2                  | 13   | 4680        | 13          | -                           | -    | -           | -           |
| Diğer                     | 5    | 2000        | 5           | -                           | -    | -           | -           |
| Toplam                    | 42   | 11000       | 42          | Toplam                      | 16   | 8450        | 26          |

Hücre sistemi oluşturulmadan önce fabrikada bulunan makine sayısı 42'dir. Hücre sistemi ile birlikte bu makineler özelliklerine göre gruplandırılmıştır. Sonuçta 16 adet hücre elde edilmiştir.

Kullanılan makine kapasiteleri her bir makineye göre hesaplanarak 11000 adet/vardiya bulunmuştur. Ancak hücre sistemi oluşturularak 5000 adet/vardiya sipariş geldiği kabul edildiğinde hücrelerin kullanılan kapasitesi 8450 olarak bulunmuştur.

Makine sayılarının ve kapasite değişikliğinin ardından işçi sayılarında da değişim meydana gelmek durumundadır. Hücre sisteminden önce her makine başına 1 adet işçi düşerken makineler gruplandıktan sonra her hücreye 2 işçi düşmektedir. Ayrıca 2 hücrede 1 tane de ortak işçi bulunacaktır. Tüm bunlar sonunda hücre sistemi ile işçi sayısı da 42'den 33'e düşürülmüş olur.

Gelen siparişlere göre firma kapasitesinin bir kısmını kullandığı için gerekli işçi sayısı bu uygulamada 26 adettir.

| HÜCRELER VE PERFORMANS KRİTERLERİ  |  |
|--|--|
|    |   |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|   |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |   |
|  |   |
|  |   |
|  |   |
|  |   |
|  |   |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |    |
|  |     |
|  |     |
|  |  |

Günümüzün büyük bir belirsizlik yaratan kriz ortamında böyle bir sistem ani kararlar almamız gerektiğinde çok yardımcı olacaktır.

Mevcut durumda 44 işçi ile 15000 lastik yapılırken yeni hücre sistemi ile işçi sayısı düşürülmüştür. Ayrıca sistem bize otomatik olarak gerekli işçi sayısının 26 olduğunu söylemektedir. İşçi başına çıktı ise 341 iken 577'ye çıkmıştır. % 69 iyileşme söz konusudur. Bu şekilde kapasite kullanımı dışında kalan işçiler başka bir alanda değerlendirilmek üzere organize edilebilirler.

### **6.8.5. Model değişim süreleri performans gelişmeleri**

Montaj-1 makinesindeki kod değişim süresiyle montaj-2 makinesinin kod değişim süresi birbiriyle farklılık göstermektedir. Bu farklılığı ortadan kaldırmak ve makinelerin aynı tempolarda çalışmasını sağlamak amacıyla bu aşamada yalın üretim uygulama araçlarından biri olan SMED (Single Minute Exchange of Die - 10dk'nın altında değişim sağlama) tekniği kullanılmıştır. Bu teknik sayesinde 42 dakika olan montaj-1 makinesi kod değişim süresi 22,5 dakikaya indirilmiştir.

Pişim süresinde yapılan model değişim süresini azaltma ile ilgili yapılan çalışmada ise önce 218,6 dk. olan kalıp değişim süresi 94,97 dk.'ya düşmüştür.

Gelinen noktadaki süre montaj hücresi değişim süresi olan 22,5 dk.'ya halen yakın değildir. Ancak A ve B ürün segmentlerinin her vardiya üretilmesi için gerekli senkronizasyonu sağlamada ihtiyaç duyulan model değişim sayısına ulaşılmıştır.

### **6.8.6. İlk seferde doğru yapma yüzdesi**

Hücre sistemi oluşturulduktan sonra, montaj-1 hücresindeki ıskarta oranının yüksek olduğu görülmüştür. Yalın üretim projelerinde görülen "Montaj 1 ıskarta Oranını Düşürmek için 6 Sigma Çalışması" ile meydana gelen ıskarta %50 oranında azaltılmıştır. Bu şekilde incelendiğinde yeni durumda ilk seferde doğru yapma yüzdesi %55'den %75'e yükselmiştir.

Sonuçta performans ölçümleri sistemi düzeltmeyi sağlamaz ancak müdahale gerektiren kaynakları ortaya çıkarmayı sağlar. Sistemdeki insanların performans ölçümleri üzerine etkisi göz ardı edilmemelidir. Performans ölçümü yalnız üretim için gereklidir ancak yeterli bir araç değildir [27].

Son olarak sistemi kontrol altında tutmak için

- Müşteri talebini sürekli izlenmeli: Ortalama günlük talep değişirse stok seviyeleri ve üretim kararları değiştirilmeli.
- Performans ölçütleri ve proses kararlılığı sürekli değerlendirilmeli.
- Standart işlerin uygulandığını garanti etmek için üretim kontrol ve operasyonel prosesler günlük yönetilmelidir [22].

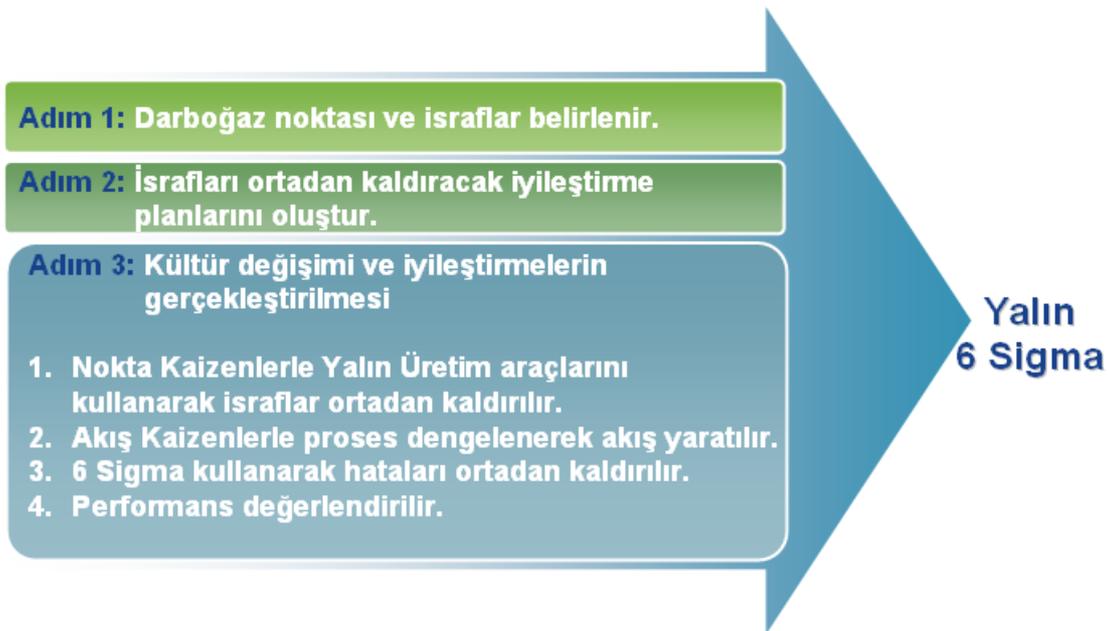
## BÖLÜM 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uygulamalar sonucunda ulaşılan sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

1. Akış yaratmak için hücre sistemi kurulmuştur.
  - Müşteri ihtiyacını karşılama önünde darboğaz teşkil eden montaj makinelerinde taşıma, süreç içi stok, aşırı üretim, gereksiz kalite duruşları, hatalar, beklemler tespit edilerek ortadan kaldırılmıştır.
  - Model değişim süresi Montaj 1 ve Pişim süreleri için azaltılmıştır.
  - İşçi sayısı müşteri talebine göre etkin kapasite kullanımı ve hücre sistemi ile azaltılarak işçi başına çıktı %69 iyileştirilmiştir.
  - Nokta ve Akış Kaizen ekipleri kurularak basit ıskarta ve yerleşim düzenleme ekipleri kurulmuş, kültür değişimi sağlanarak ıskarta ve akış üzerinde iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir.
  - Çevrim süresinde 356,48 saniyeden 252,48 saniyeye düşmüştür.
2. Üretim sistemi bir dönem içindeki toplam talep hacmini içine alarak sabitleştirilmiş, her gün aynı miktar ve karma ile çalışan süpermarket çekme sistemi kurulmuştur.
  - Toplam temin süresi 40,26 günden 31,60 güne düşürülmüştür.
  - Zamanında teslimat yüzdesi iyileştirilmiştir.
3. Kriz ortamlarında değişken talep söz konusu olduğunda yardımcı olacak çizelgeleme sistemi kurulmuştur.
  - Yeni çekme sistemi talebi sürekli izleyerek üretim ve stok kararlarını otomatik verebilir hale getirilmiştir.

- Sistem, müşteri talebine göre, çalışması gerekli hücre sayısını, işçi sayısını, kapasite kullanım yüzdesini vererek hücre performansını sürekli izlenebilir kılmıştır.
- 4. 6 Sigma çalışmaları ile ilk seferde doğru ürün üretme yüzdesinde iyileşmeler sağlanmıştır.

Yalın üretimin işletme için doğru bir araç olduğuna karar verdikten sonra ilk adım, nereden ve nasıl başlanması gerektiğine karar vermektir. Birçok işletmenin yaptığı hataların başında ilk anda zor, karmaşık ve kronik problemler üzerinde çalışmak üzere yeşil kuşak, kara kuşak vb. yetiştirerek 6 Sigma gibi ağır istatistik konuları üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu noktada çalışmanın önerdiği Yalın 6 Sigma yol haritası kullanılabilir.



Şekil 7.1. Yalın Üretim yol haritası

Uygulamalardan elde edilen tecrübeler neticesinde aşağıdaki öneriler sunulabilir;

- Proses kararlılığını kontrol etmek için darboğaz noktası sürekli izlenmelidir.
- Darboğaz noktasında proses hızını düşüren neden iyi belirlenmelidir. Değer katmayan faaliyetleri elimine etmek için Kaizen uygulanabilir. Bu noktada çalışanların katılımını alarak kültür değişimi sağlanmalıdır.
- Standart iş prosedürleri ile sistem görsel hale getirilmelidir.

- Çekme sistemleri uygularken Kanban sisteminin teknik ayrıntıları üzerine odaklanması tavsiye edilmez. Tetikleme noktası neresi olmalı?, kanban sayıları nasıl hesaplanmalı?, kanban kaybolursa ne olacak? gibi sorularla oyalanılmamalıdır. Kanban sistemde dolaşan stok miktarını temsil eder, stok ise bir israftır, önemli olan sistemde dolaşan kart sayısının nasıl azaltılması üzerine odaklanan öğrenen organizasyon geliştirilmelidir.
- Kronik problem çözme aşamasında ise sorunlara farklı açıdan bakmayı sağlayan 6 Sigma yöntemi kullanılabilir.
- Performans kriterlerini hangi sıklıkla ne nasıl ölçülmesi gerektiği iyi belirlenmelidir. Müşteri talep eğrileri sürekli izlenmelidir.

Yukarıda bahsedilen adımlarda belki de en zor konulardan biri değer katmayan faaliyetlerin belirlenmesidir. Kâğıt üzerinde mükemmel değer akış haritaları oluşturulabilir. Ancak belirlenen bir darboğazdaki değer katmayan faaliyetleri belirlemek kolay değildir. Yıllar içinde alışkanlık haline gelmiş günlük işler arasında, 7 israfı ayırt etmek için Japon firmalarda uygulanmakta olan TACHINBO (Stand and Observe – Ayakta dur ve İzle) yöntemi önerilebilir.

Çalışmadaki uygulamalar farklı proses ve sektörler için değişkenlik gösterebilir. Başarının arkasındaki en önemli faktör, her işe başlarken olduğu gibi yapılan işe inanmaktır. Üst yöneticiler bilmelidirler ki; eğer çalışanlar yaptıkları işe inanmazlarsa işlerini sürekli geliştirme gerektiğinin aciliyetine varamayacaklardır. Çalışanların inanması içinse, önce yöneticilerin Yalın Üretim'in, sistemleri için doğru karar olduğuna inanmaları gerekir. Ardından gelen engeller ise bir itici güç ve öğretici öğe olarak algılanacak ve başarı gerçekleşecektir. Unutulmamalıdır ki, Yalın Üretimi uygulamak bir anda gerçekleşen bir olay değildir, bir kültür değişimidir ve hiç bitmeyecek bir yoldur.

## KAYNAKLAR

- [1] WOMACK, J. P., JONES, D. T., Lean Thinking : Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Simon & Schuster, USA, pp. 256-290, 1996.
- [2] İPBÜKEN, Y., Türkiye'nin 21.yy.'da kazanan ülke olması hayalimizdir, Yalın Enstitü Derneği, İstanbul, sf. 3, 2007
- [3] KAUFMANN, Global Whitepaper., The Next Generation of Lean Manufacturing. Kaufmann Global LLC, USA, pp. 3, 2003
- [4] LIKER, J. K., The Toyota Way. CWL Publishing Enterprises, Inc, USA, pp. 60, 2004
- [5] MELTON, T., The Benefits of Lean Manufacturing, Chemical Engineering Research and Design, 83(A6), UK, pp. 662–673, 2005
- [6] LITTLE, J., A proof of the queueing formula  $L=\lambda W$ . Operations Research 9, pp. 383-387 , 1961
- [7] DOCEMASCOLA, D., One piece flow, pp. 1, USA, 2005
- [8] SMALLEY, A., Pull systems must be fit your production needs, LEI, pp. 1, USA, 2004
- [9] DOCEMASCOLA, D., Lean Production Control: Pull Systems, pp 1, USA, 2005
- [10] GOODE, W.J., P.K. Hatt P.K, Methods in social research, McGraw-Hill, USA, pp. 294, 1964
- [11] GÖKÇE, B., Toplumsal Bilimlerde Araştırma, Savaş Yayınları., Ankara, sf. 16, 1992
- [12] MCGEE, D., Lean and Six Sigma: An holistic approach to process improvement, USA, pp. 22-48, 2005
- [13] SMALLEY, A., Creating Level Pull. Lean Enterprise Institute (LEI), USA, pp. 100-110, 2004

- [14] GÖRENER, A., YENEN V.Z., İşletmelerde toplam verimli bakım kapsamında yapılan faaliyetler ve verimliliğe katkıları, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen bilimleri Dergisi, sf. 47-63, 2007
- [15] <http://erp.karmabilgi.net/hucresel-uretim-sistemi>, Eylül 2008
- [16] LOPEZ, L.M.A., Design and implemetation of cellular manufacturing in a job shop enviroment, MIT, pp. 36-63 , 1997
- [17] PAKSOY, T., BAY P., Tam zamanında üretim sistemlerinde hataönleyiciler: Poka Yokeler, Akademik Bakış E-dergisi, Türkiye, sf. 2, 2008
- [18] GEORGE, M., ROWLANS D., KASTLE B., Yalın Altı Sigma Nedir?, S.P.A.C. Danışmanlık Ltd. Şti., Ankara, sf. 28-31, 2005
- [19] [http://www.yalinenstitu.org.tr/neden\\_yalin\\_yaklasim.asp](http://www.yalinenstitu.org.tr/neden_yalin_yaklasim.asp), Aralık 2007
- [20] ERKEK, S., Yalın üretim anlayışı, KTO, Etütü araştırma servisi, sf. 16-17, 2008
- [21] ROTHER, M., SHOOK J., Learning to see. The Lean Enterprise Institute, USA, pp. , 1999
- [22] SMALLEY, A., An overview of the creating level pull workbook, Art of lean, Inc., USA, pp. 7, 2006
- [23] SUZAKI, K., The New Manufacturing Challenge: Techniques for Continuous Improvement. The Free Pres, USA, pp. 29, 1987
- [24] AKAL, Z., İşletmelerde performans ölçümü ve denetimi, Çok yönlü performans göstergeleri, Milli Prodüktivite yayınları, Ankara, sf. 5, 2000
- [25] HARRINGTON, H.J., Total improvement management, The next generation in performance improvement, Ernst and Young Public, London, pp. , 1996
- [26] BARUTÇUGİL, İ., Performans yönetimi, Kariyer yayınları, İstanbul, sf. 9, 2000
- [27] STEE, D., Performance measures for lean manufacturing, Leaders for manufacturing program, MIT, USA, pp. 82, 1998

## ÖZGEÇMİŞ

Buket KAZICIOĞLU, 03.09.1984'de Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 1995-2002 tarihleri arasında Sakarya Anadolu Lisesi'nde orta ve lise öğrenimini gördü. 2002 yılında Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümüne girme hakkı kazandı ve 2006 yılında aynı bölümden mezun oldu. Aralık 2006'da Goodyear T.A.Ş.'nde mühendis olarak işe başladı. Bu süre içerisinde şirketin Yalın üretime geçiş sürecinde Sürekli Geliştirme Mühendisi olarak pek çok iyileştirme, geliştirme ve maliyet azaltma projelerinde görev aldı. Halen Goodyear T.A.Ş.'nde Sürekli Geliştirme Mühendisi olarak çalışmaktadır.