

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**FABRİKA ÜRETİM ALANININ YERLEŞİM
DÜZENİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ İLE VERİMLİLİĞİN
ARTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan

Koray AYAR

İstanbul, 2017

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**FABRİKA ÜRETİM ALANININ YERLEŞİM
DÜZENİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ İLE VERİMLİLİĞİN
ARTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan

Koray AYAR

Öğrenci No:

140893011

Danışman

Prof. Dr. Ahmet CİHAN

İstanbul, 2017

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Fabrika Üretim Alanının Yerleşim Düzeninin İyileştirilmesi İle Verimliliğin Artırılması**” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 21.04.2017

Koray AYAR



T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi 140893011 no'lu Koray AYAR'ın 12/5/2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavı¹ sonucunda 70 dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi hakkında² oybirliğiyle, KABUL kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : Makine Mühendisliği
Programı : ...
Tez Başlığı³ : Üretim Bandının Reorganizasyonu ile Esnek ve Yalın Üretim Sisteminin Uygulanması

Tez Sınav Jürisi

Öğretim Üyesi

Danışman

: Prof. Dr. Ahmet CİHAN

Üye

: Prof. Dr. Asım KURTOĞLU

Üye

: Doç. Dr. Kazım SARI

İmza
Ömer
Asım Kurtoglu
Dr. Mr

¹ Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak adayı tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

² Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında "kabul", "düzeltme" veya "red" kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi başansız bulunan öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. Bu savunma sınavında da tezi kabul edilmeyen öğrencinin enstitü ile ilişkisi kesilir. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığının yazılması gerekmektedir.

ÖNSÖZ

Üretim hatlarının düzenlenmesi oldukça hassas, zorlu ve birçok parametreyi bir arada bulunduran karmaşık bir problemdir. Üretimin cinsine, ürünün özelliklerine, talep miktarına, ürün kalitesine ve maliyet parametrelerine göre bu işlem iyi bir planlamayı gerektirir. Üretim bandının, farklı özellikleri olan ürünleri de imal edecek, müşteri isteklerine cevap verecek şekilde yalın ve esnek üretim sistemine uygun yeniden planlanması; verimliliğin artmasını, maliyetlerin düşmesini ve bu sayede de kârlılığın yükselmesini sağlayacaktır.

Bu projenin yürütülmesi süresince bana başta rehberlik eden ve yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Ahmet Cihan'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Aynı zamanda desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, Mercedes Benz Türk A.Ş 'nin değerli çalışanları Koltuk İmalat Grup Şefleri Mustafa Yalçın, Fırat Kılıç ile birlikte kısmın değerli Birim Yöneticilerine teşekkürü bir borç bilirim.

Mercedes Benz Türk fabrikasında yürüttüğüm bu projede, bana her konuda yardımcı olan, engin bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Üretim Süreç Planlama Müdürü Sn. Koray Işık Beye de ayrıca en içten şükranlarımı sunarım.

Bu uzun ve gerçekten sabır gerektiren dönemde bana her konuda destek olan ve gücünü her an arkamda hissettiğim değerli ailem sizlere de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Saygılarımla

Koray Ayar

Adı ve Soyadı : Koray AYAR
Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet CİHAN
Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans, 2017
Alanı : Makine Mühendisliği
Anahtar Kelimeler : Verimlilik, Üretim Bandı, Yerleşim Düzeni

ÖZ

FABRİKA ÜRETİM ALANININ YERLEŞİM DÜZENİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ İLE VERİMLİLİĞİN ARTIRILMASI

Üretim Bandının verimliliğinin artırılmasını kapsayan bu çalışmada, öncelikli olarak mevcut durumdaki Koltuk üretim alanının yerleşim durumu ve problemler ortaya konulmuştur. Son mamulün birçok üretim bandından çıkan ürünlerin birleşimi olduğundan her bantta üretilen mamulün istenilen kalitede, istenilen miktarda ve istenilen zamanda üretilmesi gerekir. Bu üretim bandının planlanmasında, esnek üretim sistemleri, Kazien prensipleri ve Lojistik şartları ile İşçi Sağlığı ve Güvenliği standartları göz önünde bulundurulmuş ve daha verimli bir üretim bandı gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada öncelikli olarak mevcut yerleşim planı çizilerek durum analizi yapılmıştır. Ayrıca yerleşim düzeni üzerinde operatör, makine, tertibat ve malzeme durumlarını gösteren bir akış şeması hazırlanmıştır. Bu analiz kapsamında, mevcut durumdaki iş adımları incelenmiş, seçilen son mamul için zaman etüdü yapılmıştır. Bu analizlerin tamamı planlama, yerleşim düzeni ve verimliliğin artırılması amacı ile yapılacak çalışmalarda kullanılacaktır.

Malzemelerin **manuel olarak taşınması problemi** irdelendikten sonra bu problemin çözümü için birçok yöntem düşünüldü. Otomatik ve yarı-otomatik sistemler değerlendirilerek en uygun çözümün yarı otomatik bir sistem olan konveyör kullanımı olduğuna karar verildi. Çalışmanın bir sonraki aşaması, yeni yerleşim düzeninin tasarımı olmuştur. Bu tasarım için çeşitli alternatifler değerlendirilerek en uygun olanına karar verildi, konveyör sistemi ve yapısının bu

yeni tasarıma uygun olacağı düşünöldü. Yeni yerleşim düzeni ile ortaya çıkan problemlerin çözümü için birçok alternatif değeriendirildi. Gerçek zamanlı olarak bu çalışmadaki konu ile ilgili başka fabrikalardaki üretim bantları ve Almanya'daki Mercedes üretim bandıda yerinde incelenmiştir. Bu bölümde, farklı tasarım fikirleri düşünölmüş, avantajları ve dezavantajlarıyla karşılaştırılmış ve en uygun çözüm önerisi seçilmiştir. Üretim bandını oluşturduktan sonra projeden elde edilen sonuçlar detayları ile ortaya konulmuştur. Yeni yerleşim bandı düzeni yapıldı ve bu yeni düzen tasarımı neticesinde, maliyetler çıkarıldı ve fizibilite hesapları yapıldı. Bu durum sonucunda üretim süresi düşürölerek, üretim verimliliği arttırıldı. Böylece daha kısa sürede araç imalatı yapılarak kapasite artışı sağlandı.



Name and Surname : Koray AYAR
Supervisor : Prof. Dr. Ahmet CİHAN
Degree and Date : Master Thesis, 2017
Major : Mechanical Engineering
Key Words : Productivity, Factory Production Area, Layout

ABSTRACT

INCREASING PRODUCTIVITY BY LAYOUT IMPROVEMENT OF FACTORY PRODUCTION AREA

In this study, which includes the efficiency increase of the production line, initially the current situation of bus seat layout and its problems are presented. End-product, which is composed of products from several production lines, has to be produced with requested quality, quantity and on time. For planning this production line flexible production systems, Kaizen, logistics conditions and occupational health and safety standards are considered and more efficient production line is generated.

In this study firstly the current situation is analyzed by drawing the current layout. Furthermore the workflow on the layout, which includes the situation of the current operator, machines, materials and devices, is presented. In this scope, the current workflows and the production time analyzing for the chosen end-product is performed. All of these analyzes will be used for planning and increasing productivity.

After scrutinizing the manual transportation problem of the materials, several methods are thought for solution of the problem. While choosing this equipment, initially the automatic and semi-automatic systems are evaluated and the using of semi-automatic conveyor, which is most suitable, is decided. The next step of this study was the design of the new layout. For this design several alternatives are considered and the most suitable one is chosen and the structure and system of new conveyor are determined according to the new layout. Alternative solutions for the problems, which appeared because of new layout, are considered. For this study the other production centers and production facilities in Germany are inspected. In this

section, different design ideas are thought, and their advantages and disadvantages are compared. In the end the best solution suggestion is chosen.

After constitution of production line the results of the project are presented in details. The new layout is designed and as a result of this new design costs are calculated and a feasibility study is done. Consequently the production time is reduced and production efficiency is increased. By decreasing the production time of the vehicle the capacity is increased.



İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZ	i
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ	1
2. ÜRETİM	2
3. LOJİSTİK	2
4. ERGONOMİ	5
4.1. Ergonomik Önlem Stratejileri	6
4.2. Objelerin El ile Kaldırılması ve NIOSH İş Uygulamaları	7
4.3. Objelerin El İle Kaldırılmasının İncelenmesindeki Dört Yaklaşım.....	7
4.4. Malzemelerin Mekanik Elleçlenmesi.....	11
5. İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ (İSG)	12
5.1. İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tanımı	12
5.2. İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Önemi.....	13
5.3. İSG'nin İş Yerine Sağladığı Ekonomik Katkı ve Rekabet Gücü.....	13
6. ESNEK/YALIN ÜRETİM SİSTEMLERİ	14
6.1. Esnek Üretim Sistemleri	14
6.2. Üretimde Yaklaşımlar	15
6.2.1. Yalın Üretim.....	15
6.2.2. Çevik Üretim.....	15
6.2.3. Sanal Üretim.....	16
6.3. Esnek Üretim Sistemlerinin Özellikleri	16
6.4. Esnek Üretim Sisteminin Faydaları	17
6.5. Esnek Üretim Sistemlerinin Sakıncaları	20
7. KAIZEN	21
8. YERLEŞİM DÜZENİ NEDİR, NASIL PLANLANIR?	24

8.1. Üretim Bandındaki İstasyonların İş Yüklerinin Dengelenmesi	32
8.2. Koltuk Üretim Hattının Mevcut Durumu.....	34
8.2.1. Kılıf Üretim (Kesim, dikim) Hattının Mevcut Durumu	37
8.2.2. Koltuk Hazırlık - Birleştirme Hattının Mevcut Durumu.....	39
8.2.3. Özel Koltuk ve Koltuk Aksamalarının Üretim Alanı	49
8.3. Yeni Koltuk Üretim Hattının Planlanması.....	51
8.4. Koltuk Üretim Hattı Verimlilik Artışı İle İlgili Planlanan Önlemler.....	57
8.5. Kılıf Dikimde Geliştirilebilir Potansiyel Çalışmalar.....	57
8.6. Koltuk Hazırlık ve Birleştirme Hattı İçin Potansiyel Çalışmalar.....	65
8.6.1. Konveyör Sisteminin Tasarlanması	65
8.6.2. Konveyör Sisteminin Seçilmesi	71
8.6.3. Koltuk Hazırlık ve Birleştirme Bandının Tasarlanması	74
8.6.4 Taşıma Arabasına Koltuk Yükleme Potansiyel İyileştirme	79
8.6.5 Taşıma Arabası Yeni Dizayn Potansiyel İyileştirme	80
8.7. Koltuk Üretim Hazırlık Alanı Potansiyel Çalışmalar	82
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR	90
EKLER	94
ÖZGEÇMİŞ	95

TABLolar LİSTESİ

Sayfa No.

Tablo 1. Üretim Bandı Veri Detayı Hesaplama Tablosu (Mevcut Durum).....	25
Tablo 2. Koltuk Üretim ve Araca Montaj Binaları Arasındaki Süre ve Mesafe	36
Tablo 3. Günlük Üretim Sayıları (Mevcut Durum)	36
Tablo 4. Üretim Hattı Makine ve Donanımları (Mevcut Durum)	53
Tablo 5. Koltuk Üretim Hattı İş Paketleri.....	54
Tablo 6. Uygun Çalışma Yüksekliği Değerleri	66
Tablo 7. Konveyör Seçimi Puanlama Tablosu	71
Tablo 8. Üretim Hattı Seçimi Puanlama Tablosu	76
Tablo 9. Proje Yatırım Maliyeti.....	85
Tablo 10. Üretim Bandı Veri Detayı Hesaplama Tablosu (Yeni Yerleşim Sonrası)..	86
Tablo 11. Proje Maliyet Analizi.....	87
Tablo A.1. Üretim Bandı Veri Detayı Hesaplama Tablosu Formül Dataları	95

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No.

Şekil 1. Lojistik Ağı.....	3
Şekil 2. Biyomekanik Yaklaşım İçin Modelleme	9
Şekil 3. Ergonomide Anotomik Bağlantı Şekilleri	10
Şekil 4. Muhtelif Kaldırma Donanımları	12
Şekil 5. 5S Prensipleri Döngüsü	23
Şekil 6. Sürece Göre Yerleşim Düzeni	26
Şekil 7. Ürüne Göre Yerleşim Düzeni	27
Şekil 8. Hücresel Yerleşim Düzeni.....	28
Şekil 9. Karma Yerleşim Düzeni	29
Şekil 10. Sabit Yerleşim Düzeni.....	30
Şekil 11. Üretilen Koltuğun Araca Montaj Hattı Binasına Sevki.....	35
Şekil 12. Üretim Hattı Araç Başı Toplam Zamanı (Mevcut Durum)	37
Şekil 13. Kılıf Dikim Hattı Yerleşim (Mevcut Durum).....	38
Şekil 14. Arkalık Kılıflama Tertibatı (1. İstasyon).....	40
Şekil 15. Altlık Çakma (2. İstasyon).....	41
Şekil 16. Tablet, File ve Tutamak Montajı (3. İstasyon)	41
Şekil 17. Minder Toplama Montajı (4. İstasyon).....	42
Şekil 18. İskelet Toplama (6. İstasyon)	43
Şekil 19. Birleştirme Tertibatı (7. İstasyon)	43
Şekil 20. Koltukların Araca Montaj Binasına Sevk Arabası (Mevcut Durum).....	44
Şekil 21. Koltuk Üretim Hattı Akış Şeması (Mevcut Durum)	46
Şekil 22. Koltuk Üretim Hattı İstasyonları (Mevcut Durum).....	47
Şekil 23. Koltuk Üretim Hattı Konveyör Sistemi (Mevcut Durum).....	48
Şekil 24. Hazırlık Alanları Yerleşimi (Mevcut Durum).....	49
Şekil 25. Şoför Koltuğu Üretim Hücresi Yerleşimi (Mevcut Durum).....	50
Şekil 26. Şoför Koltuğu Hazırlığı Vinç Sistemi (Mevcut Durum)	50
Şekil 27. Minder Kumaşı Çektirme Bezi Markalama ve Dikim (Mevcut durum)	57
Şekil 28. Arkalık Kumaşı Cırt Bant İçin Markalama ve Dikim (Mevcut durum)	58
Şekil 29. Arkalık Kumaşına Cırt Bant Dikim Makinesi (Planlanan Durum)	59
Şekil 30. Arkalık ve Minder Kılıfı İçin Fitol Hazırlığı (Mevcut durum)	60
Şekil 31. Arkalık ve Minder Kılıfı İçin Fitol Dikimi (Mevcut durum)	60
Şekil 32. Kılıf İçin Fitol Dikim Makinesi (Planlanan Durum).....	61
Şekil 33. Kılıf İçin Fitol Dikim Makinesi (Planlanan Durum).....	61
Şekil 34. Arkalık Dikimi Sonrası Kılıf Çevirme İşlemi (Mevcut Durum)	62
Şekil 35. Arkalık Dikimi Sonrası Kılıf Çevirme İşlemi (Planlanan Durum).....	63
Şekil 36. Arkalık Dikimi Sonrası Kılıf Çevirme İşlemi (Planlanan Durum).....	63
Şekil 37. Kılıf Dikim Hattında Potansiyel Zaman Kazancı	64
Şekil 38. Bant Konveyör Sistemi (Mevcut durum)	67
Şekil 39. Bant Konveyör Sistemi (Planlanan durum Alt.1).....	68
Şekil 40. Mekanik Çalışan Bir Karakuri Sistemi.....	68

Şekil 41. Bant Konveyör Sistemi (Planlanan durum Alt.2).....	69
Şekil 42. Konveyör Üstü Sabit Koltuk Montaj Tertibatı	70
Şekil 43. Bant Konveyör Sistemi (Planlanan durum Alt.3).....	70
Şekil 44. Karar Verilen Konveyör Tasarımı	72
Şekil 45. Karar Verilen Konveyör Tasarımı	72
Şekil 46. Tavaların Toplanarak Taşınması (Mevcut Durum)	73
Şekil 47. Tavaların Otomatik Taşınması (Tasarlanan Durum).....	73
Şekil 48. Tasarlanan Hat Yerleşimi Alt.1 (Mevcut Durum).....	75
Şekil 49. Tasarlanan Yerleşimi Alt.2.....	75
Şekil 50. Tasarlanan Yerleşimi Alt.3.....	76
Şekil 51. Hat Yerleşim Akış Şeması (Planlanan Durum).....	78
Şekil 52. Biten Koltuğu Taşıma Arabasına Yükleme Öncesi ve Sonrası.....	79
Şekil 53. Koltuk Taşıma Arabasına Yükleme İçin Tasarlanan Manipülatör	80
Şekil 54. Koltuk Taşımada Kullanılan Arabalar (Mevcut Durum)	81
Şekil 55. Yeni Tasarlanan Koltuk Taşıma Arabası.....	81
Şekil 56. Koltuk Hattı İçin Potansiyel Çalışmalar Zaman Kazancı.....	82
Şekil 57. Şoför Koltuğu Hazırlığı (Mevcut Durum).....	83
Şekil 58. Şoför Koltuğu Hazırlığı (Tasarlanan Durum)	83
Şekil 59. Tasarlanıp Deneme Yapılan Ş.K. Tertibatı	84
Şekil 60. Şoför Koltuğu Hazırlık Alanı Planlanan Vinç.....	84
Şekil 61. Koltuk Üretim Hazırlık AlanıPotansiyel Çalışmalar Zaman Kazancı.....	85

KISALTMALAR

- İsg** : İşçi Sağlığı ve Güvenliği.
- NIOSH** : Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü.
- KAIZEN** :Japoncada; kai değişim, zen ise daha iyi anlamına gelmektedir. Kaizen işgücünü dayalı gelişme anlamına da gelmektedir.
- SLT** : Malzeme taşımada kullanılan özel sepet (Special Ladungs Träger).
- EÜS** : Esnek Üretim Sistemleri.
- km** : Kilometre.
- dk** : Dakika.
- Alt** : Alternatif.
- Takt** : Talebin karşılanması için gereken üretime ayrılan süre.
- Ş.K** : Şoför Koltuğu.
- JIT** : Just in time (Tam Zamanında).
- PLC** : Programlanabilir mantıksal denetleyici

1. GİRİŞ

Bir üretim alanının planlanmasında; yerleşim alanı tasarımı, üretim bandının uygun sistem olarak seçilmesi, uygun donanımların tespiti, lojistik yöntemi, İSG, ergonomi, üretim maliyet analizi ve çevrim süresinin azaltılması en önemli konulardır.

Bu konuları bir otobüs fabrikasında koltuk üretim bandı üzerinde bütünü ile değerlendirdim. Öncelikli olarak üretim bandını inceledim ve buradaki aksaklıkları tespit ettim. Bu aksaklıkların giderilmesi ile ilgili olarak bandın hızını, bandın iş akışını ve lojistik kavramını inceledim, problemlerin azaltılması için en uygun çözümün neler olabileceğini araştırdım. Üretim bandının İSG ve ergonomik şartlara uygun olmasını göz önünde bulundurdum ayrıca bandın yalın ve esnek üretim sistemlerine uygun olmasına dikkat ettim.

Bu çalışma ile otobüs fabrikası sınırları içerisinde bulunan Koltuk Üretim Merkezindeki kılıf dikim hattı, koltuk montaj hattı ve birleştirme hattında bulunan tüm hazırlık işlerini, transport ve montaj işlerini İSG ile ergonomik şartları göz önünde bulundurarak çözümlenmeye çalıştım. Aynı zamanda yalın ve esnek üretim sistemlerine uygun olmasına, hattın daha önceki çalışmalarında deneyimler elde ettiğim basit ve küçük iyileştirmeleri kapsayan KAIZEN felsefesini de göz önünde bulundurdum ve bunlardan yararlandım.

Ayrıca bu çalışma ile koltuk hazırlık ve birleşme mahallinin kapladığı alanın yaklaşık olarak $\frac{1}{4}$ oranında azalmasını, yürüyüş yollarının kısaltılmasını ve böylelikle çalışmanın yine Kaizen felsefesinin genel hedefleri ile örtüşmesini gerçekleştirdim. Bu sayede, iş alanı çalışanlarının, zihinsel ve fiziksel enerjilerini, malzeme taşıma işlemi için kullanmayarak bu enerjilerini üretim kalitesinin ve verimliliğin artmasına yarar sağlayacak şekilde kullanmalarını sağladım.

Sonuç olarak bu çalışmayla, bir üretim bandının planlanması, detayların oluşturulması ayrıca hattın bulunduğu mevcut bina ve alanın kullanılarak 14 araç (2 vardiya/gün) olan üretim sayısının 16 araçlık bir üretim sayısına ulaşmasını sağladım.

2. ÜRETİM

İmalat kelimesi mal kökünden gelir ve mal yapmak anlamındadır. Üretim ekonomik anlamda fayda yaratacak her şeyin; malların yanı sıra hizmetlerin, fikirlerin meydana getirilmelerini de içerir. Dolayısıyla üretim imalattan daha geniş kapsamlıdır. Üretim iki şekilde tanımlanmaktadır. Bunlardan birincisi mühendisler için tanımlama diğeri ise ekonomistler için tanımlamadır.

Mühendisler için üretim; bir hammadde, malzeme veya yarı mamulün yararlı bir mamüle dönüştürülebilme yeteneği olarak tanımlanabilir.[36]

Ekonomistler için ise üretim; her türlü şekilde fayda oluşturulabilme yeteneğidir. [36]

Sonuçta üretim tanımı hem taraf açısından aynı mantıkla yapılmakta olup burada anafikir giren verilerin işlendikten sonra faydalı bir sonuç vermesidir.

Bu tanımlamalardan yola çıkarak, üretim hatlarının verimliliğinin artırılması ile ilgili olarak ilk lojistik kavramı, ikinci olarak ergonomi kavramı, üçüncü olarak İSG, dördüncü olarak Esnek Üretim Sistemleri ve son olarak da Kaizen felsefesini inceledim.

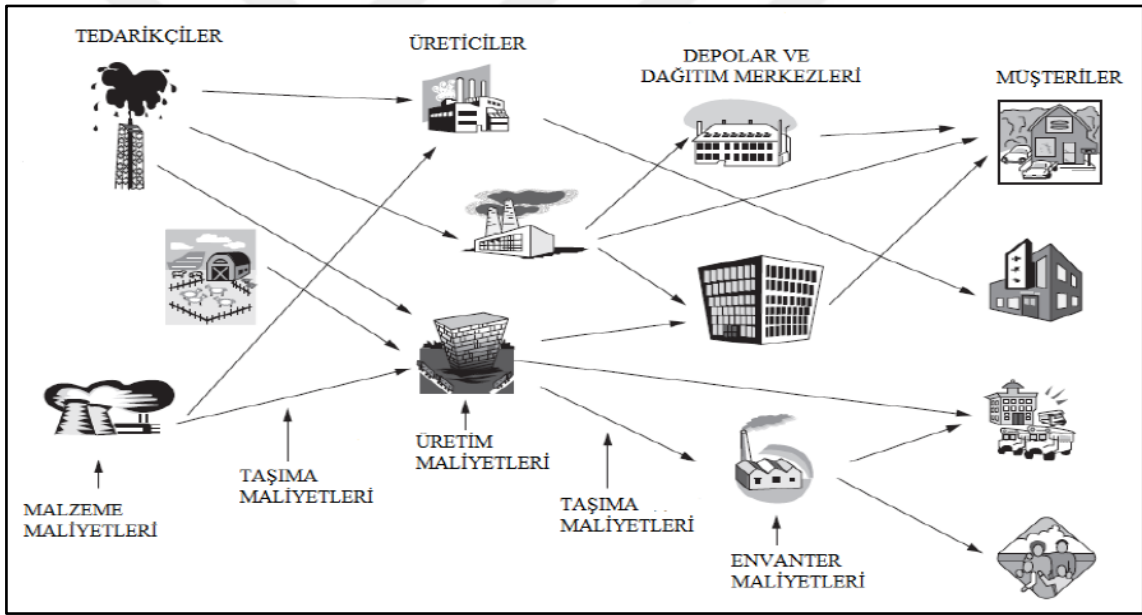
3. LOJİSTİK

Lojistik kavramı için değişik tanımlamalar yapılmaktadır. Lojistiğin oldukça geniş bir kullanım ve uygulama alanının olması ve hayatın her alanında kullanılması bu kavramın değişik şekillerde değerlendirilmesini ve bu kavrama farklı yönlerden bakılabilmesini sağlamıştır[1].

Öncelik taşıma işlemlerinden ortaya çıkan yüksek maliyetleri ve arkasındanda diğer taşıma maliyetlerini minimum seviyelere çekebilmek ana hedeftir. Lojistik sistemini doğru planlamak verimi sürekli kontrol altında tutabilmenin ön şartlarındandır. Lojistik müşteri isteklerine göre hammadde, yarı mamul ve mamul stoklarının uygun şekilde planlanarak yönetilmesinin sağlanmasıdır.

Lojistik Yönetim Konseyi, yeni adı ile Tedarik Zinciri Yönetimi tarafından Lojistik tanımı yapılmıştır. Ancak lojistik kavramını tanımlamak için önce tedarik zincirini tanımlamak gereklidir. Müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere ürünlerin üretildiği noktadan, son kullanımının bulunduğu tüketim noktasına kadar olan süreç tedarik zinciri denir. Bu durumda lojistik; malzemelerin, servis hizmetlerinin, bilgi akışının, etkin aynı zamanda verimli bir şekilde iki yöne doğru hareketinin planlanması, depolanması, uygulanması ve kontrol edilmesidir [2].

Lojistik ağı kavramı, hammaddelerin, yarı mamul ve mamullerin ilgili tüm birimler arasındaki akışının sağlanması olarak ifade edilir. Ayrıca tüm tedarikçiler, üretim merkezleri, depolar, müşteriler, dağıtım merkezleri ve perakende satış yerlerinde bu ağ kavramı içindedir [3].



Şekil 1. Lojistik Ağı

Lojistik 3 aşamada incelenebilir bunlar; üretim öncesi lojistik, üretim lojistiği ve üretim sonrası lojistik olarak tanımlanabilir. Üretim öncesi lojistik hammadde veya yarı mamülün üretim hattına gelene kadar olan yani üretim safhasına kadar olan dönem olarak açıklanır. Üretim lojistiği üretim yapılma anında band, tesis, çalışma alanı, montaj alanı gibi tüm üretim aktivitelerinin yapıldığı alandaki lojistik çalışmaları olarak açıklanır. Üretim sonrası lojistik ise üretim tamamlandıktan sonra son mamülün gerekli yerlere çeşitli alternatif yöntemler ile ulaştırılarak müşteriye

teslim edilmesi olarak açıklanır. Lojistik de doğru planlama ve buna bağlı olarak üretim öncesi, üretim dönemi ve üretim sonrası olarak uyum çok önemlidir. Bu uyum lojistik süreci içinde bulunan tüm uygulayıcı ve müşteriler için bilgi akışlarının eksiksiz olması ve koordinasyonun tam olarak sağlanması sayesinde yakalanır. Aynı zamanda bu uyum sağlanırken süreç içinde birçok katılımcı varsa kolay uygulanabilir, basit ve sade bir sistem oluşturularak lojistik operasyonlarının planlanması gereklidir. Özellikle üretim yapan operatörlerin bu süreç içinde çok fazla zaman kaybetmeden lojistikten çok üretime endekslenmeleri bu sistemin yalın olmasına direkt bağlıdır. Aksi takdirde operatör üretim yapmak yerine zamanını parça tedarik etme çabası ile geçirecektir. Özellikle üretim anında parçaların tam ve eksiksiz olarak üretim yapan operatörün önüne gelmesi ilk tercih edilen olmalıdır. Tam zamanında üretim ve üretim esnasında operatörün bu iş için zaman harcamaması için JIT (tam zamanında) kavramının uygulanması hedef olmalıdır. JIT kavramı ile ilgili olarak Kaizen başlığı altında daha detaylı bilgi verilecektir. Ayrıca lojistik sürecinde sistemin esnek olması değişen müşteri talep ve isteklerine uygun olarak düzen almayı kolaylaştıracaktır. Tabii bu esneklik standartlara uygunluğunun bozulmasına sebep olmamalıdır. Özellikle dış müşteride önceden kararlaştırılan bu standartların esnetilmeden uygulanması dikkat edilmesi gereken husustur. Tüm bu detayların yanında sistemin kontrol edilebilir ve izlenebilir olması da şeffaflık açısından önemlidir. Teknolojinin gücü, özellikle elektronik ve bilgisayar sistemlerinin maksimum seviyede kullanılması hem oluşacak hatalara engel olacak hem de ciddi anlamda zaman kazançları sağlayacaktır. Örneğin montaj işlemi yapacak bir operatörün kullanacağı parçaları gidip raftan almadan önce teknik resimleri kâğıtlardan oluşan bir dosya yerine bir ekrandan kolayca seçebilmesi verimliliği artıracaktır. Ancak tüm bu çalışmalar yapılırken ekonomi kavramıda gözden kaçırılmamalıdır. Sonuçta lojistik de hedeflerden biri de lojistik işlemlerinin en ekonomik şekilde tamamlanabilmesidir. Bu sebeple tüm bu süreç planlanırken ve uygun sistemler seçilirken ekonomik fizibiliteninde doğru yapılması gereklidir.

Lojistik kavramı içinde bulunan kullanım alanları;

1. Nakliye,
2. Stok yönetimi,

3. Depolama,
4. Paketleme,
5. Malzeme ve donanım,
6. Sipariş işlemi,
7. Tahmin,
8. Üretim planlama,
9. Satın alma,
10. Müşteri hizmeti,
11. Yer seçimi,
12. Hizmetler (parçalar, iadeler, atıklar),
13. Gümrükleme Hizmetleridir.

İnsan faktörü lojistik kavramının başarılı olmasında en önemli enstrümanlardan biridir. Operatörlerin fiziksel, ruhsal ve biyolojik sağlığının tam olarak sağlanamadığı bir ortamda yeteri kadar verim beklenmez. Tüm bu bütünün sağlanması için ise İSG şartları ve ergonomi lojistik kavramı içinde muhakkak ön planda kullanılır.

Çalışmada bu kavramlardan bir kaçına sahip olarak üretim yapılan bir alanda birbirinin müşterisi olan ambar ile imalat arasındaki lojistik sistem akışı, kullanılan enstrümanlar ve bunların verimliliğinin artırılmasında değerlendirilecektir.

4. ERGONOMİ

Ergonomi, iş ortamı ve yapılan işin tüm ihtiyaçlarını çalışanların fiziksel ve ruhsal kapasitesine uygun hale getirmektir [5].

Burada bahsedilen işin kapsamı, tornavida gibi basit el aletleri kullanmak veya karmaşık bir makine kullanmak gibi daha karışık işlere kadar uzanan geniş bir

alanı kapsamaktadır. Bununla birlikte, ergonomi kapsamında alınmış önlemler, operatörlerin fiziksel bütünlüğünü korumanın yanında, fizyolojik ve psikolojik yeteneklerini en uygun biçimde kullanacakları bir ortam sağlayacaktır. Bu sayede operatörlerin daha rahat ve uygun çalışmasının sağlanması gerçekleştirilecektir [6].

Nesnelerin kaldırılması veya taşınması açısından bakılırsa iş, nesnelerin el ile kaldırılmasından nesnelerin forklift, manipülatör gibi taşımaya yardımcı araçlar kullanımına kadar olan bir aralıkta yer alır [5].

4.1. Ergonomik Önlem Stratejileri

Smith'e göre, işçiler için sakatlanma riski ve hastalanma durumu bulunan bir yerde ergonomi incelemesi yapıldığında riski azaltmak için genellikle üç strateji önerilir. Bu stratejiler, mühendislik kontrolleri, yöneticinin kontrolü ve kişisel korunma malzemelerinin kullanımı stratejileridir [5].

a. Mühendislik Kontrolleri

Bu yöntemde tehlike oluşturan durum veya işçilik, çalışmanın içinden tasarım ve plan değişikliği ile çıkartılır. Eğer bu durum söz konusu olmuyorsa operatörlerin bu işi yapmamaları için gerekli olan çalışmalar yapılır. Örnek olarak, aynı işi yapacak bir makine, bir tertibat ya da bir donanım kullanılarak operatörlerin o işi yapmalarının önüne geçmek, sık görülen bir mühendislik kontrolüdür. Eğer bu çözümün uygulanabilirliği mümkün değil ise bir sonraki çözüm yöntemi yöneticinin kontrolüdür.

b. Yöneticinin Kontrolü

Mühendislik Kontrolleri kavramı ile çözüm bulunamayan ergonomi problemi, bu stratejide başka bir bakış açısı ile değerlendirilmektedir. Operatörün çalışma süreçlerinde bulunup değiştirilemeyen işlerinden, ergonomik olmayan ve tehlike arzeden işlere ait olan süre yönetici tarafından olabildiğince kısaltılır. Aynı zamanda yük kaldırma gibi ağır güç gerektiren işlerde birden fazla işçinin beraber çalıştırılması ile riskin azaltılması hedeflenir.

c. Kişisel Korunma Malzemelerinin Kullanılması

Üçüncü kavram ise kişisel korunma malzemelerinin kullanılmasıdır. Bu yöntem bir mühendislik çözümü bulunana kadar kullanılması tavsiye edilen bir yöntemdir. Özellikle gelişen teknolojik çalışmalar sayesinde kişisel korunma malzemeleride oldukça yüksek performans sağlayan seviyelere ulaşmıştır. Bu sebeple problem çözümlerinde bu tip malzemeler kullanılması risk seviyelerini aşağılara çekecektir.

4.2. Objelerin El ile Kaldırılması ve NIOSH İş Uygulamaları

1970'lerde Ulusal Mesleki Güvenlik ve Sağlık Enstitüsü (NIOSH), nesnelerin el ile kaldırılmasından doğan sakatlıkları incelemek için ilgi araştırmacıları bir araya toplamış olup bu çalışmanın sonucunda 1981'de İş Uygulamaları Rehberi basılmıştır. Bu rehberde 1970 den beri yapılan nesnelerin el ile kaldırılmasıyla ilgili hazırlanmış sistematik analizler bulunmaktadır [5].

4.3. Objelerin El İle Kaldırılmasının İncelenmesindeki Dört Yaklaşım

Geçici ya da kalıcı sakatlanmalara, meslek hastalıklarına sebep olan iş kazalarının tahmini olarak üçte biri nesnelerin kontrolsüz olarak el ile kaldırılmasından kaynaklanmaktadır [7]. Bu tespit ve tanım Tichauer tarafından yapılmıştır.

Nesnelerin el ile olarak kaldırılmasıyla ilgili araştırmalarda dört yaklaşım benimsenmiş olup, bunlar;

- a. Epidemiyolojik,
- b. Biyomekanik,
- c. Psikolojik,
- d. Psikofizyolojik, yaklaşımlardır.

A. Epidemiyolojik Yaklaşım

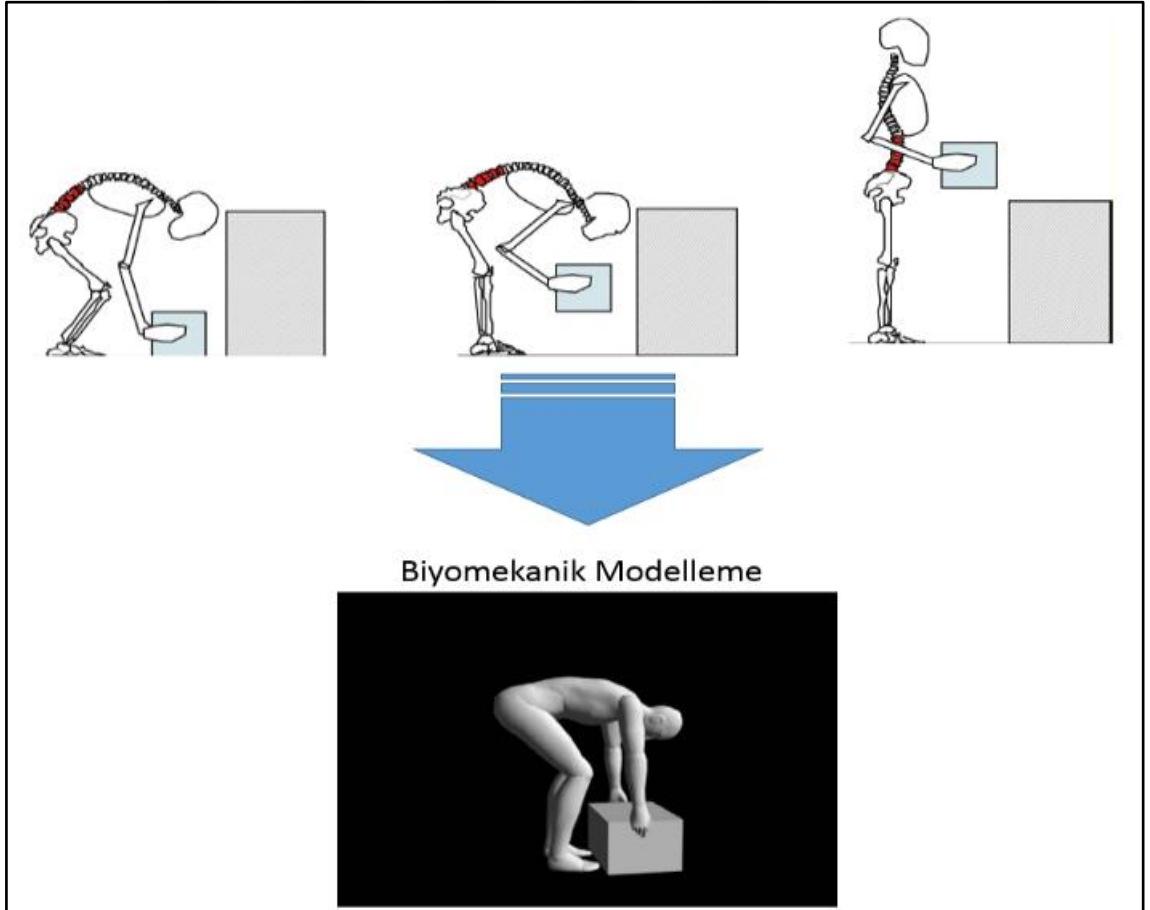
Epidemiyolojik yaklaşım insan sağlığını ilgilendiren olayların dağılım ve nedenlerini inceleyen bilim dalıdır. Bununla birlikte, meslek hastalıkları ve iş kazaları da bu kavram içinde değerlendirilir. Ergonomi kavramı içinde nesnelerin el ile kaldırılması sonucu oluşan veya oluşabilecek kazalar ve fiziksel sakatlıklar bu yaklaşım mantığı içinde değerlendirilecektir. Epidemiyolojik yaklaşım, belirli bir işin çalışma sürecinde oluşan sağlık sorunları durumlarının dağılımını ve bu dağılım oluşmasını sağlayan nedenleri inceleyen bir kavramdır. Ayrıca bu sorunların kontrol altına alınması için yararlanılan kaynakların oluşturulması amacıyla bu kavram kullanılabilir.

Epidemiyolojik yaklaşım işçi için 7 risk faktörü aşağıdaki gibi belirlenir:

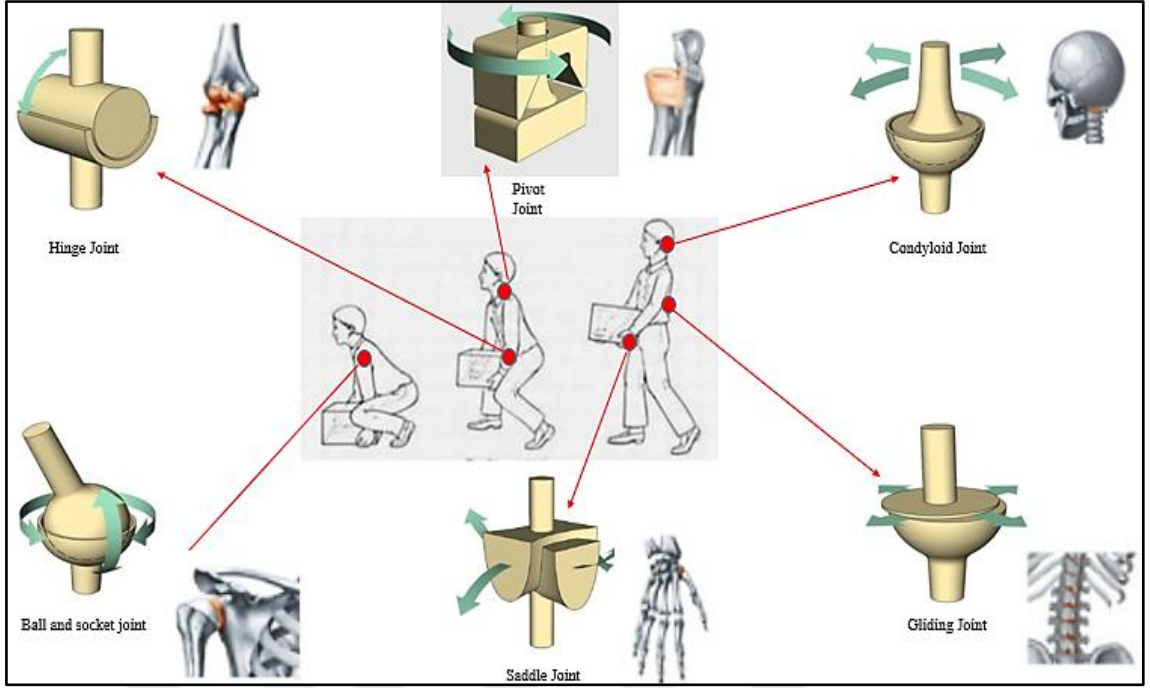
1. **Ağırlık;** kuvvet gerekliliği,
2. **Konum;** yük olarak nitelenen nesne kütle merkezinin operatör işçiye göre konumunun belirlenmesi,
3. **Tempo;** yapılan işin tekrarlanma sayısının belirlenmesi,
4. **Değişmezlik (stabilite);** yük olarak nitelenen nesne kütle merkezinin konumunun sabit olup olmadığının belirlenmesi. (Taşınan malzeme sıvı ise kütle merkezinin konumu değişkendir.),
5. **Kavrama;** taşınan nesnenin dokusunun ya da tutma yerlerinin nesneyi kavramaya uygun olup olmadığının belirlenmesi,
6. **İşyeri Şartları;** çalışma alanındaki operatörün işi yaparken hareket mesafesinin yeterliliği ve hareket alanında engeller olup olmadığının belirlenmesi,
7. **Çevre Koşulları;** sı, nem, ses (gürültü), ışık miktarı gibi faktörlerin incelenmesidir.

B. Biyomekanik Yaklaşım

Biyomekanik yaklaşım insan vücudunu mekanik bir donanım veya makine gibi ele alır. Buradaki mantık mekanikte kullanılan prensiplerin canlılara uygulanmasıdır. Biyomekanik yaklaşım, biyolojik yapılara etki eden kuvvetleri ve buradan çıkan sonuçları inceleyen bir bilim dalıdır. Bu yaklaşım kuvvet kolları yani kemikleri ve kuvvetler yani kasları göz önüne alır ve çalışan iş yaparken vücudun bölümlerine ve eklemlerine uygulanan statik ve dinamik yükleri inceler. Bu yaklaşım sayesinde güvenli teknikler geliştirilerek mesleki hastalıkların önlenmesi ve sağlık sorunlarının daha oluşmadan önüne geçilmesi sağlanabilir. Fiziksel fonksiyon şartlarının daha düzgün hale getirilmesi, operatörün kas ve iskelet sistemi sağlığının korunması bu yaklaşımın hedeflerinden biridir. Biyomekanik yaklaşım için modelleme kullanılarak önceden birçok sağlık riski tespit edilebilir.



Şekil 2. Biyomekanik Yaklaşım İçin Modelleme



Şekil 3. Ergonomide Anotomik Bağlantı Şekilleri

C. Psikolojik Yaklaşım

Psikolojik yaklaşım; harcanan enerji, tüketilen oksijen miktarı ve kalp ritmini ele alarak bir işin gereksinimlerini inceler. Dikkat gerektiren görevler, hassas yapılması gereken işçilikler, zihinsel yüklerin değerlendirilmesi ve bu yüklerin çalışanlarda yarattığı etki gibi hususlar bu yaklaşım başlığı altında değerlendirilir.

D. Psikofizyolojik yaklaşım

Çalışan insanlar çalıştıkları ortam, işin kapsamı, doğal şartlar ve çalışma şartları gibi sebeplerden dolayı bir takım streslere maruz kalırlar. Bu stres her insanın dayanım ve yapısına göre fiziksel ve aynı zamanda ruhsal olarak bir takım kalıntılar bırakabilir. Kimi insanlar bu streslerini rahatlıkla dışa vurabilirken kimileri ise tamamen iç dünyasında yaşarlar. Tüm bu karmaşık durumlar kişilerde bir takım fiziksel etkiler bırakırlar. Psikofizyolojik yaklaşım vücudun biriktirdiği fiziksel, zihinsel ve çevresel stresleri bir arada inceler ve çalışanın bu stresleri dışa vurumunu veya fiziksel olarak kendisinde bıraktığı etkileri bilimsel olarak değerlendirir.

4.4. Malzemelerin Mekanik Elleçlenmesi

Her zaman için üretim yapılan yerlerde hammadde, yarı mamul veya mamüllerin bir yerden bir yere taşınması gerekebilir. Yani mekanik bir elleçleme işlemi yapılabilir. Bu noktada yapılan elleçleme işlemlerinin minimum seviyelere çekilmesi hedeflenmelidir.

Ergonomi ile ilgili olarak yapılan analiz ve incelemeler sonucunda, elle yapılan çalışmalar ve işlemler güvenli bir şekilde yapılamayacak ve herhangi bir iş kazası riski oluşturacak ise öncelikle otomatik veya yarı otomatik donanımların kullanılması planlanır.

Bir işin yapılması esnasında malzeme veya nesnelerin, kaldırılması, yerinin değiştirilmesi gibi işlemlerin yapılması gerekli olabilir. Bu işlemlerden bir tanesinin operatör tarafından elleçleme yolu ile diğerinin ise, donanım desteği ile yapılması sırasında kullanılan teçizat yarı otomatik tip donanım olarak adlandırılır. Tüm işlemler donanım ya da makine tarafından yapılıyorsa bu sefer teçizat otomatik tip donanım olarak adlandırılır.

Kaldırma ve taşıma araçları, hareketli platformlar, taşıma arabaları, manipulatörler bu tip donanımlar için örnek olarak kabul edilebilir. Bu aletlerin kullanılması sayesinde kişi, firma, fabrika ve sonuç olarak ergonomiyi içinde bulunduran her kavram için birçok kazanç sağlanmaktadır. İşçi ile ilgili kazanımlar başta olmak üzere, verimlilik ile ilgili kazanımlar ve malzeme ile ilgili kazanımlar bunların başında sayılabilir. Bir atölye, fabrika veya bunlara malzeme sağlayan tüm taşıma işlerinde mekanik elleçlemenin en az seviyede tutulması hatta mümkünse sıfır mekanik elleçleme yapılması esas hedef olmalıdır.



Şekil 4. Muhtelif Taşıma ve Kaldırma Donanımları

5. İŞ SAĞLIĞI VE İŞ GÜVENLİĞİ (İSG)

5.1. İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tanımı

İş Sağlığı, çalışan bir kişinin çalışma şartları ile birlikte bu süreçte kullanılan araç ve gereçlerden oluşacak tehlikelerden arınmış veya bu tehlikelerin en aza indirildiği bir iş çevresinde huzurlu biçimde yaşayabilmesi olarak açıklanır. İş güvenliği de, kavram olarak, çalışanların işte karşılaştıkları tehlikelerin ortadan kaldırılması veya azaltılması için geliştirilmiş kanun ve nizamla ait teknik kuralların bütünüdür [8].

Başka bir tanımlamaya göre İş Güvenliği kavramı; İş yerlerini işin yapılması nedeniyle oluşan tehlikelerden uzaklaştırmak ve sağlığa zarar verebilecek koşullardan arındırarak, daha iyi bir çalışma ortamı sağlamak için yapılan sistemli çalışmalar olarak tanımlanmaktadır [9].

İş Sağlığı ve İş Güvenliği üzerine yapılan tanımlamalar göstermektedir ki; İş Sağlığı kavramı, işçi yaşamının sağlıklı olmasını sağlayan sağlık ile ilgili kuralların tamamını kapsar. İş Güvenliği ise, işçinin hayatına ve fiziksel bütünlüğüne yönelik

risklerin azaltılmasını ve ortadan kaldırılmasını sağlayan tüm çalışmaları kapsar. Bu sebeple İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği kavramları birbirinden ayrı düşünülemez bir bütün içerisinde değerlendirilmelidir.

5.2. İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Önemi

Özel uzmanlık gerektiren İş Sağlığı ve İş Güvenliği kavramı bir bilim dalı olarak gelişmesini sürdürmekte ve son yıllarda daha da önem kazanmaktadır. Teknolojik gelişme ile paralel olarak ortaya çıkan bu durum, gerekli önlemlerin alınmamış olmasından veya alınmış önlemlere tam ve doğru olarak uyulmamasından kaynaklanmaktadır. Mesleki hastalıklar, işçi sağlığını tehdit eden ve işçi sakatlanmalarının veya ölümlerinin ortaya çıkmasına sebep olan önemli bir konudur.

İş Sağlığı ve İş Güvenliği kavramına yaklaşırken kişi huzurunun ve mutluluğunun yani ruhal durumunun da göz önünde bulundurulması gerekir. Meslekî tehlikelerden uzak bir ortamda çalışan kişi için sağlıklı bir gelişim ortamı sağlanmış demektir. İşçiye bu ortamın yaratılması, işçinin temel bir hakkı niteliğinde görülmelidir.

Öte yandan İş Sağlığı ve İş Güvenliği kanun ve kurallarından yoksun bir biçimde çalışmak zorunda kalan işçiler, sağlıksız bir yapıya sahip olacak ve toplum içinde, sağlıksız bireyleri oluşturacaklardır. Bireyleri sağlıklı olmayan bir toplumun da sağlıklı olması, mutluluk ve barıştan yana olması mümkün olamamaktadır.

Çenkel tanımına göre, toplumda çalışanlara gerekli sağlık ve güvenlik ortamının sağlanması toplumsal açıdan zorunlu olan bir husustur [8].

5.3. İSG'nin İş Yerine Sağladığı Ekonomik Katkı ve Rekabet Gücü

İş Sağlığı ve İş Güvenliği kavramını finansal ve ekonomik açıdan da incelemek ve değerlendirmek gerekir. Verimliliğin ve kalitenin artmasını sağlayan sağlık ve güvenlik kavramlarının işletmeler için ekonomik önemi son zamanlarda fark edilmiştir. Bu durum ile ilgili olarak işletmelerin gösterdiği hasssiyet onlara pozitif anlamda ciddi bir rekabet gücü sağlamaktadır [10].

İşletmelerde oluşan iş kazalarının ya da çalışanlarda oluşan meslek hastalıklarının işletmelere yüklediği yüksek maliyet, zamanında alınması gereken sağlık ve güvenlik önlemlerinin iş yerine getireceği maliyete oranla çok daha fazladır[8].

Sonuç olarak iş yerlerinde, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğine yönelik önlemlerin zamanında alınması, iş yerine ekonomik kazanım ve rekabet gücü sağlar.

6. ÜRETİM SİSTEMLERİ

6.1. Esnek Üretim Sistemleri

Son dönemlerde dünya üzerindeki teknoloji sistemlerinde çabuk ve değişken ilerlemelere paralel olarak, üretim mantığı ve sistemlerinde de önemli değişimler olmuştur. Yoğun işgücü kullanarak üretim yapan firmalar için teknolojiyi kullanarak üretim yapmak varolabilmek açısından bir olmaz ise olmaz duruma gelmiştir. Özellikle PLC gibi bilgisayar ve değişik yazılım sistemlerinin üretim çalışmalarında aktif kullanılması firmalara ve imalatçıya yaygın bir şekilde ileri üretim sistemlerini kullanma olanağını sağlamıştır. Bu duruma bağlı olarak dünya üzerinde aktif bir kullanım alanı bulan esnek üretim sistemleri ile orta ölçekte üretim olanaklı hale gelmiştir. Bu sistemlerde ilk etapta oluşan istek ve tepkilere yanıt verebilme esnekliği mevcuttur. Esnek Üretim Sistemleri, çevreden gelen tepki, müşteri /pazar istekleri ve bu taleplere hızlı tepki verme yeteneğine sahip sistemlerdir. Esnek Üretim Sistemi için birçok tanımlama yapılmakta olup, bunlardan bir kaçışunlardır:

EÜS (Esnek üretim sistemi), bir üretimden ya da imalattan farklı bir ürün veya imalata geçişte zaman kaybı oluşturmadan birçok farklı ürünleri üretebilme kabiliyetine sahip bir yapı veya sistem olarak tanımlanabilir. Bu üretim sisteminde; talepteki ani değişikliklere yanıt vermek için, makineler üzerinde değişiklik yapma sistemin planlanması ve lojistik işlemlerinde zaman kaybı çok düşük seviyededir [11].

EÜS, merkezi bir bilgisayar altında işletmelerin müşterilerine çok farklı ürün sağlayabilmesi için, taşıyıcı merkezi bir yapıyla birbirine fiziksel olarak bağlanmış, üretim makine ve araç gereçlerden oluşan bir sistemdir [12].

EÜS, kendi kendini kontrol eden ve bunu bilgisayar kontrollü bir yapı ile yapan makine ve alet değişimi ile malzeme aktarımı sistemidir. EÜS' nin oluşması için parçaları uygun iş istasyonlarına taşıyan esnek yapıya sahip iş merkezlerinin bulunması olmaz ise olmazdır. [13].

EÜS, tasarım ve üretim özellikleri birbirine benzeyen ürün gruplarını, küçük veya orta büyüklükteki partiler halinde üretilerek, pazardaki gelişmeler karşısında ürün karmasında hızlı değişiklikler yapabilme olanağı sağlar. Çoğunlukla müşteriden gelen ve esnek olan talebe esnek bir cevap verebilmek amacı ile geliştirilmiş; pazara ürünleri çok farklı tiplerde az maliyetle üretebilme yeteneğine sahip, işletmenin pazar esneklik gücünü artırarak çalışmalarının devamlılığını, birlikte çalışabilme, çalışanların yetki kapasitesini artırmasını sağlayacak bir sistemdir. [14].

6.2. Üretimde Yaklaşımlar

6.2.1. Yalın Üretim

Yalın üretim yirminci yüzyılın ikinci yarısına damgasını vuran bir sistem olmakla beraber temeli 1950'lerde Taiichi Ohno ile Eiji Toyoda öncülüğünde Toyoda firmasında atılmıştır [15].

Müşteri isteği ve pazar payına, esnek yanıt verebilecek şekilde en kısa sürede, en az kaynakla ve sıfır hatalı üretimi, en az maliyet, minimum fire ve tüm üretim aksesuarlarını esnek bir şekilde kullanarak işletmenin eldeki mevcut kaynaklarının tümünden yararlanarak gerçekleştirilen bir üretim biçimidir [16].

6.2.2. Çevik Üretim

Çevik Üretim Sistemi, endüstride fazlası ile kullanır hale gelmeye başlamıştır burada yirmibirinci yüzyıl imalat ve üretim sistemlerinin yapılandırılması ile sağlamıştır[17].

Bu tanım ilk 1991 yılında sunulmuş ve ABD' de Lehigh Üniversitesi Iacocca Enstitüsü araştırma ekibi tarafından hazırlanan raporda ortaya atılmıştır [18].

Çeviklik, sürekli değişikliklerden oluşan karmaşıklık ve zorluklara karşı çözümler üretmeyi amaç görüp, önceden kestirilemeyen durumlarda kullanılan genel bir çözücüdür. Yüzyılımızda, iş hayatı dönemine uyum sağlamak için gereken çok önemli bir etken olarak tanımlanmaktadır. [19].

Müşteri ihtiyaçlarına yanıt verebilen, üretim süresini minimum seviyelere çeken, kaliteyi yükselten ve farklı üretimler arasında hızlı ve esnek geçişi sağlayan üretim sistemidir [20].

6.2.3. Sanal Üretim

Haberleşme ağı teknolojileri sonucu kablolu ağ sistemleri, telsiz/telefon sistemleri ve benzeri yapıyla bağlı olan firma, kulüp, topluluk, kuruluşlar; küresel düzeyde çok hızlı değişen müşterinin beklentilerini sağlayabilmek için hızlı ürün tasarlayarak üretim ortamını değiştirmektedir. Son yılların en çok tartışılan kavramlarından bir taneside sanallıktır. Gerçekte olmayan fakat sanki var gibi görülen, hissedilebilen olarak tanımlanabilmektedir. Haberleşme, yüksek teknoloji ve bilgi işlem gelişmeleri ile olayların zaman, fiziksel mevcutluk ve mevki anlamda yer ile irtibatı kalmamaktadır. Böylece yeni tanımlar ve zihinsel çıktılar; kullanıcının yaşam kalitesini farklı hale getirmiş ve değiştirmiştir. Aynı amaç için çalışan fakat diğerlerinden farklı ve bağlı olmayan birikimli farklı görev sahibi birimlerin; zaman ve fiziki sınırları aşarak hatta uzay kavramını da aşarak ağları (iletişim) birbirlerine bağlı üreticilerin ortaya çıkardığı sanal üretim, bilgi ve teknoloji toplumlarının kabullenme öngörüsüne göre şekillenmektedir.

Sanal üretim sisteminin müşteri beklentisine uyum süreç ve yetenek yapısı üst seviyelerdedir. Farklı mevki ve ortamlardaki kişi veya örgüt yapılarının oluşturduğu sanal gruplar; değişik kültürlerden ve değişik zevklere sahip müşteri isteklerine son derece hızlı cevap verebilmektedir. [21].

6.3. Esnek Üretim Sistemlerinin Özellikleri

Esnek bir üretim sisteminin özellikleri şu şekilde tanımlanmaktadır.

- Ürün çeşidinin birden fazla olduğu yerlerde uygulanır,

- Aynı gruptan olup ancak farklılık gösteren parçaları üretmek amacıyla kullanılır,
- Genel amaçlı makine- teçhizat içermektedir, ürüne özel değildir,
- Mamul, yarı mamul ve hammaddeler otomatik taşıyıcılarla ve otomatik taşıma bantları ile hareket ettirilmektedir,
- Üretimi kontrol eden bir ana bilgisayar vardır. Hammaddenin fabrikaya girişinden mamul haline gelerek çıkışına kadar tüm işlemler otomasyona dayalı olarak bilgisayarlar aracılığı ile gerçekleştirilmektedir [22],
- Farklı parçaların üretilmesi tezgâhlar üzerinde otomatik sistemler aracılığı ile yapılacak olan değişikliklerle olanaklı kılınmaktadır,
- EÜS’de işçi müdahalesi minimum seviyeye indirilmiş ve belli bir süre insan müdahalesine gerek kalmadan çalışabilir,
- Bir dizi farklı parçaların üretiminde kullanılacak esnek tezgâhlarla donatılmış olan bir EÜS’ de üretim esnasında ön hazırlık süreleri ihmal edilebilir düzeydedir [23].

6.4. Esnek Üretim Sisteminin Faydaları

Esnek Üretim sistemlerinin, standart üretim sistemlerine oranla oldukça yüksek kazançlarını sıralayacak olursak;

İş Envanterlerini Azaltır: EÜS Tam Zamanında Üretim Sistemine benzemektedir. Sistemin üretilen parça hareketlerinin sağlanması için gerekli alan kullanımında maksimum kazanç sağlanmasına yardımcı olur. Bu sayede süreç envanteri önceden tespit edilen noktanın aşmamasını sağlar. Bu tanımlamada, süreç envanteri seviyesi bir karar değişkeni olarak kabul edilir. Bu durum sistem yapısının bir avantajı olarak kabul edilebilir.

Makine Kullanımını Artırır: Sayısal Kontrollü Makineler yüzde elli veya daha az kullanım oranına sahiptir. Bununla beraber etkili bir EÜS' de bu oran yüzde seksene kadar yükselmiştir [24].

Makine ve teçhizatın yerleştirilmesi için geçen zaman ile birlikte yükleme ayarlarının çıktısı olarak makine kullanım amacının çoğalması, parçaların önceden taşıyıcılar üzerine istiflenmesi sonucunda hazırlık süresinin minimuma inmesi, [23].

Üretim Zamanını Azaltır: EÜS öncesi düzenlemelerde, ürünler değişik tiplerde üretim merkezlerinden geçmek zorunda kalmaktadır. Bu sebeple ürünün üretim istasyonları arasındaki lojistiği sırasında geçen zaman ve bekleme süresi üretim süresini arttırmaktadır. EÜS' ün uygulanması ile üretim için gerekli zamanının gözle görülür bir şekilde azalmasına olanak sağlanmıştır. Örneğin; EÜS kurulumundan sonra General Electric'in lokomotif motor iskeleti imalat süresi onaltı günden on altı saate düşmüştür. IBM' in Austin Teksas' taki fabrikasında bir dizüstü bilgisayar yapımı altı dakikadan kısa sürmektedir ve bu klasik fabrikalardan % 75 daha fazla verimi ifade eder [25].

Farklı Parçaların Dizayn Edilmesi Olanakını Sağlar: Makinelerde kullanılan donanımına bağlı olarak, parçaların sisteme girişinde ön hazırlık zamanı çok az bazen ise kesinlikle gerekli değildir. Bununla beraber EÜS, parçaların talebe uygun olarak isteğe bağlı ve eş zamanlı olarak gerçekleştirilmesini sağlar. Standart (sabit) taşıma yapılarına oranla EÜS daha esnektir. Ancak bu esneklik bağımsız çalışan Nümerik Kontrollü Makineler kadar fazla değildir. [24].

Özellikle ürün çeşidinin çok olduğu zamanlarda ürün tasarımının değiştirilmesi için CAD sayesinde kolaylıklar sağlanabilir [26].

İşçilik Maliyetlerini Azaltır: Bilinen üretim sistemleri için gerekli olan işçi sayısından yaklaşık % 10 ile % 15 daha az düzeyde işçiye Esnek Üretim Sisteminde, ihtiyaç duyulmaktadır [27].

Esnek Üretim Sisteminin tam otomatik malzeme sevki sayesinde operatör ihtiyaçlarında farkedilen bir düşme elde edilir. Nümerik Kontrollü Makineler kullanıldığında her bir donanım için en az bir operatöre ve makineler arasında

lojistiğin (parça alışverişi) sağlanması için ise farklı yetkinlikte operatörlere ihtiyaç vardır.

Müşteri İsteklerine Uygun Üretimi Sağlar: Bu sistemler sayesinde tüketiciler/müşteriler çok seçenekle karşı karşıya gelerek, bağımsız bir şekilde ancak firma standartlarına da uygun istediklerini elde etme olanağına kavuşmuş olacaktırlar.

Sermayeden Daha Fazla Yararlanma Olanağı Sağlar: EÜS' in gelişmesi ile bir yandan, üretim çeşitlendirilerek müşterilerin isteklerini karşılayacak mamullerin üretilmesi sağlanırken, diğer yandan da özellikle sermayenin yetersiz olduğu ülkelerde fonların stoklara bağlanmayıp diğer alanlarda kullanılması olanağı sağlanmaktadır. Ayrıca sistemin özelliği gereği, bu sistemi kullanan işletmeler, sıfır stokla çalışmayı hedefleyen sistem sayesinde depo ve depolama masraflarından kurtulmuş olacaktırlar [28].

Direk işçilik masraflarının düşük olması ve azaltılmış envanter ile sürekli kalitenin sağlanması [29].

Değişken olan talebe rağmen makinelerin kullanım performansının yüksek olması nedeni ile de sermaye yatırımlarının etkin kullanımı sağlanmış olur [30].

Uzun dönemde Rekabet Üstünlüğü Avantajı Sunar: Günümüzde hızlı bir değişim içinde olan tüketici tercihleri karşısında ürünlerin yaşam eğrilerinin süresi kısaltmaya başlamıştır. İşletmelerin hayatiyetini sürdürebilmeleri ürün hatlarının geniş bir yelpazeye sahip olmasına bağlıdır. Bu nedenle, değişebilen, çok çeşitli ürünleri küçük partiler halinde düşük maliyetle gerçekleştirebilen işletmeler önemli bir rekabet avantajı kazanmaktadırlar [31].

EÜS, özellikle ürünlerin yaşam sürelerinin kısa olması durumlarında işletmelere çeşitli ürünleri ile uzun vadede rekabet avantajı elde edebilmesi olanağı Kazandır. Çalışanların Verimliliğinde Artış Sağlar: İş istasyonlarının ve makinelerin tasarımında ergonomi ilkelerine dikkat edildiğinden, yorgunlukların azalması ve kısa dönemde sağlıkla ilgili sorunların yaşanmaması sağlanır [32].

İşçilerin işe devamlılığı artacağından makinelerin boş kalmaması ve işçi verimliliğinde artış olacaktır.

6.5. Esnek Üretim Sistemlerinin Sakıncaları

EÜS' in pek çok avantajı bulunmasına rağmen bir takım sakıncalar taşıdığı unutulmamalıdır. Esnek üretim sistemlerinin taşıdığı sakıncalar şunlardır:

Kısa Sürede Demode Olma Riski: Bir EÜS' in devreye sokulması uzun vadede gerçekleştirilebileceğinden teknolojik gelişmelere bağlı olarak sistem çok erken demode olabilir [23].

Sistemin kurulma maliyetinin yüksek olduğu dikkate alınırsa firmaların bu sistemi kurma konusunda karar vermekte güçlük çekecekleri anlaşılmaktadır.

Yazılım Sorunu: EÜS' in kurulmasında makine teçhizat gibi dolaysız maliyetlerin yanında, pek çok dolaylı maliyetler de ortaya çıkar. Malzeme akışını sağlamak için geliştirilmiş bir yazılım sistemine ihtiyaç vardır. Etkin bir yazılım sistemi oldukça maliyetli olabilir [24].

Ayrıca etkili bir yazılımın pahalı olmasının yanında sistemin sık sık hata verme olasılığı ve bunun giderilmesi için işçilerin eğitilmesinin gerekliliği maliyetleri yükseltecek bir diğer unsurdur.

İstihdama Olan Olumsuz Etkisi: EÜS otomasyonla birlikte gelişme göstermiştir. Sistemin esaslarına göre hareket edilecek olursa, firmalarda robotların kullanımı ile birlikte işsizlik ortaya çıkacaktır [28]. Çünkü EÜS' de insansız bütünleşik bir işlem düzeyine ulaşmak hedeflenmektedir. Bu sistemde iş gücünün üretim faaliyetlerinde fiilen gelişmesi söz konusu olmayacaktır. İşletmede tamir bakım faaliyetlerini yerine getirmek, sistemi programlamak, merkezi bilgisayar tarafından yönetilen programı izlemek, sistemin sağlıklı bir şekilde işlemesini

sağlamak, sipariş alma ve sipariş teslimi gibi dış çevre ile etkileşim gerektiren işleri yapmak için sınırlı sayıda bir çalışan grubuna ihtiyaç duyulacaktır [33]

Donanım Eksikliği: Farklı tedarikçilerden sağlanan donanım, makine ve teçhizatı seçip, kurup ve çalıştıracak nitelikte elemanları bulma zorluğu da üzerinde durulması gereken bir diğer sorundur. EÜS' yi oluşturan donanım aksesuarlarının bir tedarikçiden elde edilmesi sürekli sağlanamayacağından, çeşitli tedarikçilerden elde edilen bütün hali, standart olmayan toplama bilgisayarlarında olduğu gibi bazı sorunlar yaratabilmektedir. [34].

Beklenmeyen Durumların Ortaya Çıkması: Bazı makinelerin devre dışı kalması yapının görevini yerine getirmesini engelleyebilir. Ve EÜS bir takım problemlerden dolayı devre dışı kalabilir. Bu noktada elektrik, elektronik ve mekanik donanımındaki aksaklıklar dikkate alınmalıdır. Yapılan programlamanın eksik ve hatalı olması, eksik planlanmış aletlerin değiştirilmesi önceden planlanan üretimin sonuçlandırılmasında gecikmelere sebep olabilir.

7. KAIZEN

Kaizen Japoncada "sürekli iyileştirme" anlamına gelmektedir. Kai ve Zen kelimelerinden oluşmuştur. Kai sürekli, zen ise iyileştirme demektir. Bu felsefede küçük küçük ama sürekli adımlar ile mevcut durumun sürekli iyileştirilmesi hedeflenmektedir. İçinde bulunduğumuz yüzyılda üretimde maliyetler ön plana çıkmıştır bu dönemde artık maliyetlerini minimumda tutarak üretim yapan ve sürekli iyileştirmeler yapan işletmeler her zaman için bir adım öne geçen işletmeler olacaktır. Sadece güçlü ve büyük olmak veya çok zengin bir işletme olmak uzun vadede işletmelerin kalıcılığını garanti altına almamaktadır.

Özellikle günümüzde firmaların rekabet güçlerinin artırılması buna bağlı olarakta müşteri memnuniyetlerinin üst seviyelere çekilmesi hedeflenmektedir. Bu hedefe ulaşabilmek için ise zaman, teknoloji, çalışan, süreç gibi enstrumanlarda küçük küçük fakat bu oranda da fazla sayıda iyileştirmeler yapmak gerekmektedir. İşte Kaizen felsefesi tam bu noktada devreye girmektedir. Kazien çalışmaları

yapılırken tüm maliyetleri, alan kullanımını, katma değersiz işçilikleri, yürüyüş yollarını azaltma hedeflenir.

JIT, Kaizen çalışmaları içinde özellikle lojistik kavramı içinde değerlendirilir. JIT felsefesi oluşumunda dört ana hedef bulunmaktadır.

- **Sıfır Stok:** Özellikle tam zamanlı üretim alanlarında stok maliyetleri ön plana çıkmış olup, stokları sıfırda tutmak ya da en azından sıfıra yakın bir duruma getirmek ana hedefdir. Bu hedefe ulaşabilmek için gerekli ise lojistik işlerinin dışarıdan konusunda uzman firmadan destek alınarak, yapılması bir çözüm olarak kabul edilir. Firmalar için stok tutmak en verimsiz iş ve maliyetlerden biridir.

- **Kısa Üretim Zamanı:** Tam zamanlı üretimde çalışmalar bir takt süresine uygun olarak yapıldığından buna uygun olarak makine hazırlık zamanlarının minimumunda tutulması gerekli ayar çalışmalarının en kısa sürede tamamlanması asıl amaçtır. Üretim Planlama Mühendisleri özellikle bu sürelerin en kısa olacak şekilde düzenlenmesi için Kazien felsefesine uygun bir takım iyileştirmeler yaparlar.

- **Küçük ama Kısa Süreli Malzeme Destek Zamanları:** Üretim bandının malzemeler ile daha az miktarlarda ancak daha sık aralıklarla beslenmesi amaçlanmaktadır. Bu sayede üretim malzeme bekletme alanında oldukça kazanç olacaktır.

- **Sıfır Hata:** Otomotiv sektörü gibi tam zamanlı çalışan sektörlerde süreç kontrolleri hammadde seviyesindeki tedarikçilerden başlayarak üretim sonunda müşteri teslimine kadar olan süre zarfında devam eder. Burada amaç sürecin tüm noktalarını kontrol altında tutarak ve kalitenin en üst seviyede tutulmasını sağlayarak sıfır hata prensibine ulaşabilmektir. Bu seviyeye gelebilmek için öncelikle personel eğitimleri yapılır, otomasyon sistemi gibi teknolojik gelişmelerin uygulanması, sürekli ölçüm ve ölçümlenme (kalibrasyon) çalışmaları ile de kalite maksimum seviyeye çekilerek %100 doğru üretim buna bağlı olarakta sıfır hata hedefi yakalanmaya çalışılır.

Kaizenin 5S adı verilen çalışma yönteminde amaç üretim yapılan alanlarda düzen ve disiplini sağlamak olup, buna bağlı olarak kalite, güvenirlilik ile desteklenerek sürekliliği sağlamaktır.

5S Maddeleri:

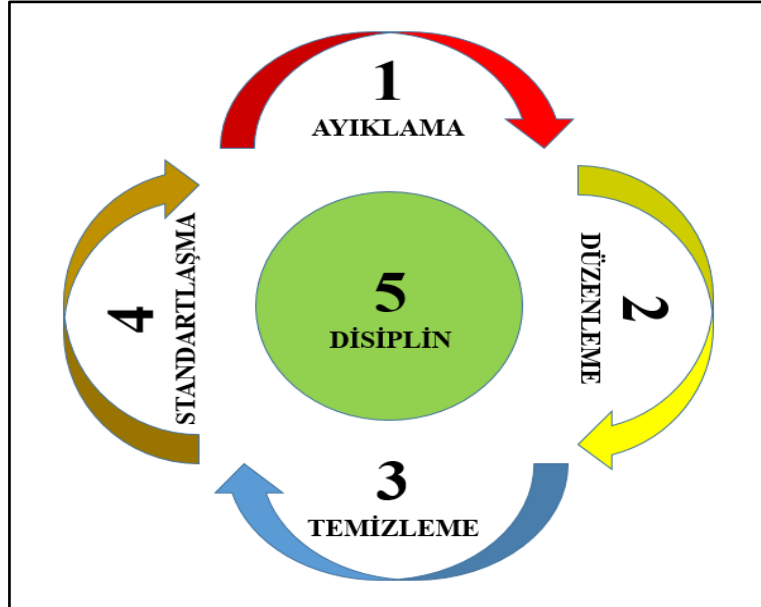
SEIRI (Ayıklama) : Gereksiz tüm malzeme, eşya, takım, donanım gibi malzemeleri ortamdaki uzaklaştırın ve yok edin,

SEITON (Düzenleme) : Yapılan çalışmaların verimini arttıracak şekilde düzenlemelerin yapılması,

SEISO (Temizleme) : Çalışma alanında bulunan herşeyi temizlenmesi ve kirletecek tüm kaynakların ortadan kaldırılması,

SEIKETSU (Standartlaşma) : İlk 3S prensibinin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve gelişiminin temin edilmesi,

SHITSUKE (Disiplin) : 5S' in tüm prensipleri ile kalıcılığının sağlanması ve bunu bir kültür olarak devam ettirilmesidir.



Şekil 5. 5S Prensipleri Döngüsü

8. YERLEŞİM DÜZENİ NEDİR, NASIL PLANLANIR?

Üretim hatlarının planlanması, işin kapsamı, teknolojik gelişmeler, müşteri istekleri, mevcutta bulunan öz kaynaklar ve kaynaklar, İSG şartları, yeni üretim sistemleri faktörleri ele alındığında oldukça karmaşık ama o oranda da disiplin gerektiren bir çalışmadır. Özellikle mevcutta bulunan kaynakların arttırılmadan verimliliğin arttırılması için üretim planlama mühendislerinin mevcut şartları çok iyi analiz ederek toplam karı arttırmaları doğru bir planlama yapıldığının kanıtıdır. Doğru bir üretim planlaması yapabilmek için ise doğru seçilmiş bir lojistik sistemi ilk faktördür. Arkasından doğru üretim sisteminin seçilmesi, ergonomi şartlarının iyileştirilmesi ve İSG kanunlarının uygulanması bu planlamanın diğer kavramları olacaktır. Aşağıdaki Tablo 1' den anlaşılacağı üzere doğru bir üretim bandı planlaması yapabilmek için birçok değer gereklidir.

Bir fabrika veya üretim alanında üretim yapılan bölümlerin veya bu bölümler içindeki iş istasyonlarının, makinelerin ve bu üretim sağlanması için gerekli olan lojistik sisteminin belirli verilere göre planlanması ve düzenlenmesine fabrika yerleşim düzeni (planı) adı verilir. Düzgün bir yerleşim düzeni sağlama kararı verilmesi uzun dönemli ve stratejik bir karardır. Bu kararın verilerek düzgün bir yerleşim yapılması ile alandan, donanım/makine ve işgücünden daha fazla yararlanılması ilk kazanç hedefidir. Bunun yanında bilgi ve lojistik yani malzeme akışının iyileştirilmesi, esnekliğin sağlanması, iş güvenliğinin arttırılması, çalışanların moral ve motivasyonun yükseltilmesi ve müşteriler ile ikili ilişkilerin iyileştirilmesi diğer kazanç hedefleridir.

İş yeri düzeni beş ana kapsamda incelenebilir ki bunlar;

- Sürece göre yerleşim düzeni,
- Ürüne göre yerleşim düzeni,
- Hücresel yerleşim düzeni,
- Sabit yerleşim düzeni,

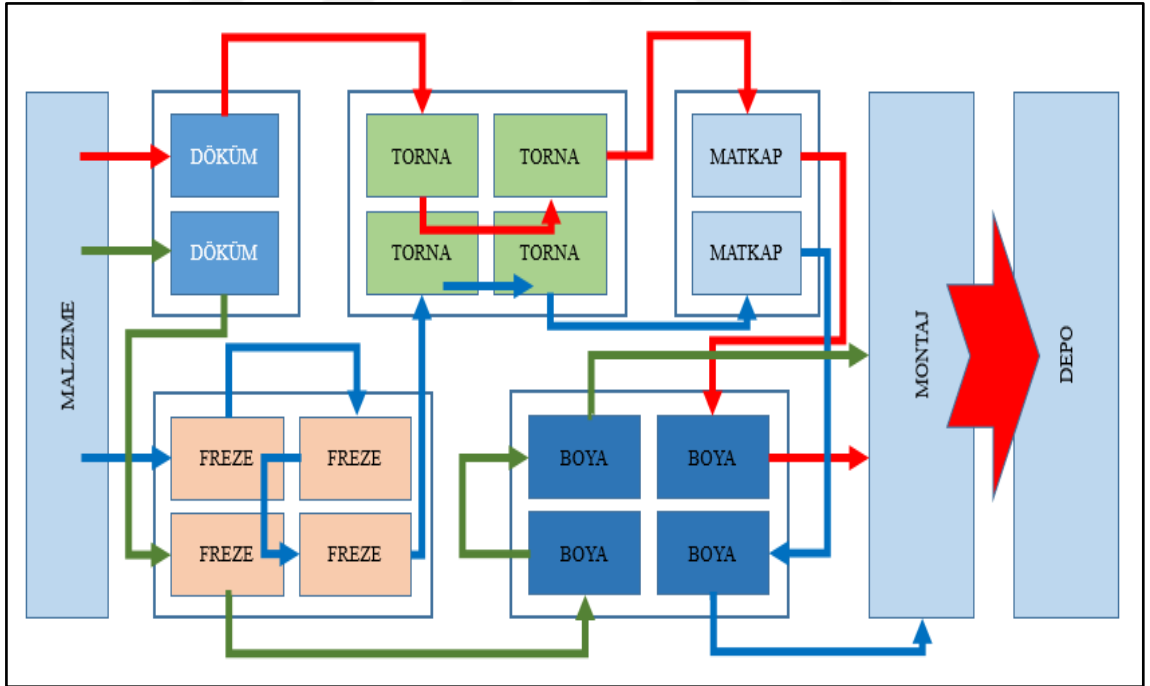
- Karma yerleşim düzenidir.

1. Plan Zamanı	Araç plan zamanı	14,8 saat				
	Ön montaj iş yükü	0,0 saat	0	dk.		
	Montaj bandı araç iş yükü	14,8 saat	890	dk.		
	İşletmeye alma iş yükü	0,0 saat	0	dk.		
2. Verimsizlik	Direk İlaveler	3,00%				
	Verimsizlik	1,00%				
	Özel Müşteri İsteği	1,00%				
	Teçrübe kat sayısı	1,00%				
	Endirek İlaveler	1,00%				
Verimsizlik	1,00%			Çalışan hesabı		
3. Üretim	Yıllık üretim sayısı	3300 KAPA / yıl				
	Yıllık çalışma gün sayısı	239 gün				
	Bir senelik gün sayısı	365 gün				
	Hafta sonu tatilleri	104 gün				
	Tatil ve bayramlar	12 gün				
	İşletme tatili	10 gün				
	Çalışanın çalışma gün sayısı	209 gün				
	İzin gün sayısı	20 gün				
	Eğitim, hastalık vs.	10 gün				
	Günlük üretim	13,8 Araç / gün				
Takt zamanı	65,2 dk.					
4. Çalışma	Band istasyon başı ort. çalışan sayısı	14 Çalışan / İstasyon				
	İşletmeye alma istasyon başı ortalama çalışan sayısı	1 Çalışan / İstasyon			Verimsizlik kat sayısı 1	
	Vardiya sayısı	2 vardiya				
	Vadiyalık net çalışma süresi	7,50 saat	450	dk.		
	Günlük çalışan başı iş yükü	15,00 saat				
5. Alanlar	İstasyon alanları		en	boy	Bir ikili istasyon	
	Toplam ikili istasyon alanı	112 m ²	4	m 8	m 32 m ²	
	Ön montaj alanları	134,4 m ²			1,2 KS	
	İşletmeye alma istasyonları	0 m ²	4	m 0	m 0 m ²	
	Ara araç stok bekleme alanı	0 m ²	Adet 0	4	m 0	m 0 m ²
	Transport alanları					
	İkili istasyon transport yolları	0 m ²	0	m 0	taraf 0 m ² /mİst	
	Araç transport kayıpları	0 m ²	0	adet	200 m ²	
	Ön montaj transport yolları	16,8 m ²			0,125 KS	
	Endirekt alanlar					
	Üretim Birim Yöneticisi odaları					
	Üretim toplantı odaları					
	Dinlenme mahalleri					
Takım ve el aleti ambarı						
6. Özet	Çalışan İhtiyacı (Teknik)	28,40	Çalışan			
	Band İstasyon sayısı	1,00	İstasyon			
		7,00				
	İşletmeye Alma İstasyon sayısı	0,00	İstasyon			
		4,00				
Toplam Alan İhtiyacı	263,20	m ²				
! Veri girişi yapılacak hücreler !!!						

Tablo 1. Üretim Bandı Veri Detayı Hesaplama Tablosu (Mevcut Durum)

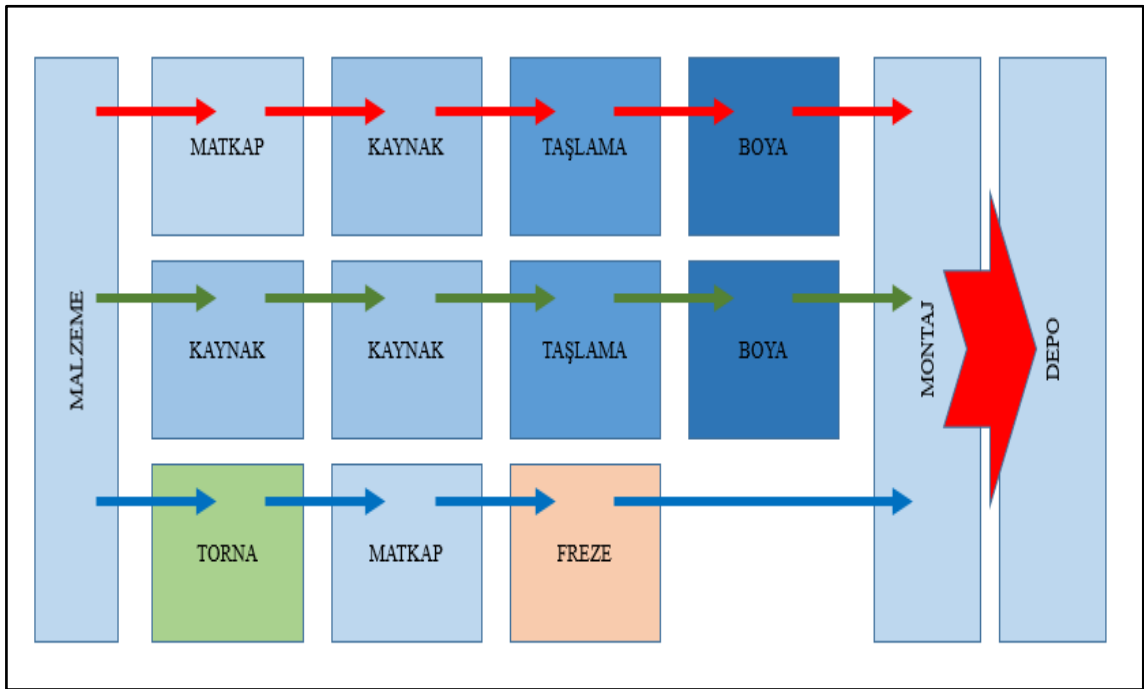
Sürece Göre Yerleşim Düzeni: Aynı tip ve özelliğe sahip tüm çalışmalar, işlemler ve donanımlar bir grup altında toplanır ve ayrı tek bir bölüm olarak kabul edilir. Kaynak Makinelerinin bir bölümde toplanması veya Dikiş Makinelerinin bir bölümde toplanması bu yerleşim prensibine örnek olarak verilebilir. Bu yerleşim düzeninde esnek üretim prensibinin uygulanması daha kolaydır.

Birbirinden farklı çeşitte birçok ürün az miktarlarda üretiliyor ve üretim miktarları da standart değilse bu yerleşim düzeni için uygun bir üretim şeklidir. Genel amaçlı esnek kullanıma cevap veren makineler bu yerleşim için uygun makinelerdir. Ancak bu tür üretimde iç lojistik maliyetlerinin artması ise olasıdır. Malzeme desteği çok çeşitlilikten dolayı, donanım yanından değil merkezi bir alandan üretim alanına doğru yapılır.



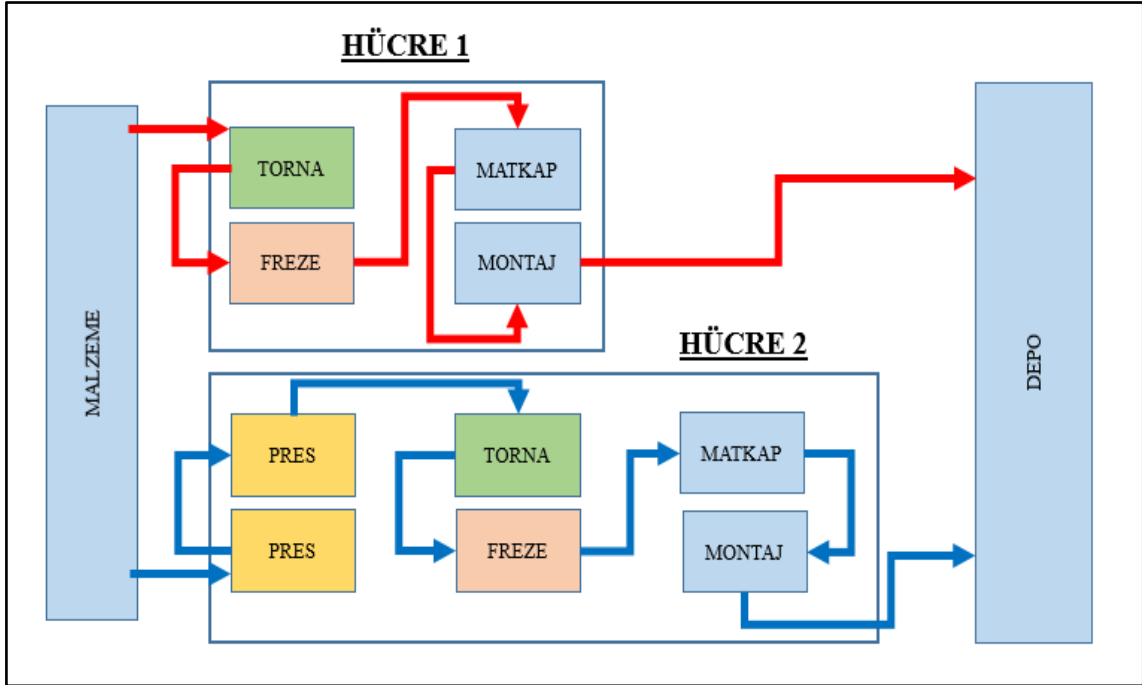
Şekil 6. Sürece Göre Yerleşim Düzeni

Ürüne Göre Yerleşim Düzeni: Çeşit miktarı az ancak büyük miktarlarda ürün üretilen bu yerleşim düzeni daha uygundur. Bu yerleşim sisteminde ürüne göre düzenleme verimi arttıracaktır çünkü çeşit az ancak üretim adet sayısı fazladır. Bu yerleşim düzeninde kullanılacak olan donanımlar üretim işlem sırasına göre dizilirler. Bu tip yerleşim düzeni üretim sürekli, talep sürekli, az çeşit ürün üretilen, malzeme aktarma sürekli ise tercih edilir. Ürün çeşitliliğinin az olmasından dolayı lojistik maliyeti daha düşüktür. Üretim istasyonları birbiri ardına sıralanarak tek hat şeklinde bir yerleşim düzeni rahatlıkla elde edilebilir. Montaj Hattı ürüne göre yerleşim düzeninin en klasik halidir. Bu düzende esneklik Sürece Göre Yerleşim prensibine göre daha azdır ancak işlem süresi daha hızlıdır. Konveyör tipi bant sistemleri buna en güzel örnek olarak verilebilir. Basit, düzgün ve anlaşılır akışlar bu yerleşim düzeni ile sağlanır. Ara stoklar çok az olarak planlanabilir. Birim üretim sürelerinin azaltılması için oldukça uygun bir yerleşim metodudur. Bu tip yerleşimlerde özel amaçlı basit donanımlar rahatlıkla kullanılabilir. Çok fazla yetkinliği olmayan operatörler bu yerleşim düzeninde oldukça verimli işçilikler çıkarırlar. Üretim hızını en yavaş olan donanım belirleyeceğinden dikkatli iş dengelemesi yapmak gereklidir. Özel donanım sebebi ile yatırım miktarı büyüktür.



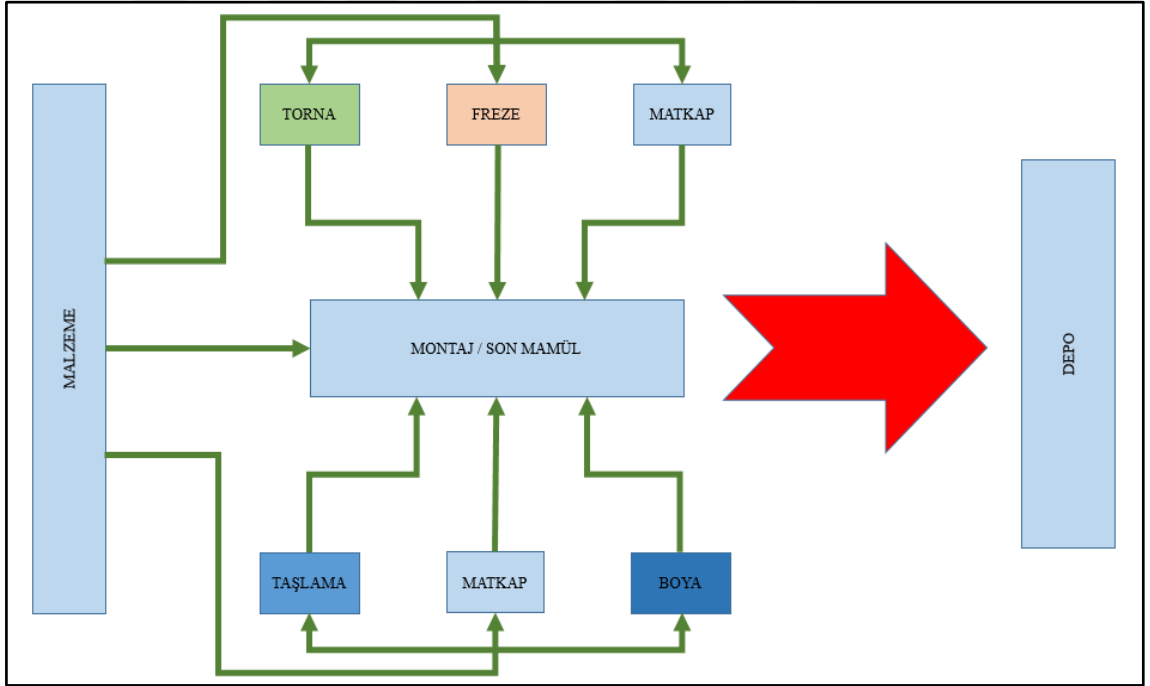
Şekil 7. Ürüne Göre Yerleşim Düzeni

Hücresel Yerleşim Düzeni: Aynı işlem adımlarına tabi tutulacak tüm parçalar, aynı hücrelerde üretilir. Bu üretim hücreleri içerisinde üretilecek olan parçanın üretimini sağlayacağı donanım ve operatörler yer almaktadır. Bu yerleşim düzeninde ürünlerin gruplanması ile donanım verimlilikleri artırılır. İş akışları oldukça düzgün olarak planlanabilir bu sayede kısa taşıma mesafeleri oluşur. İş genişletme olanağı oldukça yüksektir. Ancak bu yerleşim düzeninde hücreler arasında iş dengeleme problemleri oluşabilir. Tampon amaçlı stok miktarları artar. Özel amaçlı donanım kullanımını oldukça sınırlar.



Şekil 8. Hücresel Yerleşim Düzeni

Sabit Yerleşim Düzeni: Bu yerleşim düzeni çok büyük olan parçaların, imalatların yapımında tercih edilir. Burada ana ürün yer değiştirmez. Donanımlar, aletler ve tabiki opretaörler de ürünün yanına gelir. Bu tür yerleşim düzeninde üretim donanımı sabit konumda bulunan ürüne doğru hareket eder. Bu tür yerleşimlere son mamül olarak gemi, uçak, lokomotif gibi üretim çeşitleri örnek olarak verilebilir. Bu yerleşim düzeninde lojistik maliyetleri malzemelerin fazla hareketinden dolayı yüksek çıkmaktadır. Bu tip yerleşim düzeninde muhakkak iş konusunda yetkin operatörler gereklidir. Donanımların hareket etmesi sebebi ile verimlilik adına yüksek maliyetler çıkar yani donanımdan yararlanma oranı düşüktür. Oldukça fazla çalışma alanı gerekir. Bu yerleşim düzeninde yarı mamül ihtiyacıda son mamülün hareketsiz ve büyük olmasından dolayı fazla olur.



Şekil 10. Sabit Yerleşim Düzeni

Kapasite planlaması yapabilmek için mevcut kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak ve firmanın üretim kapasitesi üzerindeki tam denetimini sağlamak önemlidir. Mevcut kapasite ve ihtiyaç planlamasının, günün şartlarına uygun ve esnek üretimi sağlayacak şekilde yapılması aynı zamanda işletmelerin gelecekteki stok kapasitesi ihtiyaçlarının ne kadar büyük olduğunu belirlemek için ileri planlama yapılması oldukça önemlidir. Üretim Planlama Mühendislerinin, kapasite planlama çalışmaları mevcut sistemleri daha fazla geliştirerek interaktif bir planlama yapması ve aynı zamanda karar vermede tüm modellemeleri gözden geçirerek doğru üretim bandını tercih etmesi verimliliğin artırılmasını sağlayacağından doğru şekilde uygulanmalıdır.

Bu veriler ışığında doğru planlama; uygun band şeklini seçerek, kapasite ve verimi hesaplamak bunun yanında herhangi bir iş için bildirilmiş olan üretim ihtiyaçları arasından kapasite kısıtlarını doğru tespit edebilmektir. Aynı zamanda diğer faktörleride (karlılık, ciro, hammadde tedarik edilebilirliği, kapasite yeterliliği, sipariş karşılama oranı vs) dikkate alarak bu çalışmaları yapmak ve üretim gereklerini belirlemek doğru planlamanın en önemli ölçütlerinden biridir.

Kapasite planlamadaki amaç hangi gün hangi ürünün hangi sırada ne miktarda üretime gireceğinin belirlenmesinden ziyade, o güne atanmış olan üretimin kısıtlar dâhilinde hakikaten üretilebilir olmasını temin ederek makro anlamda fabrikanın amaçlarına (karın en üst düzeye çıkarılması, sipariş karşılama oranının yüksekliği gibi) uygun bir kapasite planı yapmaktır.

Kapasite planı en ince detayına kadar yapıldıktan sonra planlamacı ortaya çıkabilecek ekstra durumları yönetebilmek ve problemleri çözerek verimliliği arttırmak amacıyla manuel, yarı-otomatik ve otomatik donanımlar kullanılmasına karar vererek ergonomi, İSG, Kaizen ve EÜS felsefelerine en uygun band ve üretim şeklini seçerek kapasite planında değişiklikler yapabilir. Üretim hatlarının planlanmasında hattın en uygun şekilde getirilmesi yani optime edilmesi kavramıda çok önemlidir [35].

Optimizasyon, işletmelerde “En iyi” alternatifi seçme sürecidir. Optimizasyon aynı zamanda, bir fonksiyonun tanım aralığında en düşük ya da en yüksek değerinin

uygun yöntemler ile bulunması işlemidir. Bir üretim alanını optimize edebilmek için gerekli veriler;

- Geçerli alternatiflerin bulunabilmesini sağlayan kısıtlar,
- Herhangi iki alternatifin birbiriyle kıyaslanmasını sağlayan değerlendirme kısıtları,

Optimizasyon yaparken karşılaşılan temel problemler ise şunlardır:

- Alternatiflerin sayısı çok fazla olması, çözüm sürelerinin çok fazla uzamasına sebep olmaktadır,
- Veri gereksinimi fazlalığı ve veri kirliliği çözüme ulaşmayı zorlaştırmaktadır,
- Kısıt tanımlama yöntemlerinin birçok öğeden oluşması halinde anlaşılabilmesi [35].

8.1. Üretim Bandındaki İstasyonların İş Yüklerinin Dengelenmesi

Hat dengeleme ve operatör planlama sorunları, üretim bandını hat şeklinde kuran otomotiv, tekstil ve beyaz eşya gibi sektörlerin karşılaştığı bir durumdur. Hat dengelemede hedef, yapılacak her farklı üretim cinsi için verimliliğinin en üst düzeye çekilmesidir. Bunun sağlanabilmesi içinde işlerin en verimli şekilde planlanarak gruplanması ve operatörlere atanması gereklidir. Operatör planlamada ise hedef, hat dengelemede planlanan verimlilik değerine ulaşılabilmesi için her vardiya başında vardiyaya gelen olan operatörlerle en uygun şekilde iş planlamasının yapılmasıdır.

Hat dengelemede uygulanabilir çözümleri belirleyen birçok kısıt vardır. Ayrıca verilen bir standart tempoya uyan hat dengeleme alternatifleri sorgulanabileceği gibi verilen bir operatör sayısı aralığına göre hattı dengeleyebilecek model tempoları da sorgulanabilir. Hat dengelemenin esnek üretim

sistemine göre planlanması istenirse bu durumda bu amaçların öncelik bilgileri de sağlanmalıdır. Kullanılabilecek kısıtlar şu şekildedir.

- Operasyonlar arası öncüllük-ardışlık ilişkisi vardır. Yani bir operasyon başka bir operasyondan önce ya da sonra yapılmak zorunda olabilir. Bu sebeple üretim mantığının çok iyi incelenmesi ve irdelenmesi gerekir.

- Operasyonlar ve iş yerleri arasında öncüllük-ardışlık ilişkisi vardır. Bazı operasyonlar bazı iş yerlerinden önce ya da sonra yapılabilir.

- Operasyonlar ve iş yerleri arasında yapılabilirlik ilişkisi vardır. Bazı operasyonlar sadece belirli istasyonlarda yapılabilir.

- Maksimum ve minimum izin verilen operatör yükleri algoritmaya girilebilir. Böylece her operatörün yükünün belirli bir aralıkta kalması sağlanarak belirli operatörlerin çok fazla, belirli operatörlerin de çok az çaba sarf etmesinin önüne geçilir.

- Kabul edilebilir model-hat verimlilik aralığı girilebilir. Bant dengeleme %100 verimlilik ile yapıldığı takdirde operatörlerin en ufak hatasında ya da çeşitli sebeplerden dolayı gecikmesinde (tuvalet gitme, telefonla konuşma vs) bandın akışı bozulacak ve öngörülen çevrim zamanlarından uzaklaşacaktır. %100'ün altındaki dengelemeler ise bu gibi aksilikler için tolerans bırakacaktır.

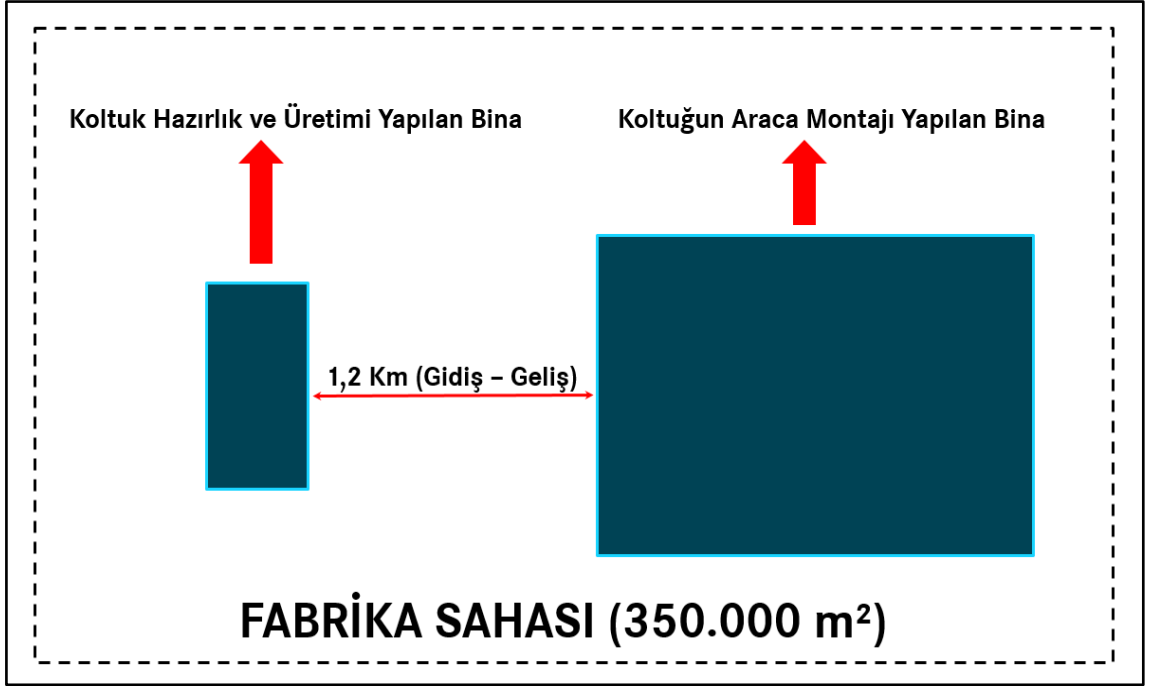
Operatör atamada ise operatörler yetkinliklerine ve/veya geçmişte belirli bir tipte bir operasyonu yapma bilgilerine göre hat dengelemeden gelen sanal operasyon gruplarına atanırlar. Ayrıca eğer ilgili vardiyanın üretim planı mevcutsa, sistem vardiyaya planlanmış model dönüşlerinde operatörler en az yer değişikliği yapacak şekilde de çalıştırılabilir. Operatörlerin herhangi bir tipte bir operasyonu yapmalarına engel olabilecek rahatsızlık bilgileri mevcutsa bu bilgi de operatör atama işlemi sırasında kullanılabilir. Operatör atama sayesinde hem vardiya içinde model dönüşlerinde operatörlerin yer değiştirmeleri en aza indirgenerek zaman kayıpları azaltılır hem de her operasyonun en uygun operatör tarafından yapılması sağlanır. Operatör atama aynı anda birden çok amacı destekleyebildiği için desteklenen amaçlar arasındaki öncelik ilişkisi kurulabiliyor olmalıdır. [35]

8.2. Koltuk Üretim Hattının Mevcut Durumu

Proje olarak seçilen üretim mahallinin genel adı; Koltuk Hazırlık ve Koltuk Üretim Hattı olarak tanımlanmaktadır. Bu bandın en önemli problemleri malzemelerin manuel olarak kaldırılması, yerleştirilmesi, taşınması, hazırlık masaları ile tertibatlarının kapladığı alanın büyüklüğü ve bu sebeple üretimin karmaşık bir düzen halinde yapılmasıdır.

Malzeme taşıma ve elleçleme işlerinin fazla olmasının sebebinin teknolojik olarak yetersiz, eski donanım ve eski makine kullanılmasından olduğu görüldü. Buna bağlı olarak verimliliğin düşük olması mevcut bandda tespit edilen en önemli problemlerden biridir. Ayrıca çalışanların, katma değer üretmekte kullanmaları gereken fiziksel verimli enerjilerinin büyük bir kısmını malzeme kaldırma, yerleştirme ve taşıma gibi elleçleme işlemlerinde harcadıkları tespit edildi.

Koltuk üretim hattı 2011 yılı içerisinde yapılan planlama ve iyileştirme çalışmaları ile 14 araçlık koltuk (net 13,8 araçlık) / 2 vardiya olarak bugünkü güncel duruma getirilmiştir. Ancak artan üretim sayıları, müşterilerin aynı tip araç için farklı koltuk tipleri tercih etmeleri ve maliyet artışları bu üretim hattının yeniden planlanmasını zorunlu hale getirmiştir. Tüm bu taleplere cevap vermek için hedef; üretim hattı için günde 16 araçlık koltuk / 2 vardiya olarak planlanma yapmak ve verimliliği arttırmaktır. Buradaki fark %15'lik bir verimlilik artışına karşılık gelmektedir. Koltuk üretimi, hücresel üretim mantığına göre düzenlenmiş kılıf dikim istasyonları ve band mantığına göre tasarlanmış iki adet koltuk hazırlık ve birleştirme hattından oluşmuştur. Bu üretim bandlarında yedi farklı araç tipi için koltuk üretimi yapılmaktadır. Koltuk üretim binasında işlemleri biten koltuklar özel taşıma arabaları ve çekiciler yardımı ile günlük üretilecek otobüs sayısının iki katı bir sıklıkta yani 28 sefer araca montaj yapılacak olan binaya sevk edilmektedir.



Şekil 11. Üretilen Koltuğun Araç Montaj Hattı Binasına Sevki

Bu sevkiyatın günlük otobüs sayısının iki katı olmasının sebebi koltukların taşınması için kullanılan arabaların iki tanesinin bir araçlık koltuk miktarı taşıyabilmesi buna karşın yapıları gereği çekiciye ancak bir römork olarak takılabilmeleridir. Yani bir seferde 1 taşıma arabası 1/2 araçlık koltuk sevk edebilmektedir. Bu taşıma işleminde her seferinde gidiş, geliş olmak üzere toplam 1,2 kilometrelik bir yol kat edilmekte ve 0,6 kilometrelik mesafe 5,2 dakikada alınmaktadır.

Buna göre mevcut durumda günlük taşıma işlemi için harcanan toplam süre 145,6 dakika ve toplam mesafe 33,6 kilometredir.

Mesafe ve Zaman				
Montaj Hattına Günlük Sevkiyat Adet	Katedilen Mesafe Km. / Sevkiyat	Harcanan Zaman Dk. / Sevkiyat	Katedilen Mesafe Km. / Gün	Harcanan Zaman Dk. / Gün
28,0	1,2	5,2	33,6	145,6

Tablo 2. Koltuk Üretim ve Araca Montaj Binaları Arasındaki Süre ve Mesafe

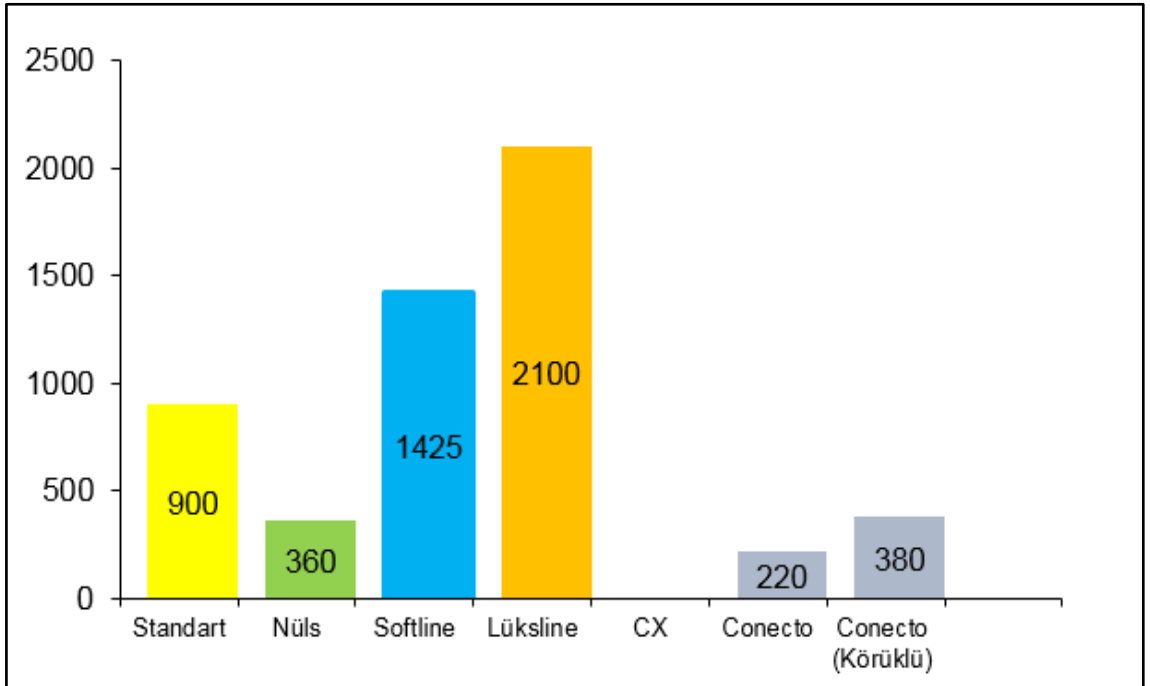
Koltuk üretim hattı; kılıf imalatı, koltuk imalatı-birleştirme son olarakta hazırlık istasyonları olmak üzere üç kapsamda incelenecektir.

14 Araç/Gün'lük Üretim (Mevcut Plan)				
Koltuk Tipi	Çevrim Zamanı	Koltuk	Ort. Üretim 2012	İş Yüğü
Luxline	76,78 dk	46+1+1	1,7 Araç/Gün	2,18 Saat
Softline	72,93 dk	50+1+1	0,4 Araç/Gün	0,49 Saat
Standart	74,36 dk	50+1+1	3,6 Araç/Gün	4,46 Saat
CX	74,36 dk	50+1+1	1,2 Araç/Gün	1,49 Saat
Nüls	84,70 dk	59+1	2,7 Araç/Gün	3,81 Saat
Conecto Solo	39,00 dk	26	0,6 Araç/Gün	0,39 Saat
Conecto Körüklü (x2)	67,00 dk	45	3,6 Araç/Gün	2,01 Saat
			13,80 Araç/Gün	14,82 Saat
			Günlük Çalışma	14,33 Saat
			Hat Sayısı	1,03 Hat

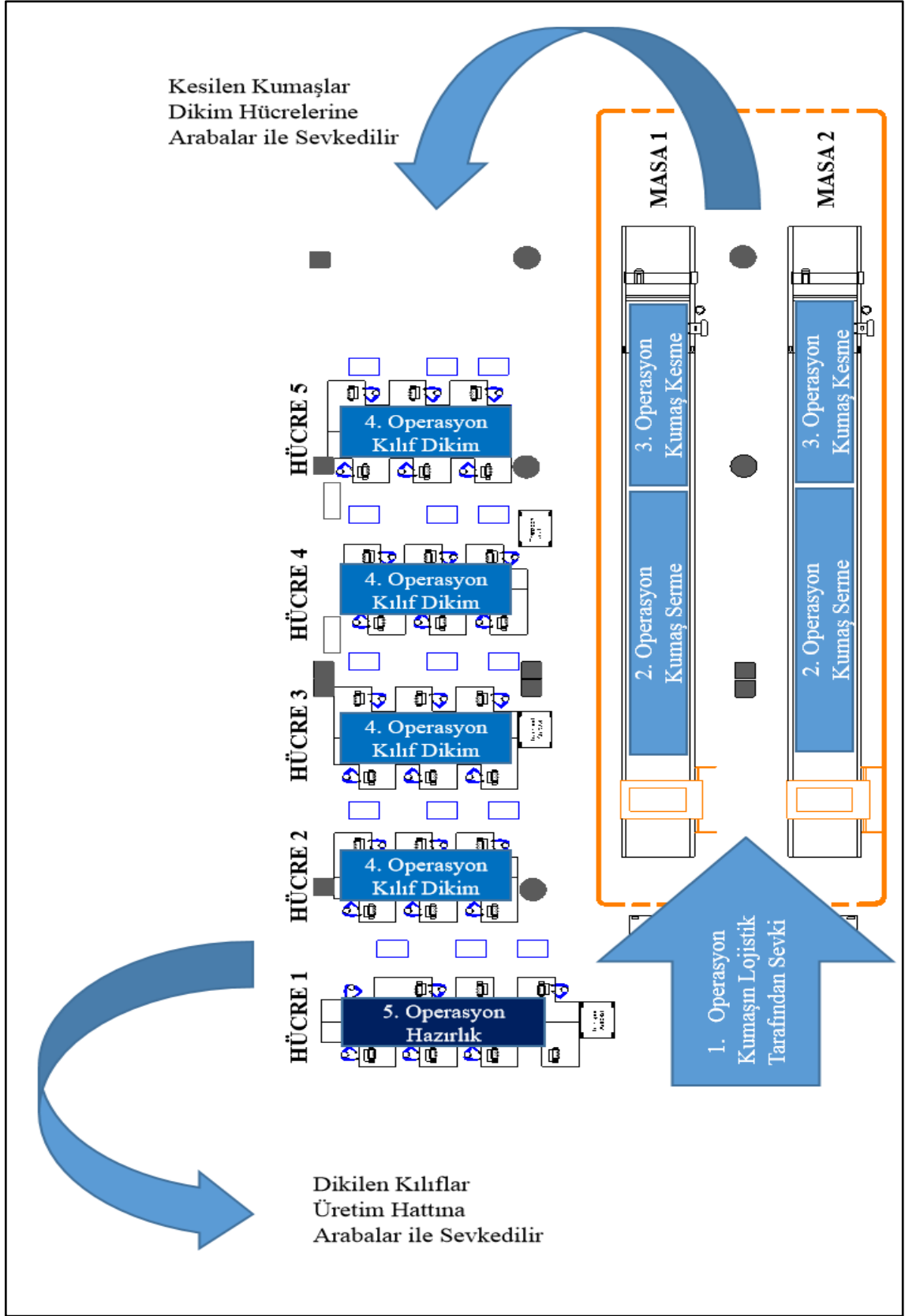
Tablo 3. Günlük Üretim Sayıları (Mevcut durum)

8.2.1. Kılıf Üretim (Kesim, dikim) Hattının Mevcut Durumu

Koltuk süngerlerinin kılıfları kesim ve dikim hücrelerinde hazırlanır. Kılıf hazırlığına öncelikle kumaş kesim ve serim makinesi (1. İstasyon) üzerine kumaşların serilmesi ile başlanır. Serilen bu kumaşlar makinenin bilgisayar sisteminden seçilen programa uygun olarak tam otomatik olarak kesilir. Sonrasında kumaşlar dikim ve overlok makinelerinden oluşan üretim hücrelerine (2. İstasyon) elle taşınır. Bu hücrelerde kılıflar müşteri isteğine göre seçilmiş koltuk cinsine göre dikilir. Ayrıca cırt bantların kılıflara dikilmesi, kılıf kumaşlarına dikilmek üzere fitil hazırlanması, fazla ipliklerin kesilmesi ve kılıfların tersinin çevrilmesi hazırlık işleride burada yapılır. Bu noktada üretim, arkalık ve minderlerin iki ayrı parça olarak dikilerek kılıf transport arabalarına koyulması ve koltuk hazırlık ve üretim hattına yollanması ile tamamlanır. Kılıf üretim hattı operatörleri, bant listesine ve üretilecek koltuk çeşitlerine uygun olarak kılıfların üretilmesini sağlayacak şekilde takt zaman planlarına uygun olarak üretim yaparlar. Potansiyel hedefin % 15 verimlilik artışı olması sebebi ile mevcut hücre ve mevcut makinalarda operatör takviyesi yapılmadan hazırlık ve montaj işlerinin 16 araçlık koltuk / 2 vardiya olarak yapılabileceği bir potansiyel iyileştirme çalışması planlanmalıdır.



Şekil 12. Üretim Hattı Araç Başı Toplam Zamanı (Mevcut Durum)



Şekil 13. Kılıf Dikim Hattı Yerleşim (Mevcut Durum)

8.2.2. Koltuk Hazırlık - Birleştirme Hattının Mevcut Durumu

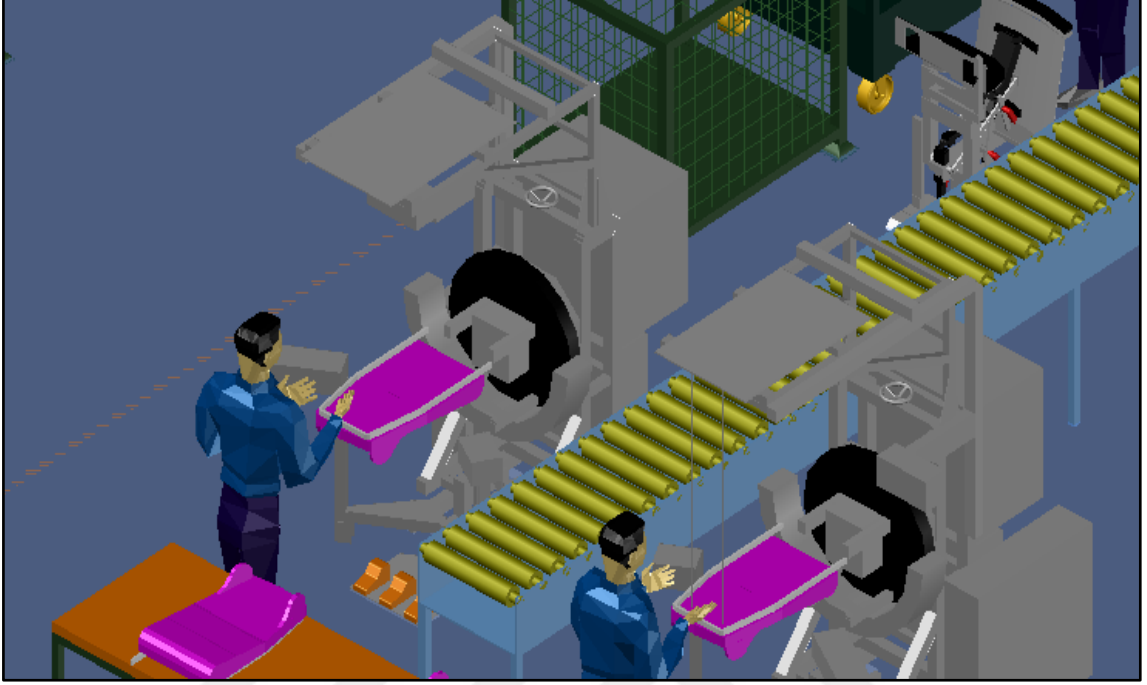
Koltuk Hazırlık-Birleştirme iki adet konveyörden oluşan ana hat ve bu hattın yanına hazırlık alanları, tertibatlar, çalışma masaları ve malzeme raflarının dizilmesinden oluşmuştur. Üretim hattı mantığı, malzemelerin bina içindeki ambardan bu alanlara sevki ve bu alanlarda montajların yapılması üzerine kurulmuştur. Tüm operatörler üretim sayılarına göre hesaplanan belirli bir takt süresi içinde çalışmalarını sürdürmektedir. Üretimin kontrol ve sürekliliğini sağlayacak bir otomasyon sistemi olmadığından çalışmalar tamamen ihtiyaca göre fazla mesai ile operatör arttırımı yapılarak yapılmaktadır.

Mevcut konveyör sistemi tek yön hareketine sahiptir. Hammadde, yarı mamül ve son mamül bu konveyör ile taşınmaktadır. Konveyör üzerinde malzemelerin sevki için bir taşıma tavaşı kullanılmaktadır. Bu tavalar bandın sonundan bir operatör ile elleçleme şeklinde bandın başına taşınmakta olup verimsiz işçilik yapılmaktadır.

Üretim ve hazırlık hattına kullanılacak olan tüm malzemeler şirketin transport çalışmalarını tek elden sağlayan ve ambar kısmını da içine alan Lojistik Bölümü tarafından sağlanmaktadır. Üretimde, koltuk iskeleti, kılıflar, montaj parçaları (civata, somun, küllük, file, tablet, kolçak, vb. gibi) lojistik elemanları tarafından forklift, özel sepet, standart sepet, setlenen parçaların taşıma arabası gibi enstrümanlar kullanılarak malzeme bekleme alanı veya hat alanına sevk edilmektedir. Bu parçaların hangi araca, hangi koltuk için ve hangi sayıda kullanılacaklarının bildirimini imalat bildirisi adı verilen dokümanlar ile yapılmaktadır. Aynı zamanda Üretim Planlama tarafından yapılan iş planları vasıtası ile işin nasıl ve kaç kişi ile yapılacağı planlanmaktadır.

Koltuk üretim hattında ilk aşama, lojistik marifeti ile gelen malzemelerin operatörler tarafından tavalara elleçleme şeklinde koyulması başlar. Ardından arkalık kılıflama tertibatında yapılan arkalık kılıflama (1.İstasyon) işlemi ile devam eder. Arkalık kılıflama işlemi; kılıf dikim bölgesinden gelen dâhili imalat kılıf ile yan sanayiden gelen koltuk süngerinin giydirilmesidir. Burada kılıflamanın düzgün ve hasarlanmadan süngere giydirilmesi için özel tertibatlar kullanılır. Tertibat

operatörün ergonomik çalışması için tasarlanmış olup aynı zamanda işlemide hızlandırarak verimlilik artışıda sağlamıştır.



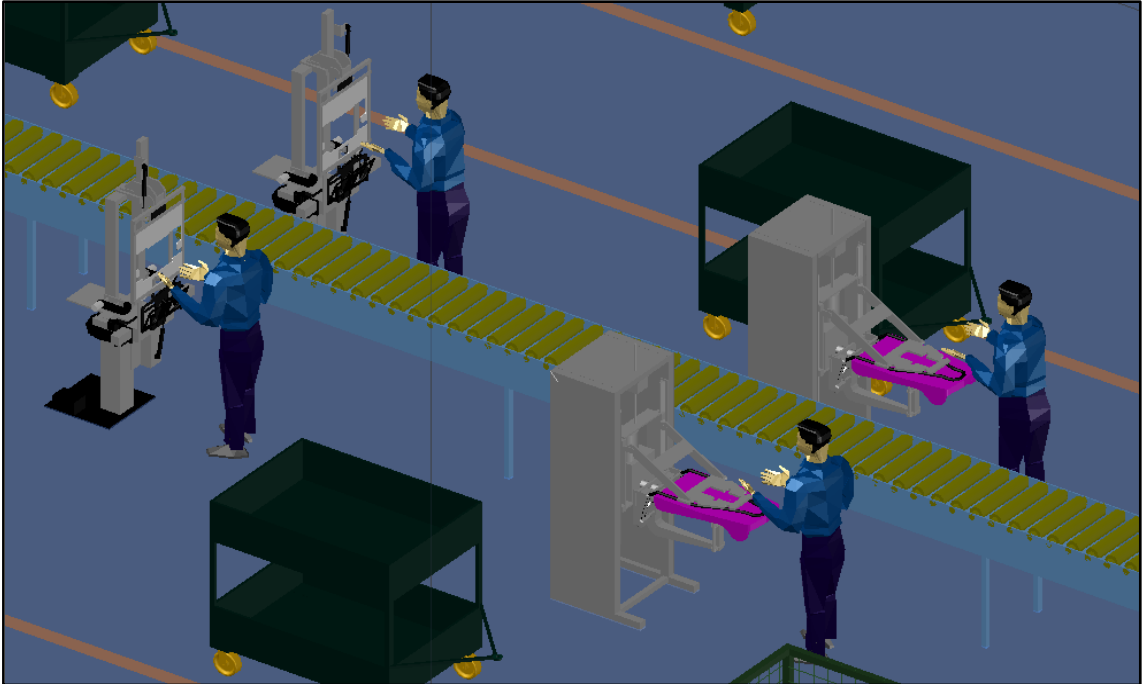
Şekil 14. Arkalık Kılıflama Tertibatı (1.İstasyon)

Tertibatta yapılan arkalık kılıflama işlemi sonrası tavaya konulan arkalık bir sonraki istasyona konveyör sayesinde yollar ve burada altlık çakma (2. İstasyon) işlemi yapılır. Altlık çakma; kılıflanan süngerin üzerinde kılıfın gergin durması için zımba yardımı zımbalanmasıdır. Bu işlem koltuk cinsine göre değişken olarak ahşap veya plastik bir tutucuya kılıfın zımbalanması işidir. Bu işlem operatör tarafından havalı zımba makinaları ile manuel olarak yapılır. Bu işlem sırasında koltuk kılıfının operatör tarafından el ile gerdirilerek mümkün mertebe gergin olarak zımbalanmasına maksimum seviyede dikkat edilir.



Şekil 15. Altlık Çakma (2. İstasyon)

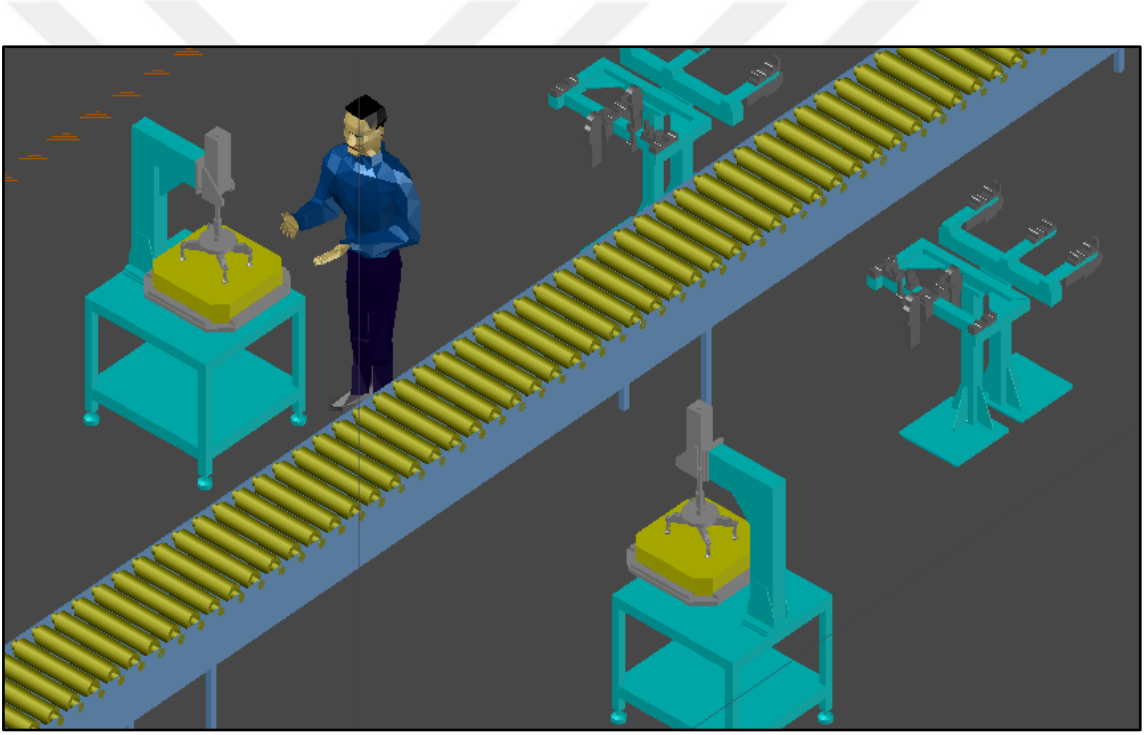
Ön montajda hazırlanan tablet, file, tutamak parçaları taşıma arabaları vasıtası ile ilgili montaj istasyonuna sevk edilir. Gelen bu parçalar özel olarak tasarlanan tertibatta konveyör üzerinde bir önceki istasyondan yollanan arkalığa montaj edilir (3. İstasyon). Bu parçaların montajı esnasında standartlaşmayı sağlamak adına takılacak parça tipine göre hazırlanmış şablonlar kullanılır.



Şekil 16. Tablet, File ve Tutamak Montaj (3. İstasyon)

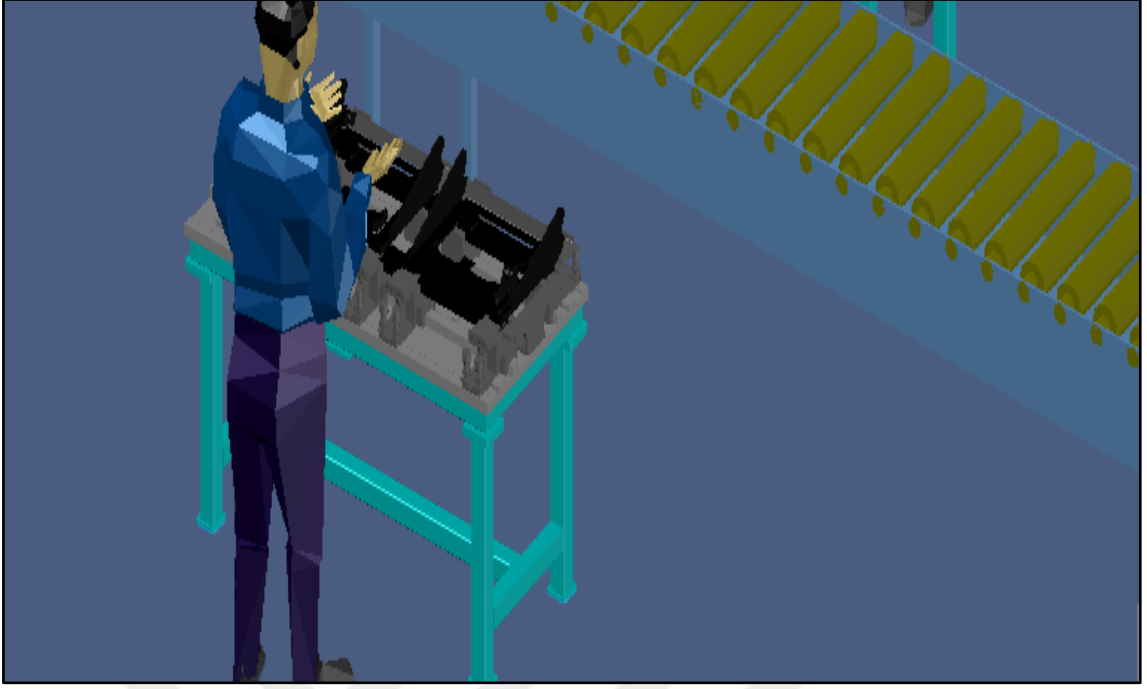
Ön montaj işlemi biten arkalıklar konveyör üzerinde bekleyen tavaya koyularak birleştirme (7. İstasyon) istasyonuna yollanır. Bu arkalıklar birleştirmeye yollanırken konveyörün yapısı gereği mecburen minder kılıflama (4. İstasyon) istasyonundan geçerler. Bu sebeple minder kılıflama istasyonunda parça yoğunluğu ve karmaşa yaşanmaktadır. Ayrıca işlerini tam zamanında (Takt Süresi) bitiremeyen operatörlerden dolayı oluşan malzeme birikmesi sebebi ile de bu istasyonda oldukça karmaşık bir ortam oluşmaktadır.

Minder kılıflama istasyonuna gelen altlık süngerine kılıf hazırlıktan gelen kılıflar giydirilerek alt kısımlarına taban plastik kaplamaları tertibat da çakılır (4. İstasyon).



Şekil 17. Minder Kaplama Montajı (4. İstasyon)

Kılıflama işlemi yapılan minderler arkalıkların arkasından birleştirme istasyonuna yollanır. Ayrıca konveyörün yanındaki alanda, kol dayama ve emniyet kemeri işlemi (5. İstasyon) yapılarak bu malzemelerde birleştirme istasyonuna yollanır. İskelet toplama (6. İstasyon) işlemi koltuk cinsine göre tasarlanan özel tertibatlarda yapıldıktan sonra tüm malzemeler son toplama tertibatına el ile taşınarak alınır.



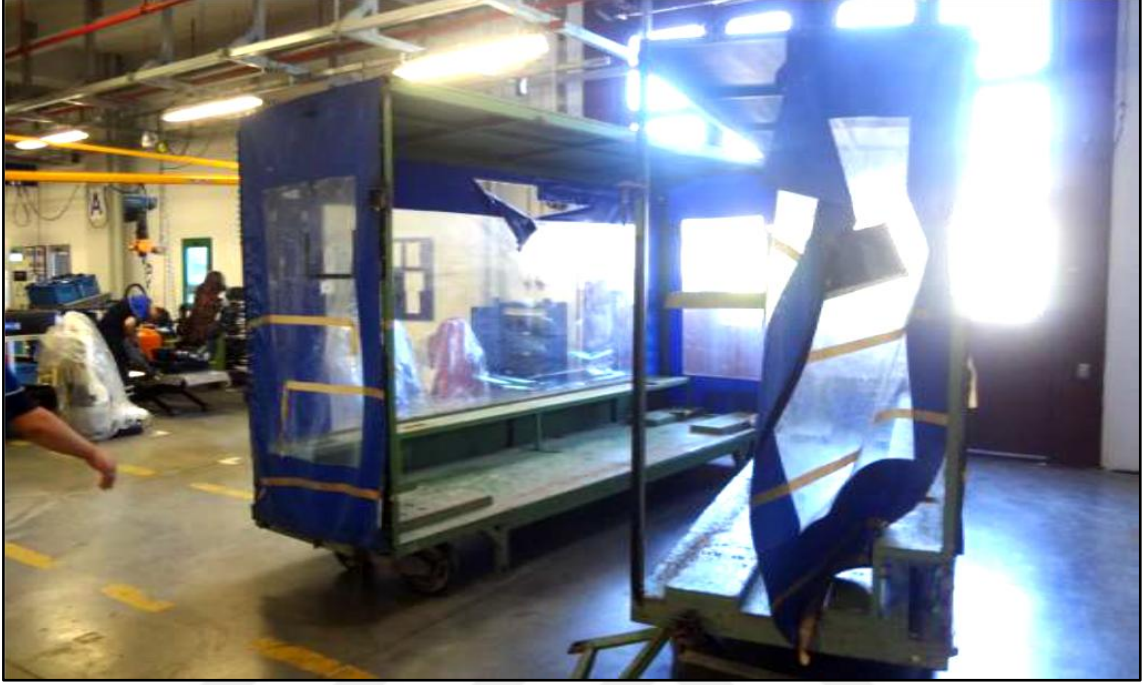
Şekil 18. İskelet Toplama (6. İstasyon)

Burada ikili koltukların tüm birleştirme işlemleri koltuk cinsine göre tasarlanmış özel tertibatlarda tamamlandıktan sonra iki operatör ile birlikte koltuk taşıma arabalarına alınır.



Şekil 19. Birleştirme Tertibatı (7. İstasyon)

Son olarak tüm montajı biten koltuklar özel taşıma arabaları ile otobüse montaj binasına yollanır.



Şekil 20. Koltukların Araca Montaj Binasına Sevk Arabası (Mevcut Durum)

Birleşmiş koltukların ortalama ağırlıkları 60 kg. olup tek operatör tarafından kaldırılması hem ağırlık, hemde yükün şekli açısından mümkün değildir. Bu sebeple birleşmiş koltukların taşıma arabasına yerleştirilmesi için 2 operatör şarttır. Bu yükleme işlemi için iki koltuklu takım başı 24,96 sn. lik bir yükleme çalışması yapılmaktadır. Bu koşullarda 1 takım / 1 araç koltuk için hesaplama işlemi yapılırsa ve ortalama 25 ikili (50 kişilik) koltuk kabul edilirse.

Biten Koltukların Taşıma Aracına Yükleme Süresi;

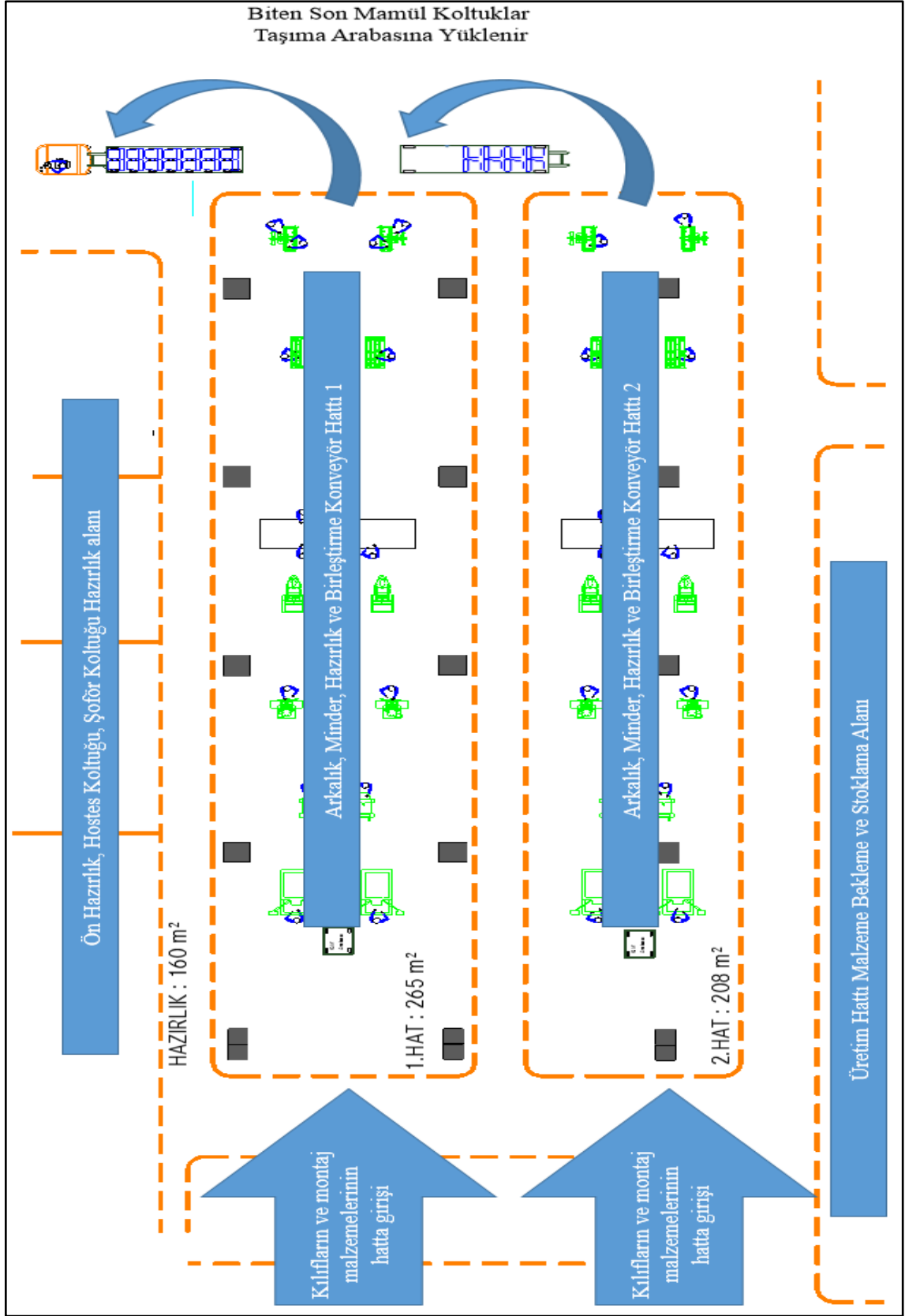
25 ikili koltuk x 2 operatör x 24,96 sn. = 1248 sn./araç (Ortalama 50 kişilik 25 ikili takım standart koltuk olarak hesaplanmıştır).

Bu işin yapılması sırasında oluşan risklerin ortadan kaldırılması için ergonomi kavramı içerisinde bulunan Mühendislik Kontrolleri maddesi dikkate alınarak gerekli iyileştirme çalışması ve donanım planlaması yapılacaktır. Sonuç olarak gelişmiş teknolojiden yararlanılarak yeni bir yükleme donanımı ile hem bir

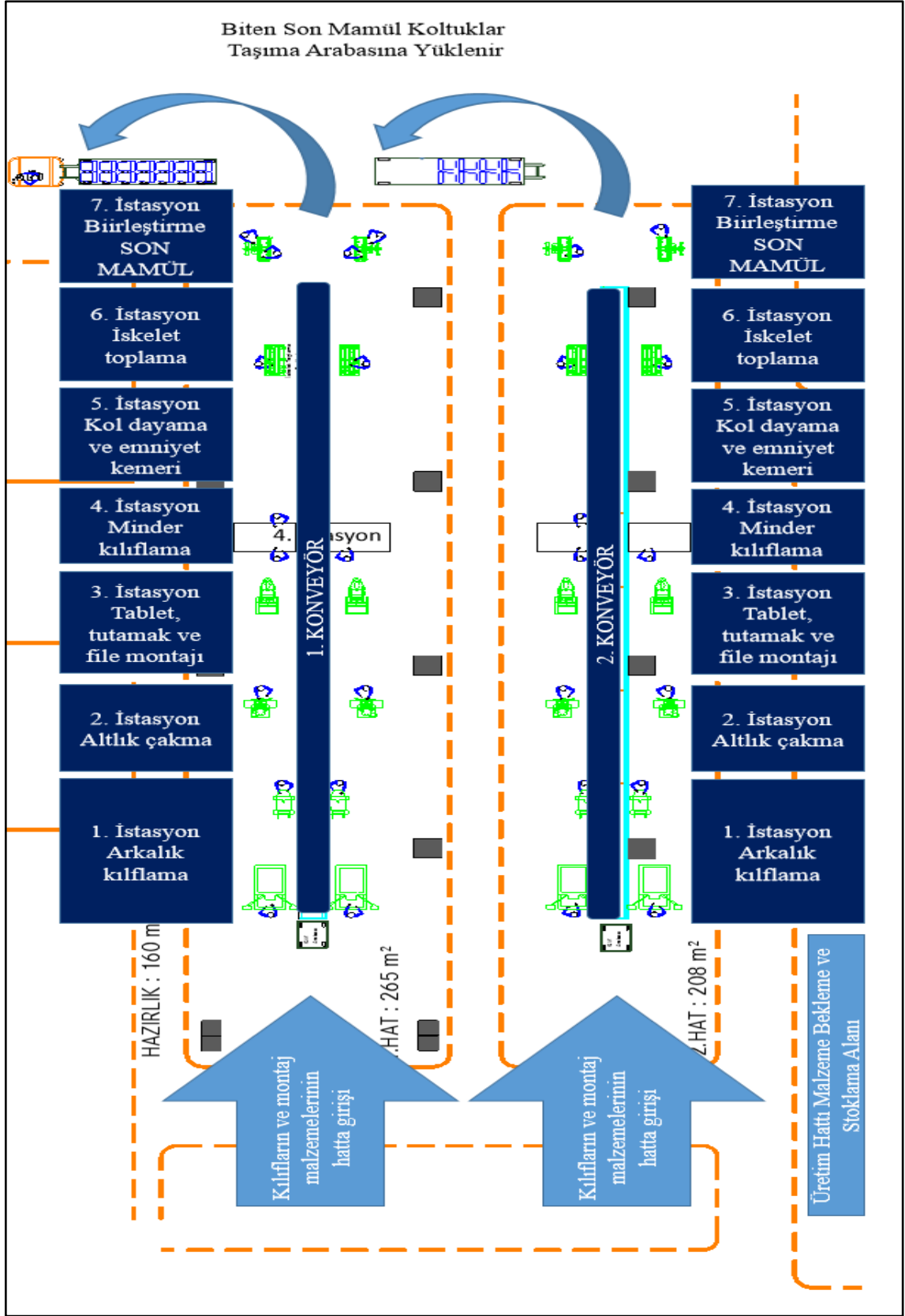
operatörden hemde zamandan tasarruf yapılması planlanmakta ve bu konu ile ilgili olarak yapılacak iyileştirme sayesinde İSG ile ilgili prensiplerinde uygulanması sağlanacaktır.

Özellikle ortalama 60 kg. olan bu koltukların sürekli aynı operatörler tarafından kaldırılarak taşıma arabalarına yüklenmesi sonucunda ciddi meslek hastalıklarının oluşması riski mevcuttur. Bu risklerin ortadan kaldırılması için İSG'nin İş Yerine Sağladığı Ekonomik Katkı ve Rekabet Gücü maddesinin burada uygulanması gereklidir. Bu sayede ekonomik olarak sonradan daha fazla zarara sebep olacak ve verimliliği düşürecek istenmeyen durumlara önceden müdahale edilmiş olacaktır.



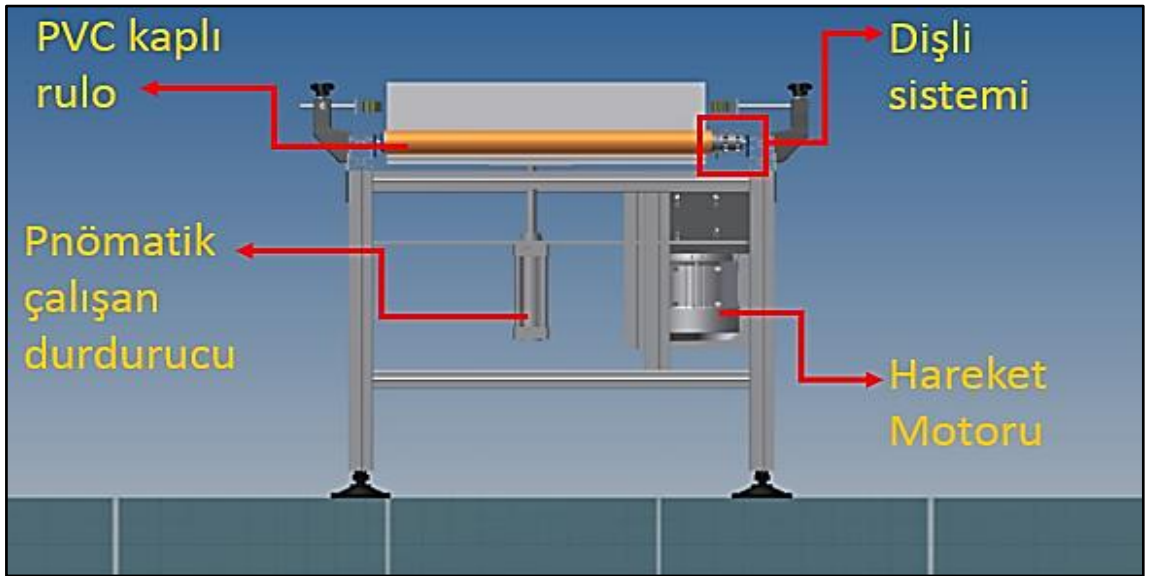
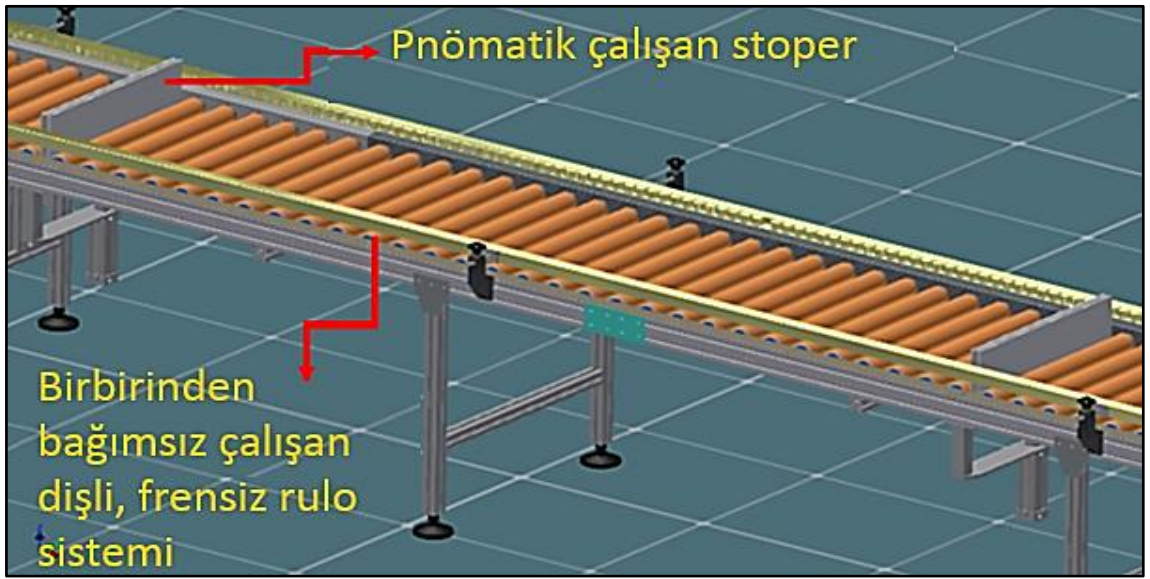


Şekil 21. Koltuk Üretim Hattı Akış Şeması (Mevcut Durum)



Şekil 22. Koltuk Üretim Hattı İstasyonları (Mevcut Durum)

Mevcut konveyör sistemi birbirinden bağımsız şekilde çalışan (friksiyonel) rulolu sistemlerden oluşmuştur. Konveyörde operatörün kendi müdahalesine bırakılmış olan pnömatisasyon sınırlayıcıları mevcuttur. Bu noktalarda operatör konveyör üzerinde istediği zaman banttın gelen malzemeyi hazırlık alanında durdurup montaj hızına göre bir sonraki istasyona gönderebilmektedir. Aynı zamanda mevcut konveyör üzerinde merkezi bir panodan tüm konveyörün hızını bir bütün olarak ayarlamayı sağlayan ve değeri isteğe göre değiştirilebilen buton (potansiyometre) bulunmaktadır.



Şekil 23. Koltuk Üretim Hattı Konveyör Sistemi (Mevcut Durum)

Konveyör üzerindeki istasyonlar arasında malzeme akışı (montaj malzemesi ve koltuk) plastik bir tava yardımı ile sağlanmaktadır. Bu tavalar konveyörün sonunda yani 7. İstasyon sonrası boş alanda istiflenmektedir. Bu tavalar istiflenme noktasında toplandıktan sonra çalışan bir operatör tarafından ergonomik olmayan şekilde tekrar konveyörün başlangıç noktasına sevk edilmektedir.

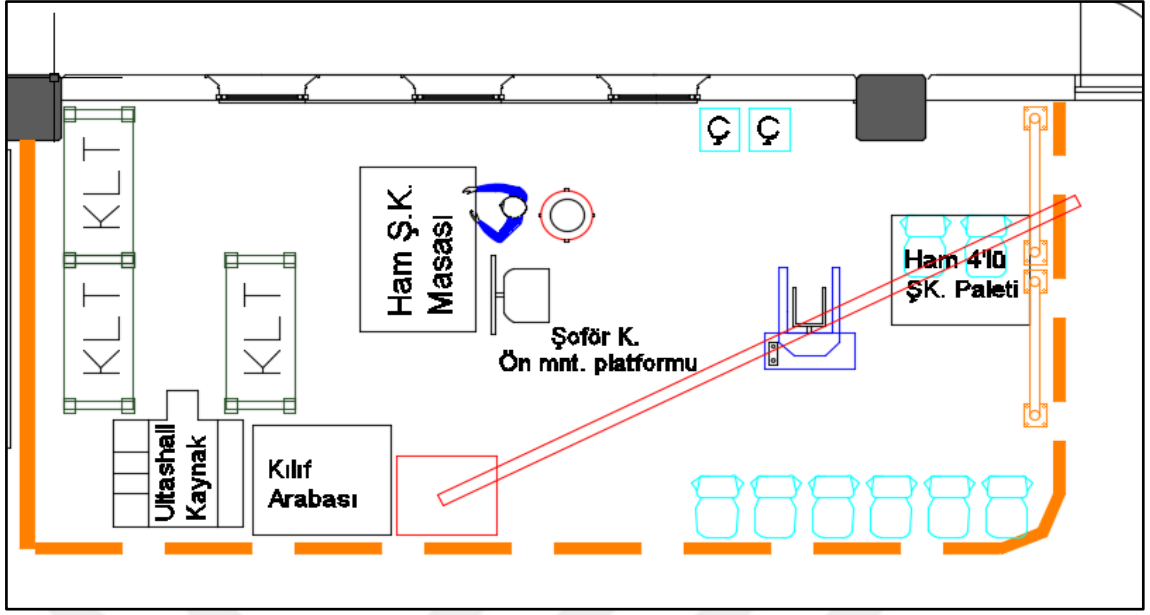
8.2.3. Özel Koltuk ve Koltuk Aksamlarının Üretim Alanı

Koltuk üretim bantlarının yanlarında şoför koltuğu hazırlık bandı, özel koltuk imalat hücresi ve koltuk parçaları için ön hazırlık istasyonları mevcuttur. Tüm bu alanlar hücre üretim sistemine göre kurulmuştur. Hazırlık alanı toplam 160 m² dir.

Şoför koltuğu hazırlığı da bu binada yapılmakta olup, araca montajı yapılacak olan istasyonun bulunduğu binaya özel araçlar ile yollanmakta ve zor çalışma şartlarında şekilde iki operatör ile araca montajı yapılmaktadır. Özellikle şoför koltuğu hazırlık malzemelerin montaj binasına ait ambar binasından koltuk üretim ve hazırlık binasına getirilmesi ve hazırlıktan sonra şoför koltuğunun tekrar montaj binasına geri gönderilmesi ise zaman kaybı olup, ek işçilik sebebi ile maliyeti arttırmaktadır.



Şekil 24. Hazırlık Alanları Yerleşimi (Mevcut Durum)



Şekil 25. Şoför Koltuğu Üretim Hücresi Yerleşimi (Mevcut Durum)

Şoför koltuğu hazırlık alanında kullanılan pergel vinç sistemi tüm çalışma alanını yeteri kadar tarayamadığından ve yeterli yüksekliğe kadar çıkmadığından operatörün hazırlığını yapacağı şoför koltuklarını paketten çıkarması oldukça riskli ve ergonomik olmayan bir şekilde fiziksel güç ile yapılmaktadır.



Şekil 26. Şoför Koltuğu Hazırlığı Vinç Sistemi (Mevcut Durum)

8.3. Yeni Koltuk Üretim Hattının Planlanması

Belirlenen hedef doğrultusunda ortalama %15' lük bir verimlilik artışı sağlamak için planlama yapılacaktır. Mevcut hatlarda ve üretim hücrelerinde herhangi bir alan artırılmasına gidilmeyecektir operatör sayılarında bir değişiklik yapılmayacak, ilave 3.vardiya kurulmayacak ve mesaiye ilave operatör getirilmeyecektir. Tamamen mevcut kaynaklar kullanılarak bunun yanında teknolojiyen yararlanılarak ve Kaizen felsefesine göre iyileştirmeler yapılarak minimum maliyet ile maksimum verimlilik sağlanacaktır. Özellikle yeni tasarlanacak Yeleşim Düzeni ve donanımlar ile hem ergonomi, hem İSG ve hemde verimlilik kavramlarında ciddi kazançlar sağlanacaktır. Planlanıp tasarlanacak olan donanımlar konveyör, koltuk taşıma arabası, koltuk yükleme manipülatörü ve Kaizen mantığına uygun küçük donanımlardır.

Üretim hattının tasarım ve planlanmasındaki ana amaçlardan biri, her istasyona eşit miktarda işi dağıtabilmek olup başka bir deyişle, araç başı iş yükünü istasyonlar arasında mümkün olduğu kadar eşit ve dengeli bir şekilde paylaşırabilmektir. Bu çözüm aşamasında Yerleşim Düzeni çeşitlerinden beş alternatif prensipleride incelenecek ve en uygun çözüm seçilecektir.

Bu noktada hat dengeleme çalışmalarının yapılması hem artan maliyetler hemde verimlilik artışı için oldukça önemli olmuştur. Hat dengeleme çalışmalarında hedefler aşağıdaki gibi kabul edilmiş ve tüm çalışmalar bu hedefler doğrultusunda yapılmıştır. Bu hedeflerin bazıları birbirleri ile çelişecek ve bütün hedeflerin en üst düzeyde gerçekleştirilmesi mümkün olmayacaktır. Bu durumda amaç, gerçekleştirilebilecek en uygun çözüme ulaşılması ve bunu yaparken maliyetin en düşük seviyede tutulmasıdır. Minimum alan kullanımı, en az yürüyüş yolu ve en az fizik gücünü kullanmak yeni tasarımda göz önüne alınacaktır.

- İstasyonlara düzenli malzeme sevkiyatını sağlamak,
- İnsan gücü ve kapasitelerinin en yüksek oranda kullanılmasını sağlamak,
- İşlemleri en kısa sürede tamamlamak,

- Hat üzerindeki iş istasyonu sayısını en az duruma getirmek,
- Mevcut alana göre daha az alan kullanarak alan tasarrufu yapmak,
- Verimsiz olan boş süreleri en aza indirmek,
- Boş süreleri iş istasyonları arasında düzgün bir şekilde dağıtmak,

Sonuç olarakta üretim maliyetlerini en küçük seviyelere indirmek hedefdir.

Hattın iş yükünün eşit olarak dağıtılması ve planlama çalışmaları sırasında aşağıdaki hususlar dikkate alınmış ve çalışmalar bu şekilde yürütülmüştür.

- Öncelik ilişkileri,
- Çevrim Süresi
- Konum kısıtı,
- Sabit Donanım kısıtı,
- İstasyon yükü,
- Aynı istasyona atanması ve atanmaması istenen iş öğeleri,

Hat dengelemesi ve yeni planlama yapılırken koltuk hazırlık - birleştirme hattı için mevcut durum dâhil 3 adet yerleşim üzerinde incelemelerde bulunulmuştur. Bu alternatifler yukarıda açıklanan belirli metodlara göre değerlendirilerek, içinden en uygun olan alternatif uygulanmak üzere seçilecektir. Kılıf hazırlık ve koltuk ön hazırlık istasyonları için potansiyel iyileştirmeler araştırılarak uygun olanlar incelenerek değerlendirilecektir.

Öncelikli olarak aşağıdaki tablodada görüleceği üzere mevcut alanlardaki yerleşimler incellenmiş ve birim metrekareye düşen alanların en uygun şekilde yerleşimi için makine tertibat ve diğer imalat aksesuarları liste olarak hazırlanmış arkasındanda iş grubu, iş kapsamı ve iş paketleri oluşturulmuştur.

Kesim Hattı			Dikim Hattı			Ön Montaj Hattı			Montaj Hattı			Transport Ekipmanları ve Malzeme Stok Rafı		
Adı	Adet	Adı	Adet	Adı	Adet	Adı	Adet	Adı	Adet	Adı	Adet	Adı	Adet	
Kesim Makinası	2	Perde, başlık ve şoför koltuğu dikim hücresi	2	Emniyet kemer ve kol dayama ön montaj mahali	2	Arkalık kılıflama tertibatı	4	Malzeme taşıma arabası	74					
Deri kesim ve markalama masası	1	Çift iğneli dikiş makinası	8	Hostes koltuğu ön montaj mahali	1	Arkalık kılıflama masası	4	Trapalet	3					
		Tek iğneli dikiş makinası	39	Katlanır koltuk ön montaj mahali	2	Arkalık kılıf kapama tertibatı	4	Çekici	1					
		Overlok makinası	7	Arka 4'lü/5'li ön montaj mahali	1	NCS arkalık ön montaj tertibatı	4	Koltuk taşıma arabası	60					
		Yıldız çakma presi	3	Şoför koltuğu ön montaj mahali	1	NÜLS arkalık ön montaj tertibatı	4	Malzeme rafı	112					
		Çıtçıt çakma presi	3	Havali sıkıcılar	3	Minder kılıflama masası	4							
		İkili koltuk dikim hücresi	5	EC sıkıcılar	10	Conecto iskelet montaj 1. tertibat	1							
		Masa	8			Conecto iskelet montaj 2. tertibat	1							
		Çift iğneli dikiş makinası	8			NCS iskelet ön montaj tertibatı	4							
		Tek iğneli dikiş makinası	39			İkili koltuk toplama tertibatı	4							
		Overlok makinası	7			Havali sıkıcılar	3							
		Elyafılama makinası	3			EC sıkıcılar	28							
		Yıldız çakma presi	3											
		Çıtçıt çakma presi	3											

Tablo 4. Üretim Hattı Makine ve Donanımları (Mevcut Durum)

	İş Grubu	İş Kapsamı	İş Paketi
KOLTUK	K1 Kaplama	K1.01 Kesim	K1.01.01 Manuel Kesim
			K1.01.02 Cnc Kesim
		K1.02 Dikim	K1.02.01 Markalama
			K1.02.02 Dikim
			K1.02.03 Kenar Çevirme, Overlok
			K1.02.04 Naylon Dikiş İşlemi
			K1.02.05 Mb Logo Çakma
			K1.02.06 Çıtçıt Çakma
		K1.03 Kılıflama	K1.03.01 Sırtlık
	K1.03.02 Minder		
	K1.03.03 Şoför Yatma Yeri Yatağı		
	K1.03.04 Şoför Yatma Yeri Yastığı		
	K2 Montaj	K2.01 Şoför Koltuğu	K2.01.01 Ön Montaj
			K2.01.02 Montaj
		K2.02 Hostes Koltuğu	K2.02.01 Ön Montaj
			K2.02.02 Montaj
		K2.03 Arka Koltuk	K2.03.01 Koltuk İskelet
			K2.03.02 Montaj
		K2.04 Çiftli Koltuk	K2.04.01 Koltuk İskelet
K2.04.02 Montaj			
K2.05 Koltuk Ayar		K2.05.01 Yatırma Ayarı	
		K2.05.02 Yanal Ayar	
K2.06 Sırtlık		K2.06.01 Ön Montaj	
		K2.06.02 Montaj	
K2.07 Minder	K2.07.01 Ön Montaj		
	K2.07.02 Montaj		
K2.08 Koltuk Aksesuarları	K2.08.01 Kaplamalar		
	K2.08.02 Çöp Kutusu		
	K2.08.03 Kül Tablası		
	K2.08.04 Elbise Askısı		
	K2.08.05 Bağlantı Elemanları		
	K2.08.06 Tutamak		
	K2.08.07 Kol Dayama		
	K2.08.08 Katlanır Koltuk		
	K2.08.09 Tonmodul Tutucusu		
	K2.08.10 File		
	K2.08.11 Emniyet Kemeri		
	K2.08.12 Yangın Söndürme Cihazı		

Tablo 5. Koltuk Üretim Hattı İş Paketleri

Hat dengelenmesi ve planlanması aşağıdaki veriler kullanılarak yapılmıştır.

Günlük Kullanılabilir Üretim Süresi : Çalışan fabrika veya iş yerinin bir günde vardiya toplamına göre net çalışma süresi.

Günlük Üretim Miktarı (Müşteri talebi) : Çalışılan fabrika veya iş yerinin bir günde çalışma bandından çıkardığı tam ürün miktarı.

Takt Süresi : Günlük üretim süresinin, günlük üretim miktarına oranı bu süreyi verir. Bu süre üretim bandından 1 tam ürün çıkarmak için gerekli olan süredir.

Montaj hatının dengelenmesi ile ilgili olarak aşağıdaki adımlar kullanılmış ve planlama bu şekilde yapılmıştır.

1. İşlemlerin belirlenmesi,
2. Sıralamanın belirlenmesi,
3. Öncelik diyagramının çizilmesi,
4. İşlem zamanlarının bulunması (ölçüm veya tahmini),
5. Takt süresini hesaplanması Günlük üretim süresi / Günlük üretim miktarı,
6. Teorik olarak minimum iş istasyonu sayısını hesaplanması,

$$\text{Takt Zamanı} = \frac{\text{Günlük Kullanılabilir Üretim Süresi}}{\text{Günlük Müşteri Talebi}}$$

Günlük Kullanılabilir Üretim Süresi : 450 dk. / 1vardiya x 2

Günlük Kullanılabilir Üretim Süresi : 900 dk.

Günlük Üretim Sayısı (Müşteri talebi) : 14 araç

TAKT SÜRESİ : 900 dk. / 14 araç / koltuk

TAKT SÜRESİ : 64 dk. (Mevcut)

Hat dengeleme ve planlama ile ilgili ilk olarak yapılacak çalışma yeni verilen hedef üretim sayısına göre çevrim süresinin hesaplanması olacaktır. Bu hesabın yapılması için günlük üretim araç sayısı hedefi 16 olarak verilmiştir. Buna göre yapılacak araç sayısına göre günlük koltuk sayısı belirlenecek ve bu sayı çıkacak takt süresinde tamamlanacaktır.

Günlük Kullanılabilir Üretim Süresi : 450 dk. / 1vardiya x 2

Günlük Kullanılabilir Üretim Süresi : 900 dk.

Günlük Üretim Sayısı (Planlanan) : 16 araç

TAKT SÜRESİ (Planlanan) : 900 dk. / 16 araç / koltuk

TAKT SÜRESİ : 57 dk. (Planlanan)

Ardından hattın en büyük parçası olan konveyörün çok katlı olarak işleyebilirliğinin tespiti ve Yerleşim Düzeni prensiplerine uygun olarak tasarımı yapılacaktır. Mevcut konveyör hattının kısaltılarak malzeme akışının optimize edilmesi konveyör sistemi ile ilgili olarak yapılan çalışmaların başında gelecektir. Devamında montaj parçalarının konveyör üzerinde KIT olarak sevkini netleştirilmesi bu sayede çift kutu raflarının ve set arabalarının yeniden planlanarak azaltılması sağlanacaktır. Koltuk üretim bandı iş yükünün dengelenmesi ve akışın standartlaştırılması sağlanacaktır. Şoför koltuğu hazırlık işlemlerinin araca montajı yapılan istasyon yanına alınarak yürüme yolu, transport zamanı kazancı sağlanacaktır. Özel koltuk imalatları için hücre yapılması aynı zamanda uygun koltuk sevkiyat arabası planlanmasında bu kapsamda ele alınacaktır.

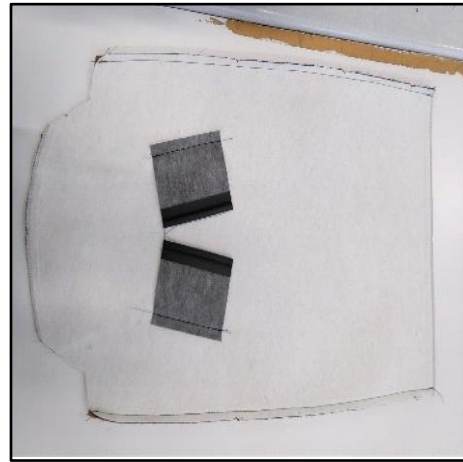
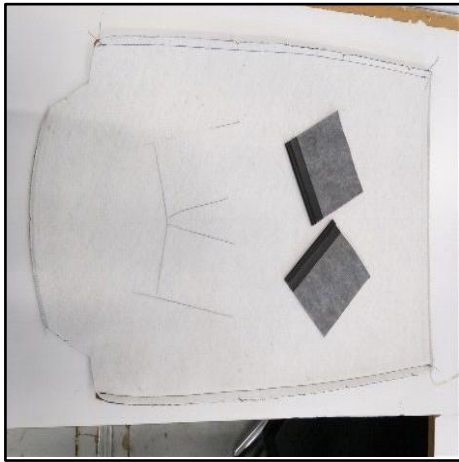
8.4. Koltuk Üretim Hattı Verimlilik Artışı İle İlgili Planlanan Önlemler

- Konveyörün çok katlı olarak işleyebilirliğinin netleştirilmesi,
- Konveyör hattının kısaltılması ve malzeme akışının optimize edilmesi,
- Montaj parçalarının konveyör üzerinde takım olarak sevki,
- Özel koltuk üretimi için ayrı bir hücre tasarlanması,
- Koltuk üretim bandı iş yükünün dengelenmesi ve akışın standartlaştırılması,
- Şoför ve hostes koltuk montaj işleminin uygun alana alınması,
- Koltuk transport arabalarının uygun şekilde tasarlanması,

8.5. Kılıf Dikimde Geliştirilebilir Potansiyel Çalışmalar

1. Minder Kumaşına Markalama Yapılması ve Çektirme Bezi Dikimi

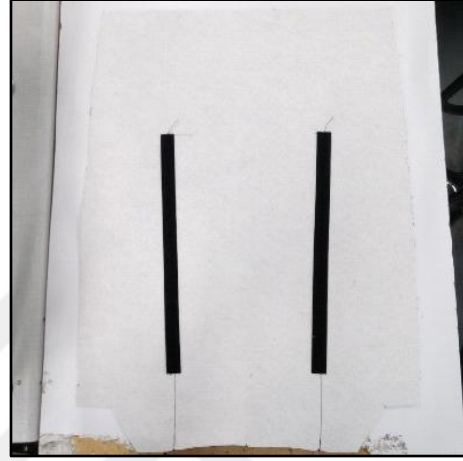
Standart minder kılıf üretiminde, çektirme bezi dikimi için dikim yapılacak yerin markalanması gereklidir. Bu işlem şablon kullanılarak manuel gerçekleştirilir. Markalanmış yerlere çektirme bezi dikimi tek iğneli düz dikiş makinesi ile yapılmaktadır. Ayrıca kılıfın ön yüzeyindeki iplik fazlalıklarının temizlenmesi işlemi yapılmakta olup, bu işler için 32,4 saniyelik (0,64 dk.) zaman ölçülmüştür.



Mevcut İş Yüğü
32,4 sn./koltuk

Şekil 27. Minder Çektirme Bezi Markalama ve Dikim (Mevcut durum)

Standart arkalık kılıf üretiminde, cırt bant dikimi için öncelikle dikim yapılacak yerin markalanması gereklidir ki bu işlem şablon kullanılarak manuel yapılmaktadır. Markalanmış yerlere cırt bant dikimi tek iğneli düz dikiş makinesi ile yapılır. Kılıfın ön yüzeyindeki iplik fazlalıklarının kesilmesi ise terzi makası ile yapılmakta olup koltuk başı 45,6 saniyelik (0,76 dk.) zaman ölçümü yapılmıştır.



Mevcut İş Yüğü
45,6 sn./koltuk

Şekil 28. Arkalık Kumaşı Cırt Bant Markalama ve Dikim (Mevcut Durum)

Kılıf üretiminde, markalama yapmadan, otomat tipi bir dikiş makinesinde kılıf kumaşlarına çektirme bezi ve cırt bant dikimi yapılır. Dikişin ön yüzeyden yapılması ile iplik fazlalığı arkada kalacağından iplik kesmeye gerek kalmayacaktır.



Planlanan İş
Yükü
50,4 sn./koltuk

Şekil 29. Arkalık Kumaşına Çektirme Bezi ve Cırt Bant Dikim Makinesi
(Planlanan Durum)

Toplam Mevcut İş Yükü : 32,4 sn./ koltuk + 45,6 sn./ koltuk

Toplam Mevcut İş Yükü : 78 sn./ koltuk

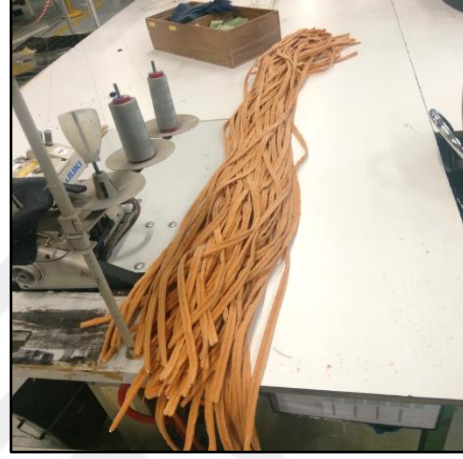
İyileştirme Sonrası İş Yükü : 50,4 sn./ koltuk

Kazanım : 1- (50,4 / 78)

: %35,38

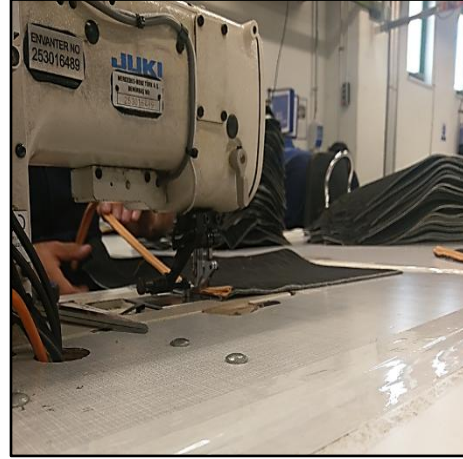
2. Arkalık ve Minder Kılıfı Fitol Hazırlama İşlemi

Standart kılıf üretiminde, kılıf etrafına dikilen fitillerin ön hazırlık işlemleri, fitil kumaşının kesilerek dikilmesi ve ardından dikilen fitillerin tek tek kesilmesi şeklinde yapılır. Bu işlem için koltuk başı 55,2 saniyelik (0,92 dk.) bir zaman ölçümü yapılmıştır.



Mevcut İş Yüğü
16,8 sn./koltuk

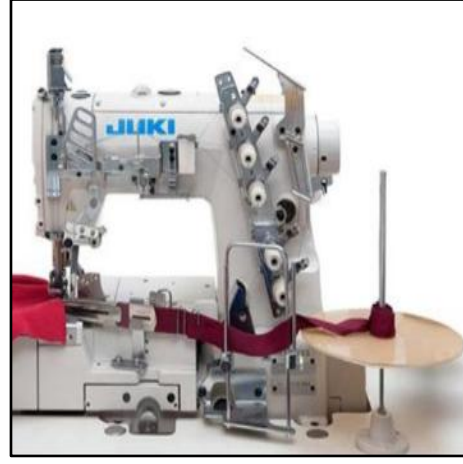
Şekil 30. Arkalık ve Minder Kılıfı İçin Fitol Hazırlığı (Mevcut durum)



Mevcut İş Yüğü
38,4 sn./koltuk

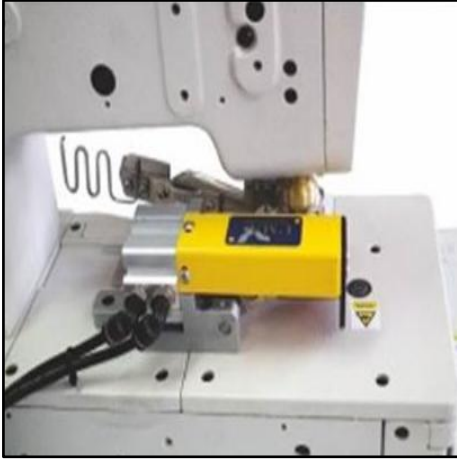
Şekil 31. Arkalık ve Minder Kılıfı İçin Fitol Dikimi (Mevcut durum)

Standart kılıf üretiminde, fitil ve fitil kumaşı özel bir ayardan birlikte geçerek böylece birleşmiş olarak eş zamanlı olarak arkalık ve minder kumaşına dikilir. Dikim işleminden sonra kesme işlemi için ise yine dikiş makinesine takılan bir kesme aparatı ile otomatik kesim işlemi gerçekleştirilebilir. Bu şekilde bir üretim şekli ile koltuk başı 42,6 saniyelik (0,71 dk.) bir zaman harcanacaktır.



Şekil 32. Kılıf İçin Fitol Dikim Makinesi (Planlanan Durum)

**Planlanan İş
Yükü**
42,6 sn./araç



Şekil 33. Kılıf İçin Fitol Kesim Makinesi (Planlanan Durum)

Toplam Mevcut İş Yükü : 16,8 sn./ koltuk + 38,4 sn./ koltuk

Toplam Mevcut İş Yükü : 55,2 sn./ koltuk

İyileştirme Sonrası İş Yükü : 42,6 sn./ koltuk

Kazanım : 1- (42,6 / 55,2)

: % 22,8

3. Arkalık Kumaşının Dikim Sonrası Ters Çevrilmesi İşlemi

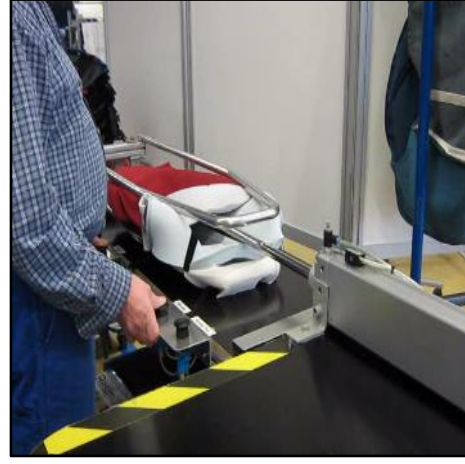
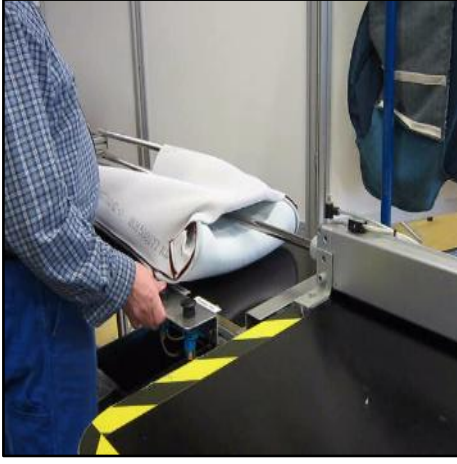
Arkalık kumaşının dikim işlemi bitirildikten sonra koltuk montaj bölümüne gönderilir ve burada süngerlere kılıflama işlemine geçmeden önce kılıfların ters çevrilmesi gerekmektedir. Bu işlem kılıflama aparatının yapısı gereği mecburen yapılmaktadır. Mevcutta bu işlem operatör tarafından el ile yapılmakta olup hem zaman kaybına sebebiyet vermekte hem ergonomik olmayan bir şekilde yapılmaktadır. Operatör bu kılıf çevirme işleminden sonra kol ve sırt ağrıları yaşamaktadır. Bu iş için koltuk başı 72 saniyelik 1,2 dk. Bir iş yükü mevcuttur.



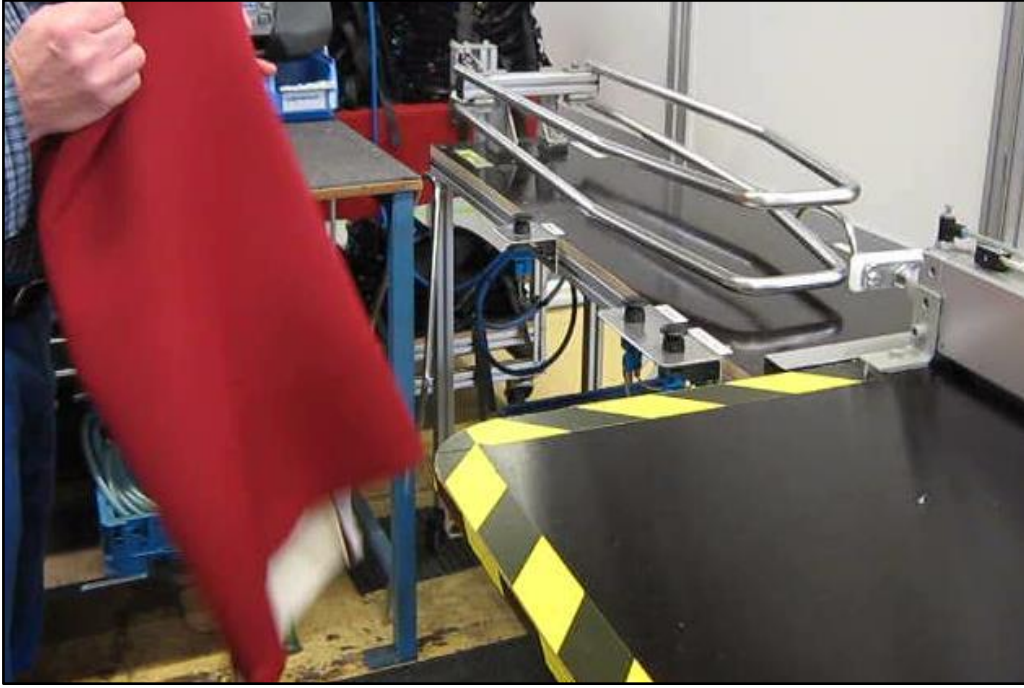
Mevcut İş yükü
72 sn./koltuk

Şekil 34. Arkalık Dikimi Sonrası Kılıf Çevirme İşlemi (Mevcut Durum)

Arkalık kumaş dikimi sonrasında kılıfın çevrilmesi için pnömatik çalışan kılıf çevirme makinesi kullanılır. Bu sayede araç başı 46,8 saniyelik (0,78 dk.) bir zaman kazancı olacaktır. Ayrıca işçinin hayatına ve beden bütünlüğüne yönelik tehditlerin azaltılmasını ve ortadan kaldırılmasını hedefleyen İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği felsefesine uygun olarak iyileştirme sağlanacaktır. Bu donanım aynı zamanda üretilen faklı bütün kılıfların eşit zamanda ve aynı hızda çevrilmesini sağlayacağından esnek üretim sistemi mantığında uygun bir planlama yapılmış olacaktır.



Şekil 35. Arkalık Dikimi Sonrası Kılıf Çevirme İşlemi (Planlanan Durum)



**Planlanan İş
Yükü**
46,8 sn./koltuk

Şekil 36. Arkalık Dikimi Sonrası Kılıf Çevirme İşlemi (Planlanan Durum)

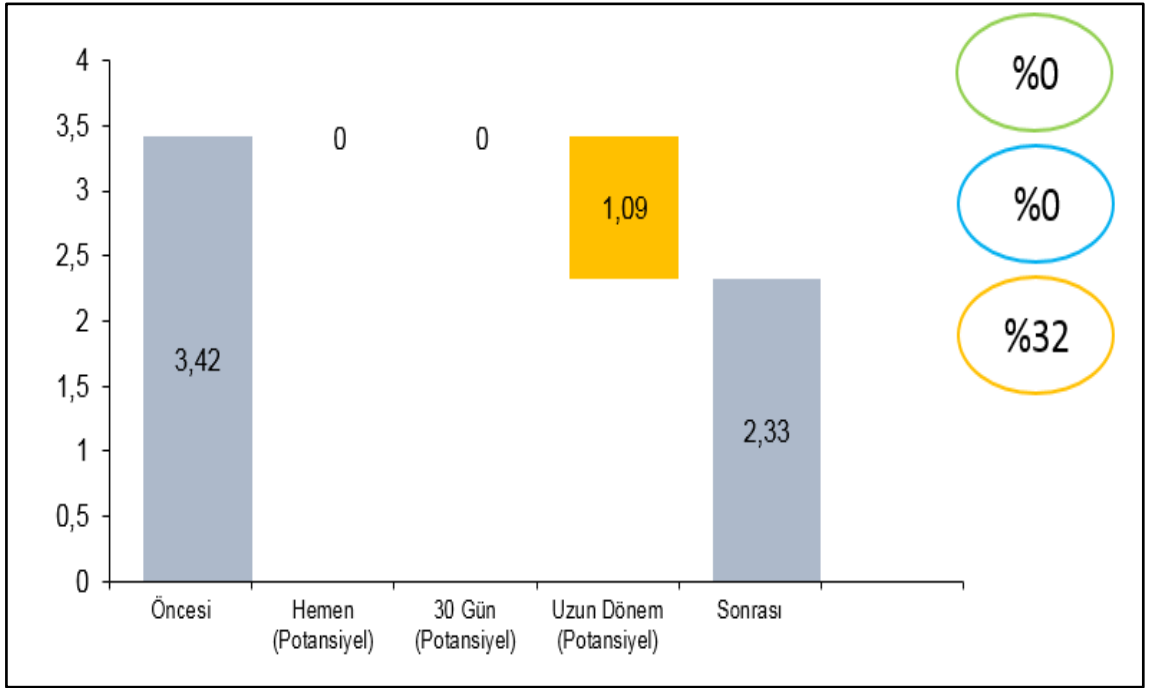
Toplam Mevcut İş Yükü : 72 sn./ koltuk

İyileştirme Sonrası İş Yükü : 46,8 sn./ koltuk

Kazanım : 1- (46,8 / 72)

: % 35

Bu yapılan üretimi geliştirme iyileştirmeleri sonucunda, standart kılıf dikim işlemi ile ilgili olarak toplamda koltuk başı 3,42 dk./koltuk olarak yapılan hazırlık çalışması için koltuk başı 2,33 dk./koltuk zaman harcanması tespit edilmiştir. Böylece kılıf dikimde toplamda ortalama % 31,8' lik bir iyileştirme yapılacağı görülmüştür ki %15' lük hedefe fazlası ile ulaşılmıştır.



Şekil 37. Kılıf Dikim Hattında Potansiyel Zaman Kazancı

Çalışmada yapılan bu teknolojik geliştirmeler ergonomik çalışma şartlarının sağlanması, standart iş adımları ve işçi sağlığı konularında da iyileşmelerin oluşmasını sağlayacaktır. Ayrıca üretim çalışmalarında üretilecek koltuk cinsine uygun standart aparatlar kullanılması ve bunların her üretim hücresi için de kullanılabilir olarak planlanması sayesinde esnek üretimin felsefesine uygun olarak farklı koltuk imalatlarının farklı hücrelerde de yapılabilmesi sağlanacaktır.

Bu standart donanım ve aparatlar üretim hücresini operatörlerin inisiyatifine bırakan üretim yapma lüksünden çıkartarak daha disiplinli ve daha verimli bir çalışma ortamı oluşmasında sağlayacaktır.

8.6. Koltuk Hazırlık ve Birleştirme Hattı İçin Potansiyel Çalışmalar

8.6.1. Konveyör Sisteminin Tasarlanması

Mevcutta kullanılan konveyör sistemi incelenmiş olup konveyörün yeni planlamada nasıl olması gerektiği konveyör firmaları ve diğer otobüs üretim firmalarında da incelemeler yapılarak konveyör seçiminde hangi sorulara cevap aranacağı uygun konveyörün seçilmesi açısından çıkarılmış ve soruların cevapları alandaki incelemeler ve ölçümler sonucunda bulunmuştur.

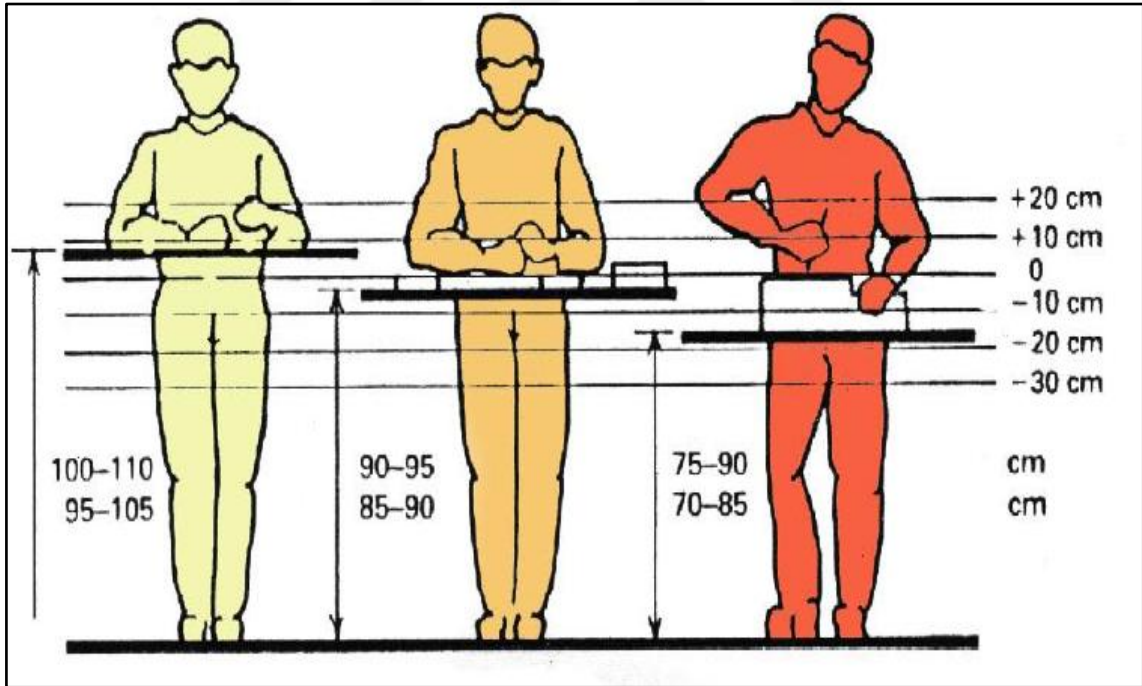
Konveyör ile ilgili olarak planlama aşamasında çıkarılan sorular;

- ❖ Taşınacak malzemelerin özellikleri nelerdir?
- ❖ Taşınacak malzemelerin boyutları ne kadardır?
- ❖ Taşınacak malzemelerin maksimum ağırlığı nedir?
- ❖ Günde taşınacak ortalama tava sayısı kaçtır?
- ❖ Konveyörün tercih edilen ilerleme hızı ve istenen hız kademeleri nedir?
- ❖ Belirli istasyonlar için durdurucu/bekletici gerekli mi?
- ❖ Tercih edilen konveyör yüksekliği ne olmalı?
- ❖ Konveyörün kat sayısı ne olmalı?

Yukarıdaki bu sorulara karşılık gelen ve tespit edilen teknik detay ve değerler aşağıdaki gibidir.

- Konveyör üzerinden tüm koltuk malzemeleri tavanın üstünde geçeceğinden taşınacak esas malzeme cinsi plastik tavadır ancak plastik tava içerisinde tüm koltuk parçaları (metal, kumaş, sünger) bulunacaktır.

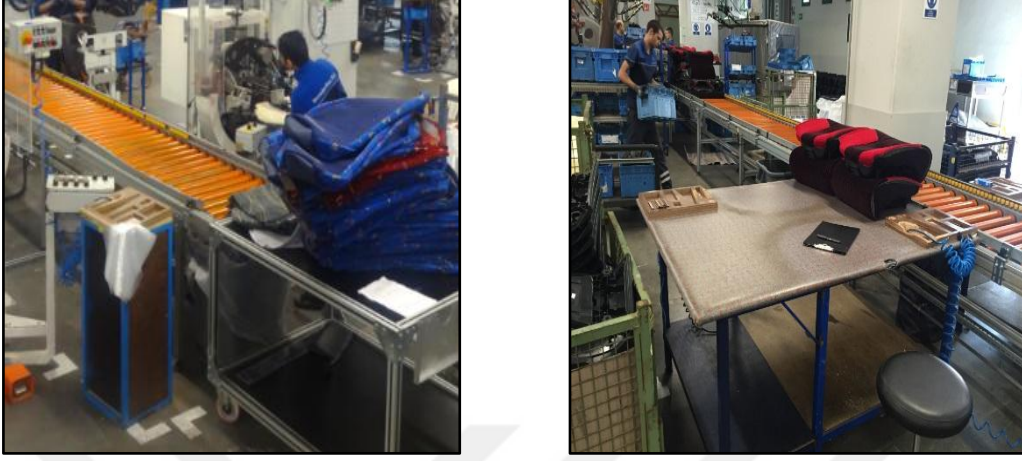
- Taşınacak olan malzemeler arasında en geniş ölçü 650 mm olup, bu koşullarda konveyörün içten içe net genişliği 700 mm olacaktır.
- Taşınacak malzemelerin en ağırları 25 kg. dir.
- Günde ortalama 700 adet tava dolaşımı olacaktır.
- Konveyör birbirinden bağımsız hareket eden (frikisyonel) rulolu sistemden oluşacaktır ve hızı ayarlanabilir olacaktır. Maksimum hızı = 200 mm/sn olacaktır.
- Konveyör üzerindeki istasyonların sınırlayıcı sistemi pnömatik olup bir PLC sistem ile kontrol edilecek ve operatörün kontrolünden kurtarılacaktır.
- Konveyör çalışma yüksekliği 850 ile 950 arasında olmalıdır.



Tablo 6. Uygun Çalışma Yüksekliği Değerleri

- Konveyör çift yönlü ve iki katlı olup malzeme taşıma tavalarının muhakkak bu ikinci kattan gelmesi sağlanacaktır.

- Konveyör üzerinden arkalıkların ayrı ve minderlerin ayrı olarak gitmesi planlandığından konveyör yan yana iki banttandır oluşacaktır.

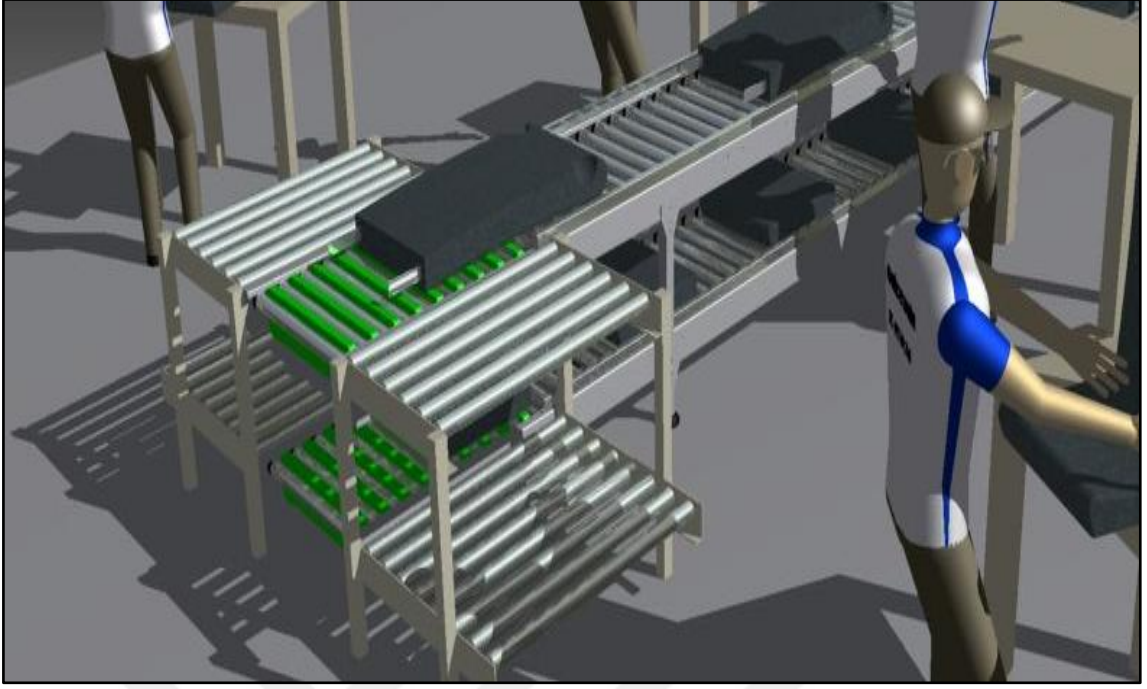


Şekil 38. Bant Konveyör Sistemi (Mevcut durum)

Konveyör sistemini hangisi olacağına karar vermek amacı ile karşılaştırılan üç tip konveyörün avantaj ve dezavantajları çıkarılmış ve değerlendirilmiştir. Özellikle yukarıda çıkarılan soru ve cevaplar bu konveyörlerin hepsinde de uygulanabileceğinden seçim yaparken mevcut alanın en verimli şekilde kullanılması ve fiyat faktörü ile de tasarımın değerlendirilmesi gerekmektedir.

1. Konveyör Sistemi Alt.1

Çalışılan bu konveyör alternatifi, rulolu friksiyonel sistemde çalışan 2 katlı olup; üst kattan malzemelerin ve koltuk ana parçalarının alt kattan ise malzemeleri taşıyan tavaların tekrardan otomatik olarak ilk istasyona gelmesi mantığına göre tasarlanmıştır. Tavalardaki malzemeler tamamen boşaldıktan sonra konveyörün son kısmında bulunan ve Kaizen karakuri mantığına göre çalışan asansör ile alt kata inecek ve ilk istasyona sevki otomatik olarak sağlanacaktır. Asansör sisteminin karakuri mantığı ile çalışmasının seçilmesinin sebebi konveyörün oluşacak maliyetini mümkün mertebe azaltmaktır. Karakuri bir Kaizen felsefesi olup Japonca' da mekanik düzen anlamına gelmektedir.



Şekil 39. Bant Konveyör Sistemi (Planlanan durum Alt.1)



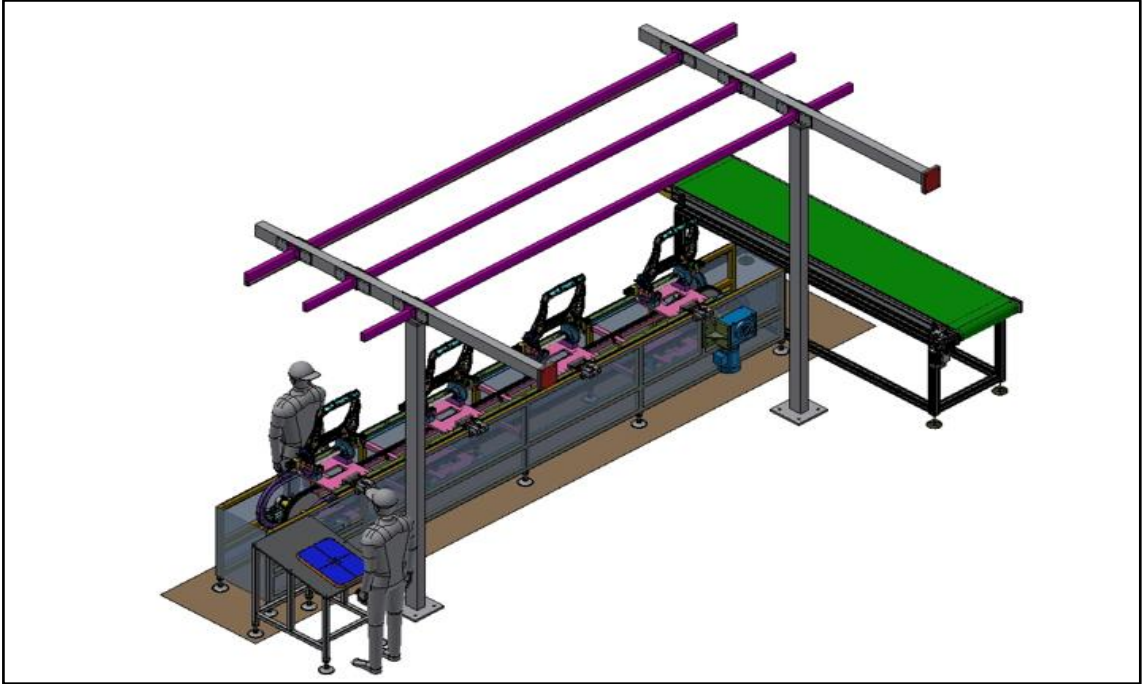
Şekil 40. Mekanik Çalışan Bir Karkuri Sistemi

Konveyör yanında toplama istasyon ve tertibatları olacaktır. Konveyör üzerinden tava içinde gelen malzemeler alınarak bu tertibatlarda toplanacak ve hazır olan parça bir sonraki istasyona yollanacaktır. Konveyörün tahmini maliyeti montaj dâhil 12.000 Euro/adet olarak alınmıştır.

2. Konveyör Sistemi Alt.2

Çalışılan bu konveyör sisteminde montaj yapılacak koltukların konveyör üzerinde bulunan ve hareketi sağlayan zincir sistemi üzerindeki tertibatlara ilk istasyonda ilk operatör tarafından montajlanması ve üst kısımdaki askı kollarından da diğer montaj parçalarının sevki düşünülmüştür. Burada kritik nokta koltukların konveyöre bağlantısını sağlayan sistemlerin üretilecek her koltuk için ayrı ayrı değil esnek üretim mantığında tek tip olarak tasarlanabilmesidir. Bu konveyörde ikinci kat olmayacağından bu tertibat sistemleri konveyörün alt tarafından geri dönerek tekrar ilk istasyona gelebilecektir.

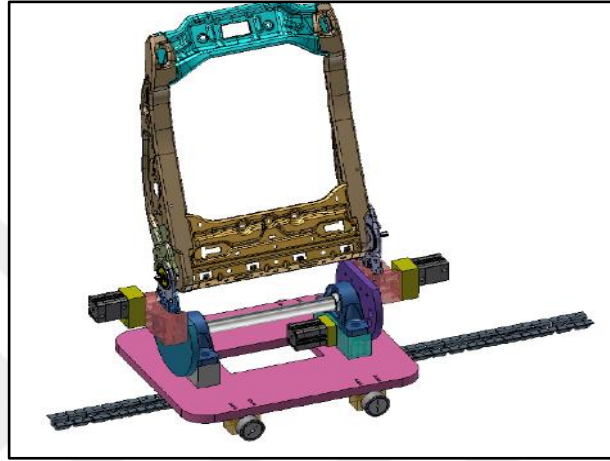
Konveyör yanında toplama istasyon ve tertibatları olmayacaktır. Konveyör üzerinden gelen tüm malzeme ve parçalar yine konveyör üzerinde toplanacaktır. Konveyörün tahmini maliyeti montaj ve konveyör üstü tertibatları dâhil 120.000 Euro olarak alınmıştır.



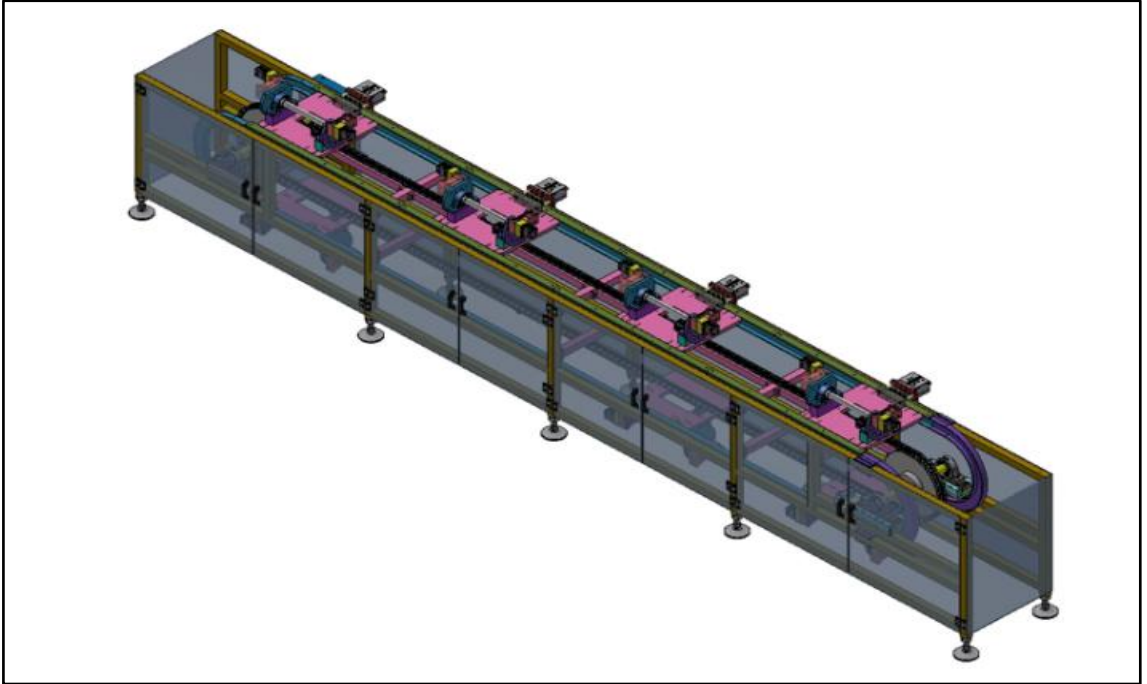
Şekil 41. Bant Konveyör Sistemi (Planlanan durum Alt.2)

3. Konveyör Sistemi Alt.3

Çalışılan bu konveyör sisteminin Alt.2 den farkı, koltuk montajında kullanılacak malzemelerin konveyör üstü askı sistemi yerine taşıma arabaları ile lojistik tarafından konveyör üzerinde ayrılan istasyon noktalarının yan taraflarına getirilmesidir. Konveyörün tahmini maliyeti montaj ve konveyör üstü tertibatları dâhil 90.000 Euro olarak alınmıştır.



Şekil 42. Konveyör Üstü Sabit Koltuk Montaj Tertibatı



Şekil 43. Bant Konveyör Sistemi (Planlanan durum Alt.3)

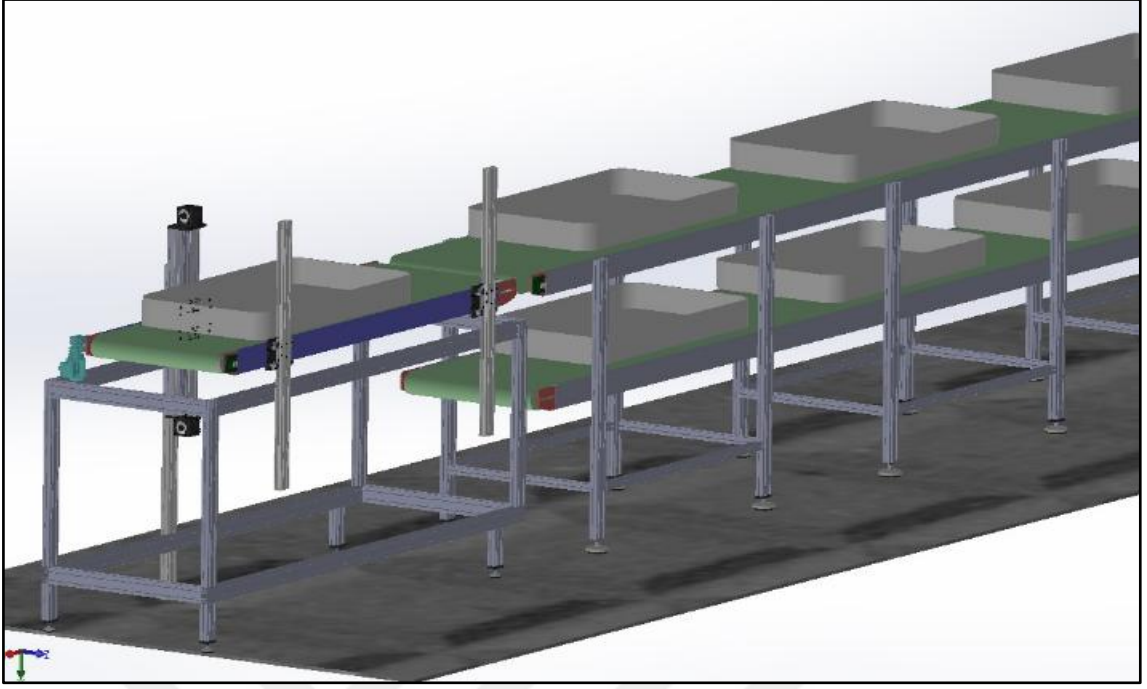
8.6.2. Konveyör Sisteminin Seçilmesi

Aşağıda Tablo 7. De görülen, avantaj ve dezavantajları değerlendirilerek puanlama yapılan konveyör sistemlerinden Alt.1 Avantajlarının fazlalığı ve en yüksek puanı alması sebebi ile tercih edilmiş ve tasarımı yapılarak planlanmıştır.

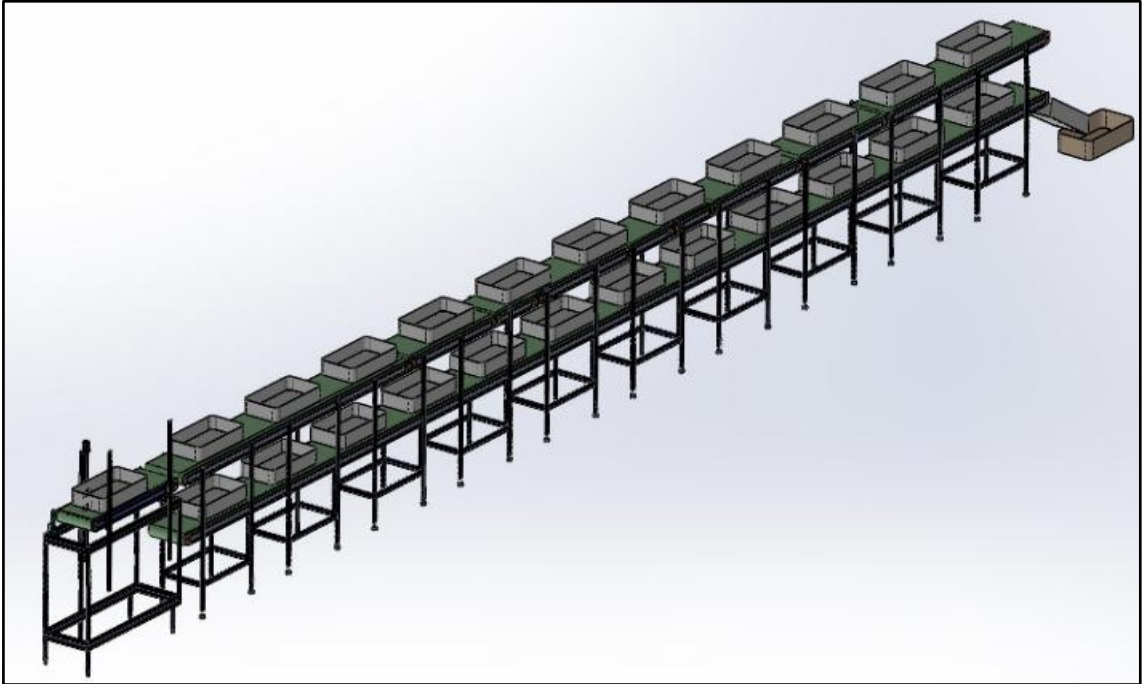
Yerleşim düzeni prensiplerinden Ürüne Göre Yerleşim düzeni en uygun alternatif olarak kabul edildiğinden üretim hattı yerleşiminin de Ürüne Göre Yerleşim mantığı ile planlanması uygun çözüm olarak kabul edilmiştir.

KONVEYÖR SEÇİM PUANLAMA TABLOSU			
	KONVEYÖR TİPİ		
	Alt.1	Alt.2	Alt.3
Ergonomik çalışma ortamı	3	3	3
Çift kat olarak tasarlanması	3	2	1
Otomasyon sistemi kurulabilmesi	3	3	3
Esnek üretime uygunluk, üzerinde değişiklik yapabilme kabiliyeti	3	1	2
İstasyonlar arası stoper olması	3	3	3
Montaj ve demontaj kolaylığı	3	1	2
Yeni gelecek koltuk çeşitlerine göre revize edilebilme	3	1	2
Manuel çalışabilme kabiliyeti	3	1	1
Bakım ve yedek parça maliyeti	3	1	2
Fiyat	3	1	2
TOPLAM PUAN	30	17	21
Puanlama için 1 ve 3 arasındaki değerler kullanılmış olup, en pozitif durum için 3 değeri kabul edilmiştir.			

Tablo 7. Konveyör Seçimi Puanlama Tablosu



Şekil 44. Karar Verilen Konveyör Tasarımı



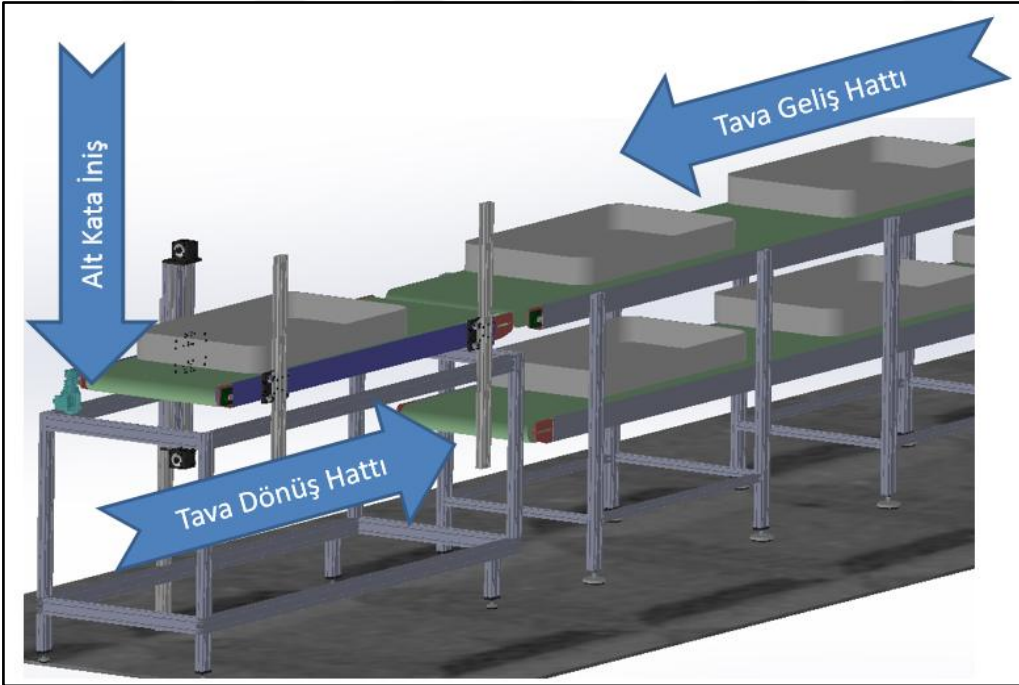
Şekil 45. Karar Verilen Konveyör Tasarımı

Konveyör ile ilgili olarak yapılan bu seçim sonrasında mevcutta el ile taşınan ve ergonomik olmayan bu durum ortadan kaldırılmış ve bir kişinin yaptığı bu taşıma işlemi kazanç olarak sağlanmıştır.



Mevcut İş yükü
462 sn./takt

Şekil 46. Tavaların Toplanarak Taşınması (Mevcut Durum)



Planlanan İş yükü
0 sn./takt

Şekil 47. Tavaların Otomatik Taşınması (Tasarlanan Durum)

Tavaların toplanma süresi : 462 sn./Operatör -1 takt süresi (Mevcut 64 dk.)

İyileştirme Sonrası İş Yüğü : 0 sn./ koltuk

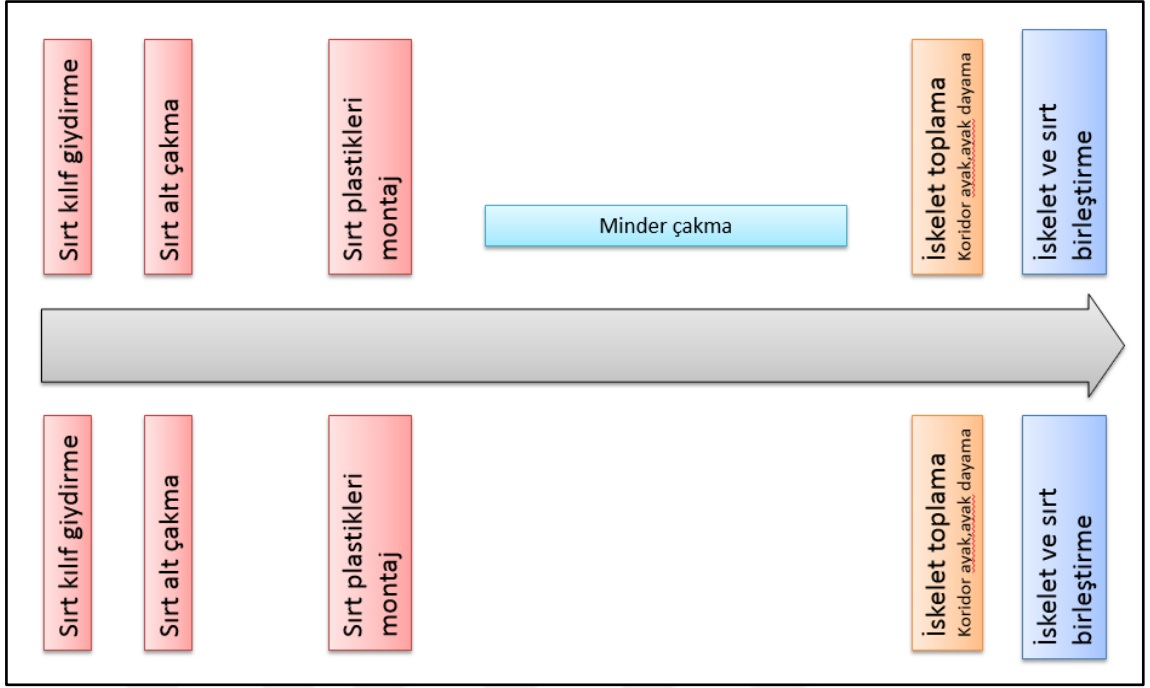
Kazanım : 1-(0/462)

: % 100

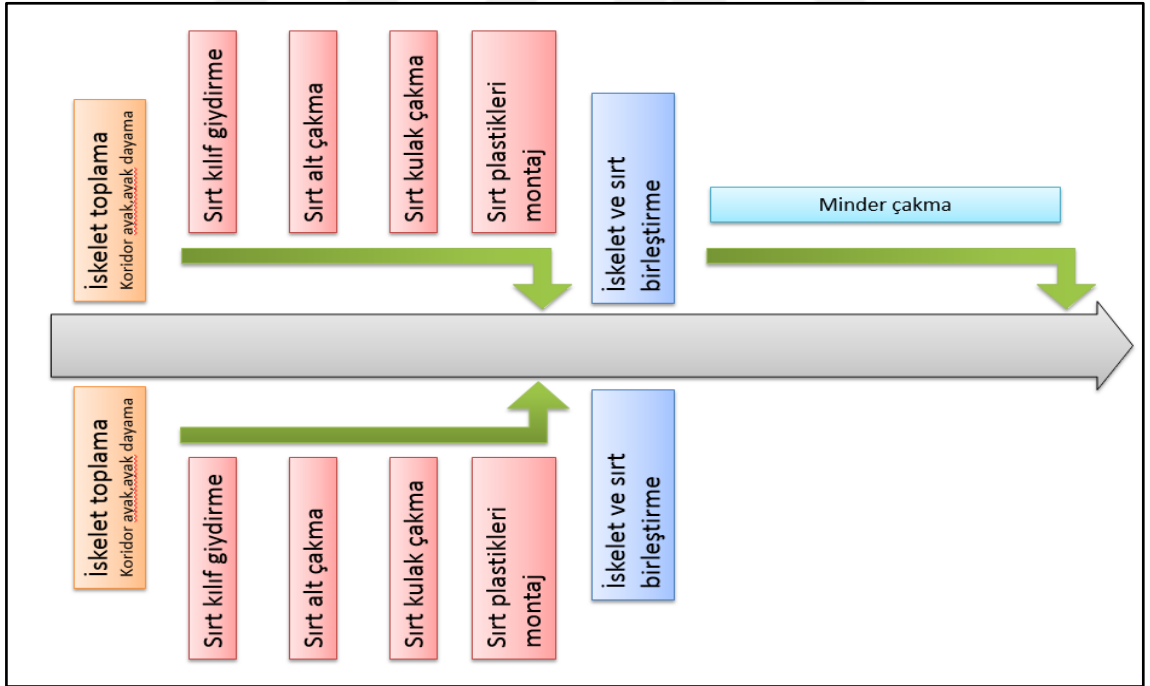
8.6.3. Koltuk Hazırlık ve Birleştirme Bandının Tasarlanması

Mevcutdaki bandın en büyük sorunlarından biri hazırlanan arkalığın minder bandına uğrayarak birleştirme istasyonuna gitmesi ve çevresinde çok fazla montaj tertibatının aynı hatta olmasından dolayı istasyonların birbirinin içine girmiş olmasıdır. Tasarım yapılırken özellikle aynı hat üzerinde esnek ve yalın üretim sistemi felsefesine uygun olarak farklı otobüs tiplerine ait, farklı koltukların üretilmesine ortam sağlayacak bir bant sistemi kurulması planlanmıştır. Ayrıca bu bandın sonundaki birleştirme istasyonu sonrası hazırlanan koltukların taşıma arabalarına yüklenmesi ile ilgili olarak bir yükleme sistemi tasarlanması ve biten koltukların ergonomik olmayan şekilde taşıma arabasına yüklenmesinin ortadan kaldırılmasında incelenmiş ve bu yükleme işlemi için pnömatik olarak çalışan manipülör sisteminin kullanılması uygun bulunmuştur. Çalışma ile ilgili olarak mevcut durum dâhil 3 alternatif incelenmiş ve bu alternatiflerden esnek üretim çalışma mantığına uygun olan yerleşim düzeni seçilmiştir.

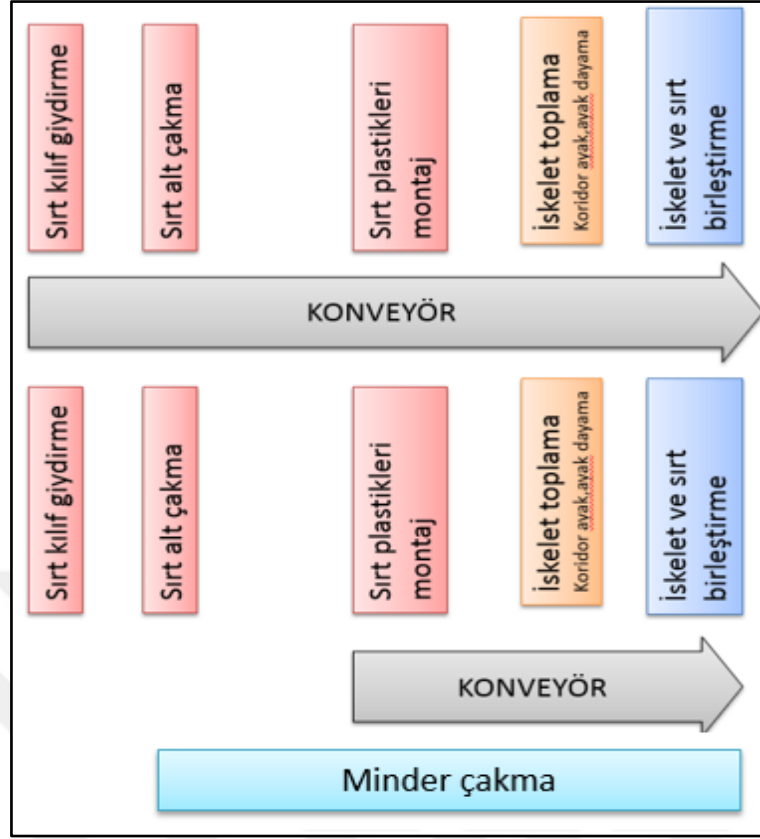
Seçim yapılırken, özellikle malzeme besleme ve son mamulün banddan çıkış arasındaki mesafenin minimumda tutularak alan tasarrufu yapılması, operatörlerin kendi inisiyatiflerine göre bandı yönlendirmemesi için istasyon çalışma alanlarının belirlenmesi, İSG şartlarının yüksek oranda sağlanması, lojistik birimi tarafından getirilen parça ve malzemelerin banda en kolay şekilde verilmesinin sağlanması göz önüne alınmış ve bu felsefeler esnemeyen bir kural olarak uygulanmıştır.



Şekil 48. Tasarlanan Hat Yerleşimi Alt.1 (Mevcut Durum)



Şekil 49. Tasarlanan Hat Yerleşimi Alt.2



Şekil 50. Tasarlanan Hat Yerleşimi Alt.3

ÜRETİM HATTI SEÇİMİ PUANLAMA TABLOSU			
	ÜRETİM HATTI TİPİ		
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
İSG Şartları	2	2	3
Ergonomi Şartları	2	2	3
Esnek Üretim Şartları	2	3	3
Bakım	2	2	3
Konveyör	2	3	3
Teknoloji	2	2	2
Alan (m ²)	2	2	3
TOPLAM PUAN	14	16	20

Puanlama için 1 ve 3 arasındaki değerler kullanılmış olup, en pozitif durum için 3 değeri kabul edilmiştir.

Tablo 8. Üretim Hattı Seçimi Puanlama Tablosu

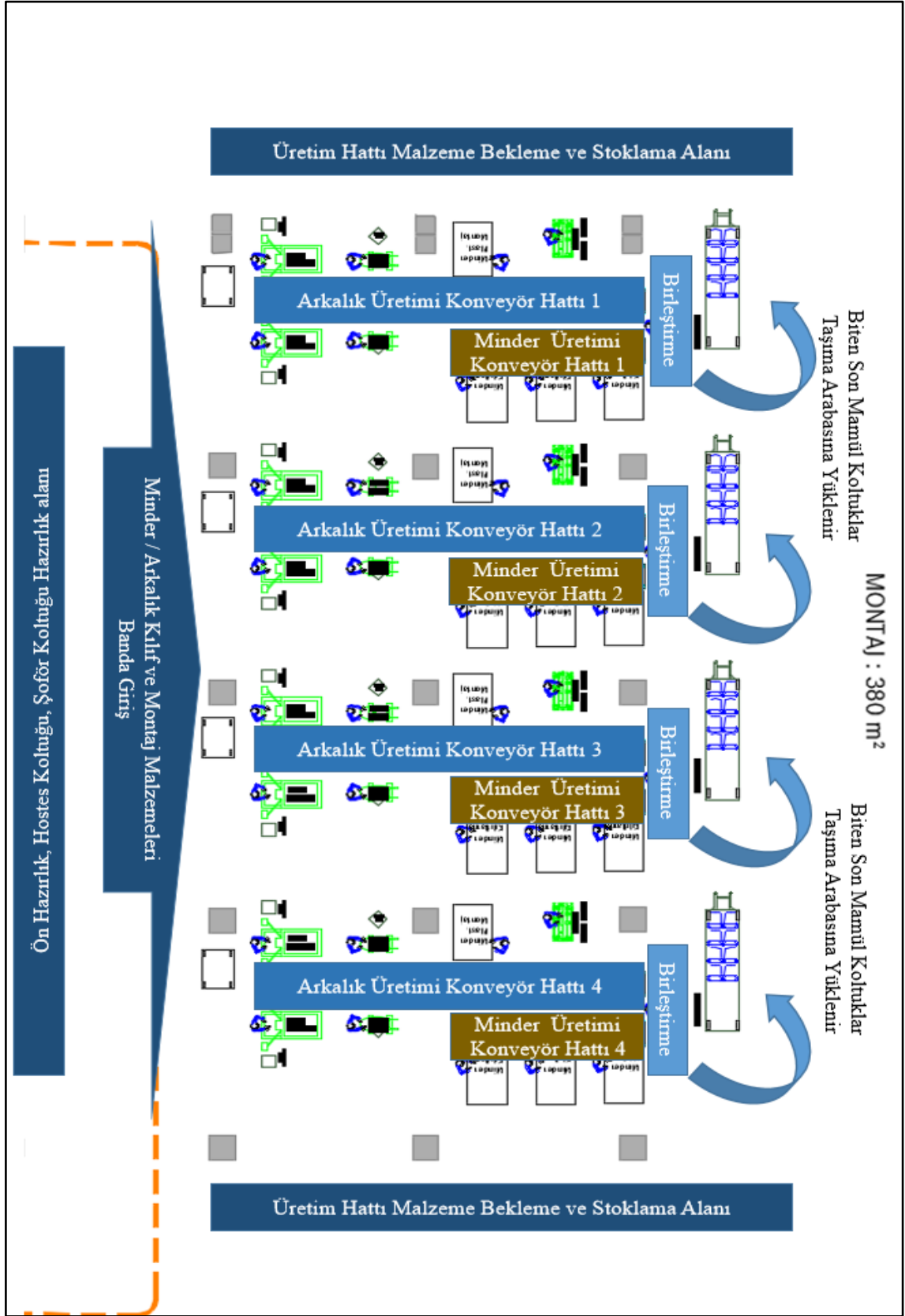
Hat yerleşimi için tasarlanan ve bu 3 alternatif durumundan 3. Alternatif olan yerleşim seçilerek detaylı iş akışı hazırlanmıştır. Özellikle yeni yerleşimde bandın dört ayrı hat olarak tasarlanması ve arkalık ile minder hattının birbirinden ayrılması eski sistemdeki bekleme sürecini kaldıracağından verimliliğin artmasına sebep olacaktır. Burada yapılan yeni hat düzeni ile daha esnek ve daha yalın bir band oluşturulmuş daha önceden iç içe girmiş olan minder hattı ile arkalık hattı birbirinden ayrılmıştır. Bu sayede arkalık, montaj işlemleri bitiminde minder hattından geçmediğinden zaman kaybı oluşturmadan direkt olarak birleştirme istasyonuna gidecektir. Ayrıca bandın sonunda 4 ayrı koltuk taşıma arabasına 4 ayrı manipülatör ile yükleme yapılacağından İSG şartları ve ergonomi prensipleri tam anlamı ile sağlanmış olacaktır. Aynı zamanda birbirinden bağımsız dört ayrı konveyörün olması herhangi bir arıza anında bölgesel durmalara sebep olacağından buradan oluşan kayıplar minimumda tutulacaktır. Eski sistemde konveyörde bir arıza oluşması durumunda hattı tamamen durdurmaktaydı ancak yeni sistemde sadece arızalı konveyör hattı duracağından diğer üç hat komple çalışacaktır.

Eski sistemde arızadan kaynaklı duruş tek hat için % 100, tüm hat için %50 iken, yeni sistemde bu oran tüm hat için % 12,5 olacaktır. Bu veri Alternatif 3 Hat Yerleşim Şeklinin seçilmesinde en büyük verilerden biri olmuştur.

Aynı zamanda her ikili hat sonunda koltuklar birleştirilerek direkt manipülatörler ile taşıma arabalarına yükleneceğinden yapılan işlem adımları için standartlaşma sağlanacaktır. Eski sistemde montajı biten koltukların taşıma arabasına el ile yüklenmesi sırasında ergonomik problemler sebebiyle arabanın çeşitli yerlerine çarpmalardan dolayı oluşabilecek hasarlanmalar bu hat sisteminde ortadan kaldırılmıştır.

TAKT SÜRESİ 64 dk. Yerine

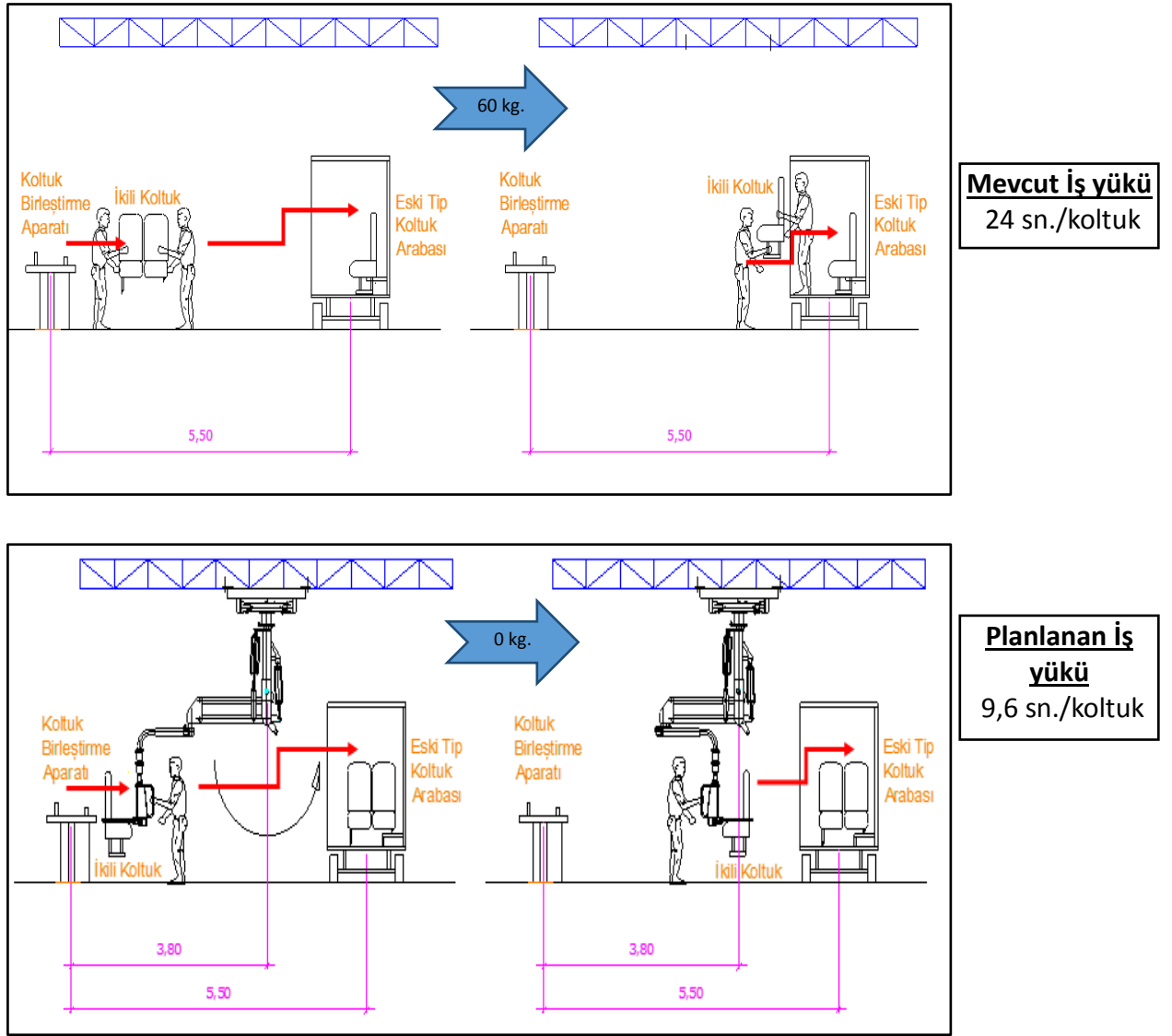
TAKT SÜRESİ 57 dk. Olacaktır.



Şekil 51. Hat Yerleşim Akış Şeması (Planlanan Durum)

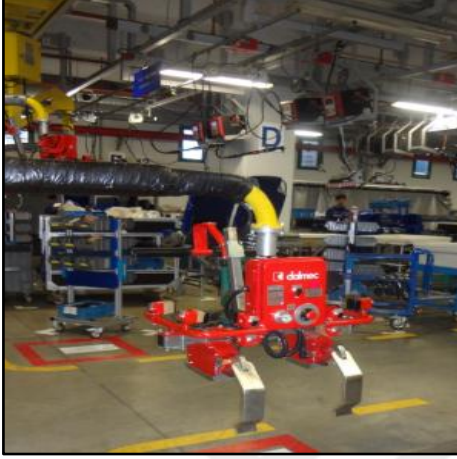
8.6.4 Taşıma Arabasına Koltuk Yükleme Potansiyel İyileştirme

Koltuk üretimi bandında olan problemlerden biride biten ikili koltukların taşıma arabalarına istiflenmesidir. Bu işlem iki kişi ile ve oldukça ağır şartlarda yapılmakta olup işlemin bir kişi ile ve ergonomik olarak yapılması için pnömomatik çalışan manipülötör sistemi kullanılması amaçlanmıştır. Yapılan gerçek deneme ile bu işin bir kişi ile ve çok daha kısa sürede yapılacağı tespit edilmiştir. Üretici firmadan bir adet manipülötör için ortalama 10.000 Euro/Adet olarak fiyat alınmıştır. Firmada bir operatör maliyetini tüm giderler dâhil 2.250 Euro/Ay kabul edersek, manipülötör 5 ayda kendi yatırım maliyetini karşılayacaktır.



Şekil 52. Biten Koltuğu Taşıma Arabasına Yükleme Öncesi ve Sonrası

Manipulatörler; İş kazası riskini azaltır, operatörün sırt ve bel sakatlığı risklerini azaltır. Birden fazla kişi ile yapılan bir işin sadece bir kişi tarafından yapılmasını sağlayarak iş gücü kullanımını azaltır. Birçok durumda operasyon hızını artırır. Operatör yorgunluğunu önemli ölçüde azaltır. Ürünlerdeki, makine veya istasyon donanımlarındaki hasarları elemine eder.



**Planlanan İş
yükü**
9,6 sn./koltuk

Şekil 53. Koltuğu Taşıma Arabasına Yükleme için Tasarlanan Manipulatör

Toplam Mevcut İş Yüğü : 24 sn. / koltuk (2 operatör için)

İyileştirme Sonrası İş Yüğü : 9,6 sn. / koltuk (1 operatör için)

Kazanım : 1-(9,6 / 24)

: %60

8.6.5 Taşıma Arabası Yeni Dizayn Potansiyel İyileştirme

Biten koltukların araca montaj için başka binaya sevinde kullanılan koltuk taşıma arabaları hem yükleme hemde taşıma esnasındaki ergonomi ve ölçü problemleri sebebi ile verimsizlik işçiliklere ve zaman kaybına sebebiyet vermektedir. Mevcut koltuk taşıma arabalarının çekici donanım arkasına bir adet olarak bağlanması aynı zamanda oldukça büyük ve ağır bir yapıda olması transport işlemindedeki sorunlara yol açmaktadır. Arabanın devrilme riski, yağışlı havalarda kayma sorunu, içyapı tasarımının metal yüzeyleri yalıtım kaplı olmadığından koltukları hasarlama riskinin olması, tekerlek sisteminin merkezden mafsallı

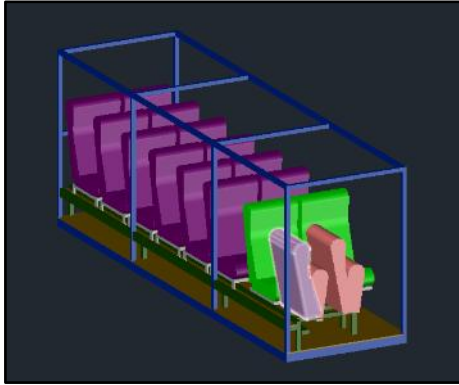
olmaması sebebi ile hareket kısıtlaması olmaması ve birbiri ardına takılamaması sebebi ile yeni araba tasarımı yapılmıştır.



Mevcut iş yükü
1248 sn./takım

Şekil 54. Koltuk Taşımada Kullanılan Arabalar (Mevcut Durum)

Çekici arkasına sadece bir adet olarak bağlanabilen taşıma arabalarının yerine yeni bir taşıma arabası tasarlanmış olup, çekici arkasına 4 adet olarak bağlanabilmektedir. Mevcutta her seferde $\frac{1}{2}$ araçlık koltuk taşınabildiğinden zaman kaybı oldukça yüksektir. Yeni tasarlanan araba sayesinde 1 araçlık koltuk bir seferde koltukların araçlara montaj yapıldığı binaya gönderilebilecektir.



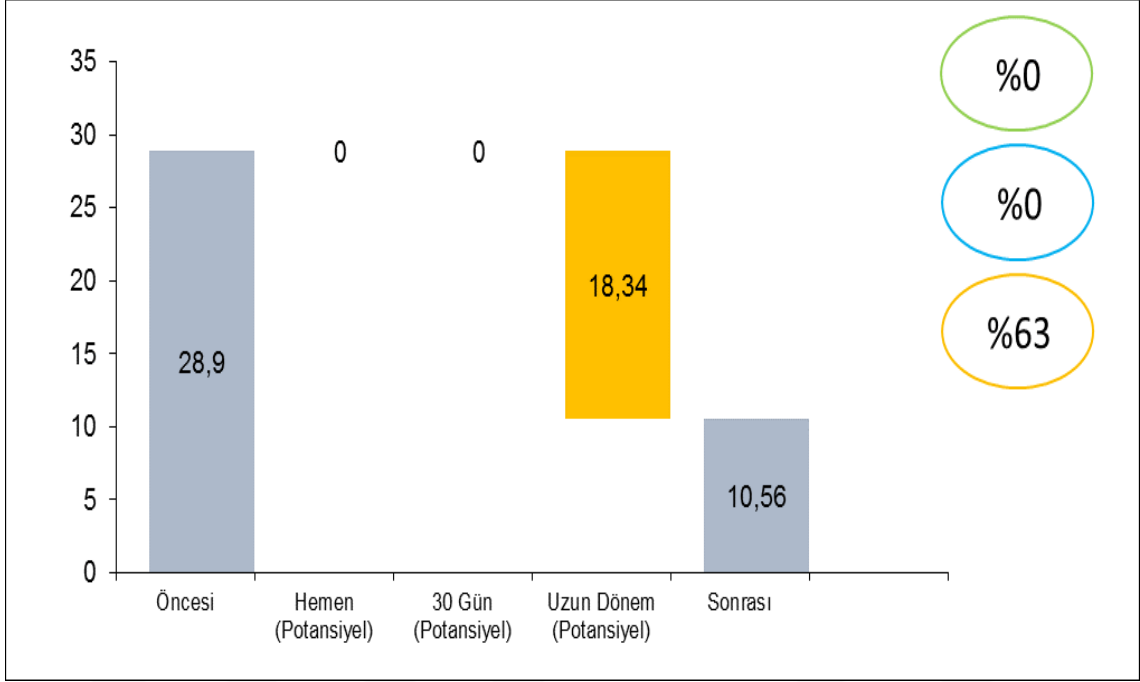
Planlanan iş yükü
624 sn./takım

Şekil 55. Yeni Tasarlanan Koltuk Taşıma Arabası

Toplam Mevcut İş Yüğü : 1248 sn. / takım (2 li x 25 koltuk)

İyileştirme Sonrası İş Yüğü : 624 sn. / takım (2 li x 25 koltuk)

Kazanım : % 50

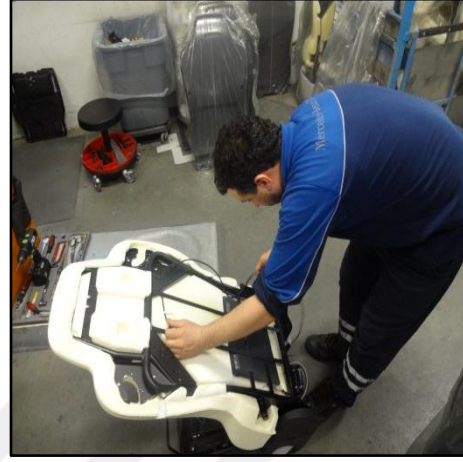


Şekil 56. Koltuk Hattı İçin Potansiyel Çalışmalar Zaman Kazancı

8.7. Koltuk Üretim Hazırlık Alanı Potansiyel Çalışmalar

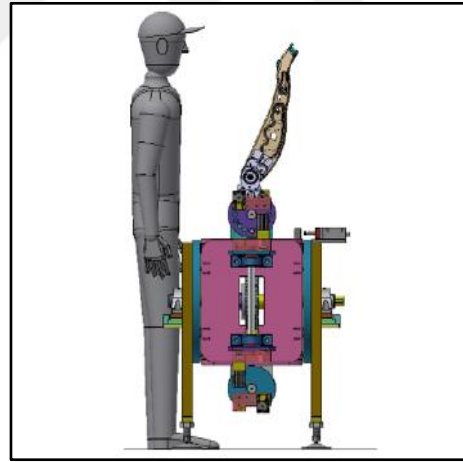
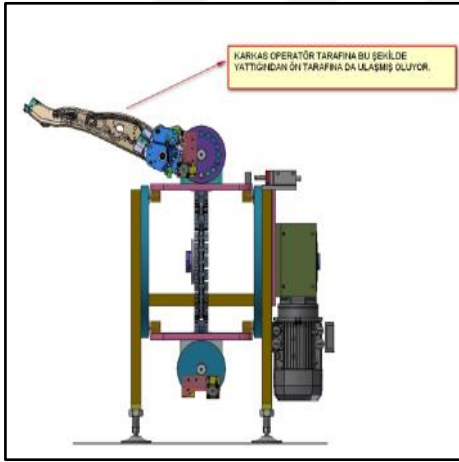
Koltuk üretimi hazırlık bandında problemlerden biri şoför koltuklarının gelen şekli ile paketinden mevcut vinç ile çıkarılamaması olup alan içindeki hareketinde operatörün fiziksel gücünü kullanarak şoför koltuğunu taşıması oldukça büyük bir problemdir. Bu uygun olmayan ağırlığın operatör tarafından kaldırılması sebebi ile operatör sıkı sık bel ve kol ağrısı çektiğinden rapor almaktadır. Bu durumda doğal olarak iş gücü kaybına sebebiyet vermektedir. Gelmediği hergün için banddan bir operatör bu istasyona çekilere fazla mesai yapması istenmektedir. Ayrıca şoför koltuğu montajında kullanılan ve elektrikli olarak sadece yukarı aşağıya hareket eden makaslı platformda şoför koltuğunun montaj şekli sebebi ile oldukça zaman kaybettirmektedir. Ortalama koltuk başına bu gereksiz hareketlerden dolayı 16 dk. Zaman kaybedilmektedir.

Bu işlem için tasarlanan montaj donanımı sayesinde bu süre 2 dk. Olarak iş adımlarına girecek olup verimlilik üst seviyeye çıkarılacaktır. Ayrıca operatörün İSG şartlarına göre ergonomik çalışması da bu tertibale sağlanmış olacaktır.



Mevcut İş yükü
3840 sn./koltuk

Şekil 57. Şoför Koltuğu Hazırlığı (Mevcut Durum)



Planlanan İş yükü
3240 sn./koltuk

Şekil 58. Şoför Koltuğu Hazırlığı (Tasarlanan Durum)



Şekil 59. Tasarlanıp Deneme Yapılan Ş.K. Tertibatı

Toplam Mevcut İş Yüğü 3840 sn./ koltuk

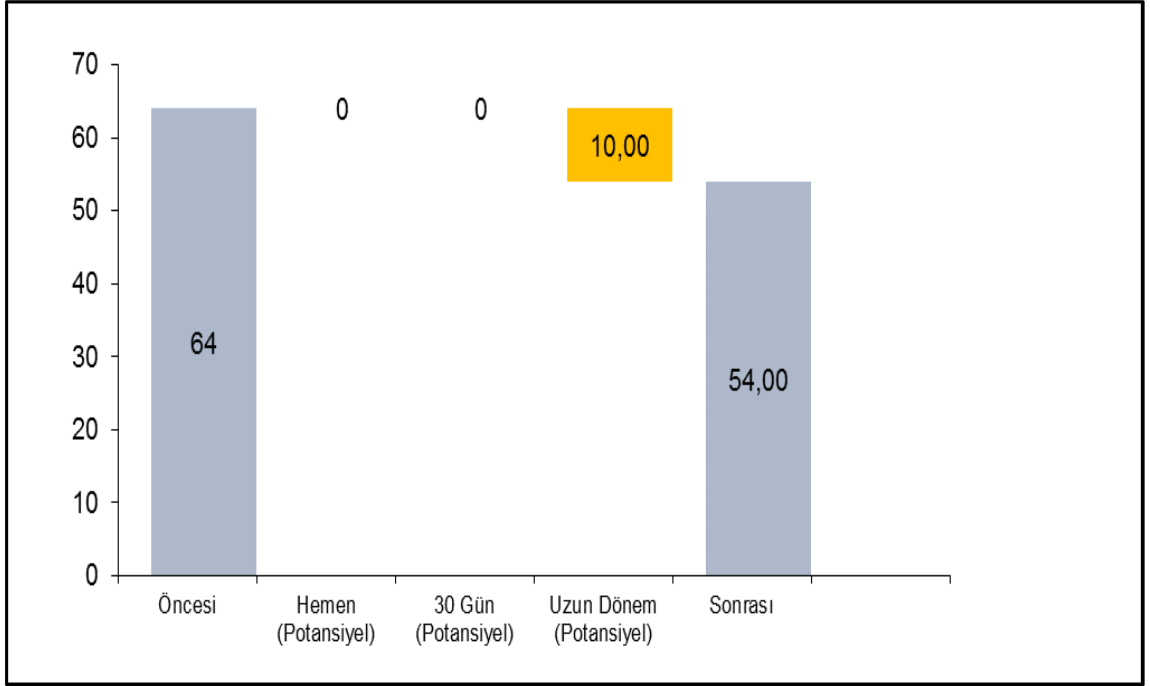
İyileştirme Sonrası İş Yüğü : 3240 sn./ koltuk

Kazanım : 1-(3240 / 3840)

: % 15,6



Şekil 60. Şoför Koltuğu Hazırlık Alanı Planlanan Vinç



Şekil 61. Koltuk Üretim Hazırlık Alanı Potansiyel Çalışmalar Zaman Kazancı

PROJE YATIRIM MALİYETİ			
	Adet	Birim Fiyat (€)	Toplam Fiyat (€)
Konveyör	4	12.000	48.000
Manipülâtör	4	10.000	40.000
Otomat Dikiş Makinası	4	2.100	8.400
Muhtelif Aparatlar (Kılıf Hazırlık ve Dikim)	1	1.500	1.500
Kılıf Çevirme Makinası	1	1.500	1.500
Koltuk Taşıma Arabası	20	2.000	40.000
İnşaat Giderleri	1	5.000	5.000
Elektrik Tesisat Giderleri	1	4.000	4.000
Mekanik Tesisat Giderleri	1	3.000	3.000
Diğer	1	5.000	5.000
GENEL TOPLAM		156.400 €	

Tablo 9. Proje İçin Yatırım Maliyeti

1. Plan Zamanı	Araç plan zamanı	13,7 saat			
	Ön montaj iş yükü	0,0 saat	0	dk.	
	Montaj bandı araç iş yükü	13,7 saat	820	dk.	
	İşletmeye alma iş yükü	0,0 saat	0	dk.	
2. Verimsizlik	Direk İlaveler	3,00%			
	Verimsizlik	1,00%			
	Özel Müşteri İsteği	1,00%			
	Tecrübe kat sayısı	1,00%			
	Endirek İlaveler	1,00%			
Verimsizlik	1,00%			Çalışan hesabı	
3. Üretim	Yıllık üretim sayısı	3800 KAPA / yıl			
	Yıllık çalışma gün sayısı	239 gün			
	Bir senelik gün sayısı	365 gün			
	Hafta sonu tatilleri	104 gün			
	Tatil ve bayramlar	12 gün			
	İşletme tatili	10 gün			
	Çalışmanın çalışma gün sayısı	209 gün			
	İzin gün sayısı	20 gün			
	Eğitim, hastalık vs.	10 gün			
Günlük üretim	15,9 Araç / gün				
Takt zamanı	56,6 dk.				
4. Çalışma	Band istasyon başı ort. çalışan sayısı	14 Çalışan / İstasyon			
	İşletmeye alma istasyon başı ortalama çalışan sayısı	1 Çalışan / İstasyon			Verimsizlik kat sayısı 1
	Vardiya sayısı	2 vardiya			
	Vadiyalık net çalışma süresi	7,50 saat	450	dk.	
	Günlük çalışan başı iş yükü	15,00 saat			
5. Alanlar	İstasyon alanları		en	boy	Bir ikili istasyon
	Toplam ikili istasyon alanı	84 m ²	4	m 6	m 24 m ²
	Ön montaj alanları	100,8 m ²			1,2 KS
	İşletmeye alma istasyonları	0 m ²	4	m 0	m 0 m ²
	Ara araç stok bekleme alanı	0 m ²	Adet 0	4	m 0 m 0 m ²
	Transport alanları				
	İkili istasyon transport yolları	0 m ²	0	m 0	taraf 0 m ² /mİst
	Araç transport kayıpları	0 m ²	0	adet	200 m ²
	Ön montaj transport yolları	12,6 m ²			0,125 KS
	Endirekt alanlar				
Üretim Birim Yöneticisi odaları					
Üretim toplantı odaları					
Dinlenme mahalleri					
Takım ve el aleti ambarı					
6. Özet	Çalışan İhtiyacı (Teknik)	30,13	Çalışan		
	Band İstasyon sayısı	1,07	İstasyon		
		7,00			
	İşletmeye Alma İstasyon sayısı	0,00	İstasyon		
		4,00			
Toplam Alan İhtiyacı	197,40	m ²			
! Veri girisi yapılacak hücreler !!!					

Tablo 10. Üretim Bandı Veri Detayı Hesaplama Tablosu (Yeni Yerleşim Sonrası)

YENİ YERLEŞİM DÜZENİNE GÖRE MALİYET ANALİZİ (Yıllık 50 Koltuklu, 3800 araç için hesaplanmıştır)			
	Araç Başı Zaman Kazancı (h)	Yıllık Zaman Kazancı (h)	Yıllık Parasal Getiri (1 adam/h: 10 €)
Kılıf Hazırlık ve Dikim Hattı	0,91	3458	34580
Koltuk Üretim Hazırlık Alanı	0,17	646	6460
Koltuk Üretim ve Montaj Hattı	0,31	1178	11780
NET TASARRUF	1,39	5282	52.820 €
TOPLAM YATIRIM		156.400 €	
YATIRIMIN GERİ DÖNÜŞ SÜRESİ (YIL)		3,0	

Tablo 11. Proje Maliyet Analizi

SONUÇ

Tez çalışmasında görüldüğü üzere başta hedeflenen % 15' lik bir verimlilik artışı hemen hemen tüm istasyonlarda yapılan iyileştirmeler ve çözümler ile sağlandı. Özellikle teknolojinin kullanılması ve Yerleşim Düzeni prensiplerinden uygun olanların seçilmesi ile hem zaman tasarrufları yapıldı hemde İSG ve ergonomi şartları sağlandı.

Yerleşim düzeni prensiplerinden Koltuk Montaj alanı için Ürüne Göre Yerleşim Düzeni seçildi. Burada en önemli faktör alanda konveyör sistemi kullanılacak olması ve konveyör tipi çalışan donanımların Ürüne Göre Yerleşim Düzeni mantığında kullanılmasının daha verimli sonuçlar vermesidir. Özellikle ürün çeşitliliğinin sadece koltuk cinslerinden oluşması ve bunlarında şehirlerarası ve belediye tipi olarak iki ana çeşitten bunun kırılımında yedi çeşitten oluşması yani çeşitliliğin az olması bu yerleşim düzenini seçmede rol oynadı. Çeşitlilik az olmasına rağmen günlük üretim sayılarının yüksek olması, ortalama 750 adet/gün koltuk imalatı yapmak bu prensibin seçilmesinde yine önemli bir faktör olarak kabul edildi.

İşin içine tüm Koltuk Hazırlık ve Koltuk Montaj Hattı girdiğinde ise Koltuk Hazırlık alanları Hücresel Yerleşim Düzeni mantığına göre tasarlandı. Burada yapılan ürün ve işlemler aynı olup Hücresel Yerleşim Düzeni prensibi çözüm olarak kabul edildi.

Ergonomi ve İSG prensipleri kullanılarak oluşabilecek bir iş kazasının ve meslek hastalıklarının önüne geçildi. Aynı zamanda İSG ve ergonomi prensiplerinin uygulanması ile oluşabilecek operatör işçilik kayıplarının da minimumda tutulması sağlandı. Mevcutta bulunan koltuk üretim hattı yapılan iyileştirmeler ve düzenlemeler ile 14 Araç/2 vardiya sayısından, 16 Araç/2 vardiya olan sayısına ulaştırıldı.

Özellikle temin edilen tertibat ve makinaların tüm koltuk tiplerine göre seçilmiş olması ve 2 hat olan üretim hattının 4 hat olarak tasarlanması ile esnek üretim şartları üst düzeye çekildi. Koltuk üretim hattının 4'lü hatta dönüştürülmesi sırasında konveyörün iki katlı olarak tasarlanması ve çevresindeki tüm istasyonların esnek üretim mantığına göre yerleştirilmesi ile çalışma hücreleri oluşturuldu. Burada

kullanılan alan 473 m² 'den 380 m² 'ye çekilerek Kaizen prensiplerine uygun olarak alan tasarrufu sağlandı. Aynı zamanda bu 4'lü hat mantığı sayesinde malzeme akışı ve biten mamülün araca montaj hattına gitmesine olanak sağlayan taşıma sistemide daha verimli şekilde kullanılılır hale getirildi.

Standart yapılan koltuklar haricinde özel koltuk imalatı yapılan alanlardan şoför koltuğu alanı yeniden tasarlanarak çalışma şartları düzenlendi. Ergonomi ve İSG prensipleri uygulanarak daha sonradan oluşabilecek istenmeyen durumların önüne geçildi ve ekonomik anlamda sonradan çıkacak maliyetler önlendi.

Yeni geliştirilen koltuk taşıma arabaları sayesinde transport süresi kısaltıldı. Bu arabada kullanılan tüm malzemelerin dış yüzeylerinin yalıtım maddesi ile kaplanması planlandı. Tekerlek sisteminin taşıma sırasında zeminden gelen darbeleri sönümleyici dolgu tekerlek olarak seçilmesi ve bu sayede montaja hazır koltukların hasarlanmasının önüne geçilerek verimsiz işçilik oluşması önlendi.

Yapılan tüm iyileştirmeler ile araç başı; hattı besleme, hazırlık, imalat, sevkiyat yükleme ve sevkiyat dâhil 1,39 saatlik iyileştirme sağlandı. 3.300 Ad./Yıl olarak yapılan araç üretimi (Bkz. Tablo 1.) yapılan yeni yerleşim düzeni sonrası Esnek ve Yalın üretim sistemlerinin de uygulanması ile 3800 Ad./Yıl (Bkz. Tablo 9.) olarak hesaplandı. Bu sayede % 15' lik net hedef sağlandı. Tüm bu iyileştirmeler ile günün şartlarına uygun ve müşteri isteklerine hızla cevap verebilecek çevik bir sistem oluşturuldu. Aynı zamanda karmaşık düzenden arındırılmış daha yalın özellikle arkalık ve minder hazırlama süreçlerinin birbirinden ayrıştırılması ile daha esnek bir üretim mantığına geçildi.

Sonuç olarak seçilen üretim hattı Yerleşim Düzeni yeniden tasarlanarak esnek ve yalın üretim prensiplerine uygun verimliliği yüksek yeni bir hat olarak planlandı

Bu çalışmanın bir sonraki adımında 4700 Araç/Yıl üretimi yapabilmek amacı ile teknolojiden daha fazla yararlanma, iş yüklerinin daha eşit dağılımını sağlama ve Esnek Üretim prensiplerini daha fazla uygulaması hedeflenmelidir.

KAYNAKLAR

[1] **Ballou, Ronald H.**, 1999 Business Logistics Management Planning Organizing and Controlling The Supply Chain, Prentice Hall International, s.6.

[2] **Supply Chain Management Professionals CSCMP**, 2006 <http://www.cscmp.org/Downloads/Resources/glossary03.pdf>

[3] **Julien Bramel-David Simchi-Levi**, 1997 The Logic of Logistics: Theory Algorithms and Applications for Logistics Management, Springer, s.1.

[4] [http ://www.students.itu.edu.tr/~ergonomi/bilbank/insan2.html](http://www.students.itu.edu.tr/~ergonomi/bilbank/insan2.html), erişim tarihi: 22.09.2003

[5] **Smith, J. L, Woldstad, J. C., & Patterson, P.**, 2003 Ergonomics of Manual Materials Handling. N. J. Hoboken içinde, Environmentally Concious Materials Handling, s. 31-60, Wiley, Texas, USA

[6] **Kanavaty G. çev Akal, Z.**, 1997 İş Etüdü, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları/ILO: 29, Ankara

[7] **Tichauer, E. R.**, 1973 The Industrial Enviroment – It's Evaluation and Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Education and Welfare, Washington, D.C, s. 138–139.

[8] **Cenkel, T.**, 2000 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Mevzuatı, Türkiye Metal Sanayicileri Sendikası, İstanbul

[9] **Gerek, N.**, 2000 İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, Anadolu Üniversitesi Yayın No: 967, Eskişehir

[10] **Ağca, N.**, 1999 ÇSGB İSİG Sempozyumu, ÇSGB İşçi Sağlığı Daire Başkanlığı, Ankara,

[11] **Groover, M.P.**, 1987 Automation Production Systems and Computer Integrated Manufacturing. New Jersey: Prentice Hall, Inc.

[12] **Parrish, David**, 1990 Flexible Manufacturing. Butterworth: Heineamann Ltd.

[13] **Martinich, Joseph S**, 1997 Production and Operations Management, an Applied Modern Approach. New York: John Willey and Sons, Inc.

[14] **Riggs, J.L**, 1987 Production Systems: Planning - Analysis and Control. 4. Baskı. New York: John Willey and Sons, Inc.

[15] **Tekin, Mahmut**, 2003 Üretim Yönetimi. Cilt 2. Geliştirilmiş ve Değiştirilmiş 4.Baskı. Konya: Günay Ofset.

[16] **Okur, A. Serdaroğlu**, 1997 Yalın Üretim: 2000' li Yıllara Doğru Türkiye Sanayii İçin Yapılanma Modeli. İstanbul: Söz Yayın Yönetim Dizisi.1

[17] **Sondakh vd**, 2002

[18] **Güçray, Arzu**, 2001 “ 21. Yüzyıl Üretim Paradigması: Çevik Üretim”, II. Üretim Araştırmaları Sempozyumu. İstanbul: ss. 112-116

[19] **Dereli, Türkay, Adil Baykasoğlu, Sena Emre ve Tolunay Sevim**, 2003 “Çeviklik, Tepkisellik ve Esnekliğin Yeni Ürün Geliştirme Sürecine Yansımaları.”, ÜAS’03 III. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler. İstanbul Kültür Üniversitesi. ss. 607 – 612

[20] **Gümüšoğlu, Şevkinaz ve Yılmaz Gökşen**, 2003 “Hücreyel Üretim Sistemi– Diğer Çağdaş Üretim Teknikleri İlişkisi”, ÜAS’03 III. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Bildiriler. İstanbul Kültür Üniversitesi. ss. 477 – 484

[21] **Ataman, Göksel**, 2002 İşletme Yönetimi Temel Kavramlar ve Yeni Yaklaşımlar. 2. Baskı. İstanbul: Türkmen Kitabevi.

[22] **Tavukçuoğlu, Cengiz**, 2002 “Yeni Üretim Tekniklerine Bir Bakış”, erişim: www.kho.yayınlar/btym/yayinlistesi/yayinlar/199yeniuretimteknikleri

[23] **Üreten, Sevinç**, 1991 “Esnek İmalat Sistemleri”, Gazi Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. Ankara: Cilt 7, Sayı 1-2. ss. 305-316

[24] **Nahmias, Steven**, 1997 Production and Operations Analysis. Third Edition. United States of America. Irwin Inc.

[25] **Hill, W. L. Charles and Gareth R. Jones**, 1992 Strategic Management an Integrated Approach. 2. Edition. Houghton Mifflin Company

[26] **Özgen, Hüseyin ve H. Savaş**, 1996 “Bir Tekstil Sanayi İşletmesinde Esnek Üretim Sistemlerinin Firma Verimliliğine Katkısı Üzerine Bir Araştırma”, Verimlilik Dergisi. Ankara: MPM Yayınları. 1996/2, ss.81-98

[27] **Acar, Nesime**, 2001 Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları. 8. Baskı. Ankara: MPM Yayınları. Yayın No: 280

[28] **Tekin, Mahmut**, 1999 Üretim Yönetimi. Cilt 2. 4. Baskı. Konya: Arı Ofset.

[29] **Heizer, Jay and Barry Render**, 2001 Operations Management. New Jersey: Prentice Hall

[30] **Verter, Vedat ve Sıla Çetinkaya**, 1991 “Esnek Üretim Sistemlerinde Performans Ölçümü”, I. Verimlilik Kongresi Bildiriler. Ankara: MPM Yayınları, No: 454, ss.687-695

[31] **Üreten, Sevinç**, 1999 Üretim / İşlemler Yönetimi Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri. 2. Baskı. Ankara: Başar Ofset.

[32] **Çapçı, A. Semra**, 1997/3 “Esnek İmalat Sistemleri”, Verimlilik Dergisi. Ankara: MPM Yayınları, ss.25-44

[33] **Tekin, Mahmut, Hasan K. Güleş ve Tom Burgess**, 2000 Değişen Dünyada Teknoloji Yönetimi, Bilişim Teknolojileri. Konya: Damla Ofset

[34] **Özgen, Hüseyin ve H. Savaş**, 1996 “Bir Tekstil Sanayi İşletmesinde Esnek Üretim Sistemlerinin Firma Verimliliğine Katkısı Üzerine Bir Araştırma”, Verimlilik Dergisi. Ankara: MPM Yayınları. 1996/2, ss.81-98

[35] **Novalab, Optimizasyon Çözümleri**, 2015 ‘‘Hat Dengeleme ve Operatör Planlama’’, ‘‘Ana Üretim Planlama’’, ‘‘Optimizasyon’’

[36] **Kobu, Bülent**, 2014 ‘‘Üretim Yönetimi’’ Beta Basım Yayın



EKLER

Ek A: Üretim Bandı Veri Detayları Hesaplama Tablosu Formül Dataları



EK. A

A1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
2	Araç plan zamanı												
3	1. Plan Zamanı		On montaj iş yükü	=SUM(E3:E5)	saat								
4			Montaj bandı araç iş yükü	=B3*60	saat				0	dk.			
5			İşlemeye alına iş yükü	=B4*60	saat				0	dk.			
6				=B5*60	saat				0	dk.			
7	Direk İhtiyaçlar		Ventimizlik	=E6-E9-E10									
8			Özd. Mük. İhtiyaçları	0									
9			Tesribe kat sayıs.	0									
10	2. Verimlilik		Ventimizlik	=E12									
11	Endirek İhtiyaçlar		Ventimizlik	0.01									
12													
13													
14	Yük. İhtiyaçları		Yük. İhtiyaçları	0									
15	Yük. İhtiyaçları		Yük. İhtiyaçları	=E16-E17-E18-E19									
16			Br. senelik gün sayısı	365									
17			Hafta sonu tatilleri	0									
18			Tatil ve bayramlar	0									
19	3. Üretim		İşleme tatili	0									
20			Çalışan çalışma gün sayısı	=E15-E21-E22									
21			İzin gün sayısı	0									
22			Eğitim, hastalık vs.	0									
23	Günlük üretim		Günlük üretim	=E14/E15									
24	Tahit zamanı		Tahit zamanı	=E20/E23-E23									
25													
26													
27			Band istasyon baş ortalama çalışan sayısı	14									
28	4. Çalışma		İşlemeye alına istasyon baş ortalama çalışan sayısı	1									
29			Vardiya sayısı	2									
30			Vardiyalı net çalışma süresi	=E29*60									
31			Günlük çalışan baş iş yükü	=E28/E29									
32	İstasyon alanları		İstasyon alanları										
33			Toplam işli istasyon alanı	=E49*E43									
34			Ön montaj alanları	=E33*E34									
35			İşlemeye alına istasyonları	=E35*E31									
36			Ara araç stok bekleme alanı	=E36*E36									
37	Transport alanları		İçli istasyon transport yolları	=E49*E43*E38*E38									
38			Araç transport koyulları	=E39*E39									
39			Ön montaj transport yolları	=E34*E40									
40			Endirek alanlar										
41			Üretim Birim Yöneticisi odaları										
42			Üretim topları odaları										
43			Diğerleme mahalleri										
44			Taşın ve at alet ambarı										
45													
46													
47			Çalışan İhtiyaçları (T. alanları)	=E2*(E7-E11)+E14/(E29*E15)									
48			Band istasyon sayısı	=E4*(E7-E11)+E23/(E26*E30)									
49			İşlemeye Alına İstasyon sayısı	0									
50	6. Özet		İşlemeye Alına İstasyon sayısı	=E5*E27*(E7-E11)+E23/(E27*E30)									
51			Toplam Alan İhtiyaçları	=SUM(E32:E45)									
52													
53													
54													
55													

Tablo A.1. Üretim Bandı Veri Detayı Hesaplama Tablosu Formül Dataları

ÖZGEÇMİŞ

18.Mart.1971 tarihi, İstanbul İli Bakırköy doğumluyum. İlkokulu İbrahim Alaattin Gövsa' da, Ortaokulu Çapa Ortaokul'unda tamamladım. Bakırköy Teknik Lisesi Makine bölümünden mezun olduktan sonra İstanbul Üniversitesi Teknik Bilimler Yüksek Okulunda Makine Bölümünü tamamladım. Ardından Anadolu Üniversitesi İşletme bölümünü bitirdikten sonra. Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans eğitimime başladım. Özel bir şirkette Üretim Planlama bölümünde çalışmaktayım.

Yabancı dilim İngilizce olup, evli ve iki kız çocuk babasıyım