

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GİYİM ENDÜSTRİSİ VE MODA TASARIMI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI GİYİM ENDÜSTRİSİ VE
GİYİM SANATLARI EĞİTİMİ BİLİM DALI

HAZIR GİYİM İŞLETMESİNDE KAYNAK KISITLI
KARMA MODELLİ MONTAJ HATTI DENGELEME VE
UYGULAMASI

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan
Mahmut GÜNGÖR

Ankara
Ağustos, 2012

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GİYİM ENDÜSTRİSİ VE MODA TASARIMI EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI GİYİM ENDÜSTRİSİ VE
GİYİM SANATLARI EĞİTİMİ BİLİM DALI

HAZIR GİYİM İŞLETMESİNDE KAYNAK KISITLI
KARMA MODELLİ MONTAJ HATTI DENGELEME VE
UYGULAMASI

DOKTORA TEZİ

Mahmut GÜNGÖR

Danışman: Doç. Dr. Saliha AĞAÇ

Ankara
Ağustos, 2012

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Mahmut GÜNGÖR'ün "Hazır Giyim İşletmesinde Kaynak Kısıtlı Karma Modelli Montaj Hattı Dengeleme ve Uygulaması" başlıklı tezi 06.08.2012 tarihinde, jürimiz tarafından Giyim Endüstrisi ve Moda Tasarımı Eğitimi Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

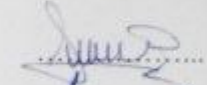
Başkan: Prof. FATMA ÖZTÜRK

Üye (Tez Danışmanı): Doç. Dr. Saliha AĞAÇ

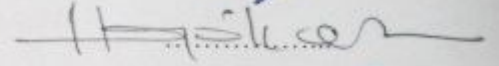
Üye: Prof. Dr. Hacı GÖKÇEN

Üye: Doç. Dr. Pinar Gökübeek Özü

Üye: Doç. Dr. Kürşad AĞPAK











ÖNSÖZ

Bu araştırmanın amacı; farklı parti büyüklüklerinde ve farklı modellerde (karma modeli) erkek gömleği üreten küçük ölçekli üretim işletmelerinde montaj hattı dengeleme problemlerine en uygun çözüm önerileri sunmaktır. Bu amaç doğrultusunda; farklı parti büyüklüğünde ve farklı modelde siparişlerin en verimli şekilde montajının sağlandığı hatların kurulması ve müşterilere istenilen kalitede, en yüksek verimde ve en düşük maliyetle hızlı bir şekilde ürünleri teslim etmek için montaj hatlarının dengelenmesi hedeflenmiştir.

“Hazır giyim işletmesinde kaynak kısıtlı karma modeli montaj hattı dengeleme ve uygulaması” isimli çalışmamın konusunu seçmemde ve araştırmamın yönlendirilmesinde katkılarını, desteğini, heyecanını ve de güler yüzünü esirgemeyen tez danışmanım Sayın **Doç. Dr. Saliha AĞAÇ**’a; tez sürecinde değerli bilgi ve görüşlerine sürekli başvurduğum tez izleme komitesi üyelerim Sayın **Prof. Fatma ÖZTÜRK**’e ve **Prof.Dr. Hadi GÖKÇEN**’e, ve de Sayın Hocam **Prof.Dr.Atilla İŞLİER**’e, geliştirdiğim “Kaynak Kısıtlı Karma Modeli COMSOAL Algoritmasını” kodlayıp bilgisayar programı haline dönüştüren, sınırsız eklemeler ve düzeltmelerle yeni versiyon oluşturmaktan usanmayan Sayın **Erdal DELEN**’e; verilerin toplanması için kapılarını bize açan işletme yöneticisi Sayın **Mehmet YAVUZ**’a ve verilerin derlenmesi sırasında bize yardımcı olan üretim müdürü Sayın **Murat TURAN**’a teşekkürü bir borç bilirim.

Her zaman özveriyle yanımda olan sevgili aileme teşekkür ederim.

Mahmut GÜNGÖR

ÖZET

HAZIR GİYİM İŞLETMESİNDE KAYNAK KISITLI KARMA MODELLİ MONTAJ HATTI DENGELEME VE UYGULAMASI

GÜNGÖR, Mahmut

DOKTORA TEZİ, Giyim Endüstrisi ve Giyim Sanatları Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç.Dr.Saliha AĞAÇ

Ağustos-2012, 175 sayfa

Hazır giyim üretimi emek yoğun ve karmaşık bir üretim yapısına sahiptir. Üretim miktarları düşük, çeşitliliği fazla modellerin imalatı için ayrı hat ve çalışan tahsis etmek maliyet ve tesis alanı bakımından uygun değildir. Bu yüzden çok fazla modelin aynı anda üretiminin gerçekleştiği üretim bantları tercih edilmektedir. Buna ek olarak düşük verimlilik, düşük sipariş miktarları arasında geçişten kaynaklanan hat dengeleme ve planlama zorlukları hazır giyim üretiminin önemli sorunlarındanıdır.

Bu araştırmada karma modellenli erkek gömleği üreten küçük ölçekli bir işletmede montaj hattı dengeleme problemleri ve çözüm önerileri üzerinde durulmuştur. Amaç farklı parti büyüklüğünde ve farklı modelde siparişlerin en verimli şekilde montajının sağlandığı hatların kurulması ve müşterilere istenilen kalitede, istenilen verimde ve en düşük maliyetle hızlı bir şekilde ürünleri teslim etmek için montaj hatlarının dengelenmesidir.

Araştırmanın Modeli; Verilerin analizinde sezgisel bir algoritma olan COMSOAL'dan (Computer Method for Sequencing Operations for Assembly Lines; Montaj hatları operasyon sıralama için bilgisayar metodu) yararlanılmıştır. Veri tabanında verilerin tutulup saklandığı, çağırıldığı, düzenlendiği ve değiştirilebildiği bir yapıya sahip olduğu ve küçük hazır giyim işletmelerinde herhangi bir bilgisayara kopyalanıp kuruluma ihtiyaç duymadan kolaylıkla çalıştırılması için Delphi programlama dilinde yazılmış Microsoft Access veri tabanı tercih edilmiştir.

Veriler araştırmacı tarafından erkek gömleği üreten firmaya gidilerek toplanmıştır. Erkek gömleği üretim hattını analiz edebilmek için öncelikle hat boyunca iş zaman etüdü gerçekleştirilmiştir. Verilerin toplanmasında sadece montaja ilişkin veriler ele alınmıştır. İşletmede kesim ve malzeme hazırlıkları, montaj hattı dengeleme

alışmasında sürece dahil edilmemiştir. Birçok ürünün aynı anda kesimi ve malzeme hazırlıkları sürekli gerçekleştirilmekte montaja hazır hale getirilmektedir. Bu sayede montaj hattı dengeleme sürecini etkilememektedir. İşlem süreleri işletme kayıtları ve gözlem değerleri göz önünde bulundurularak derlenmiş ve deterministik kabul edilmiştir. Montaj hattında kullanılan makine adları ve adetleri saptanarak makine parkı oluşturulmuştur. Bu veri, karma modellenli montaj hattı dengeleme sürecinde atölye çizelgeleme için kaynak mevcudiyeti değerlendirme sağlaması için gerçekleştirilmiştir.

Araştırma konusu işletmede mevcut olarak üretilen yedi adet gömlek modeli için iş zaman etüdü gerçekleştirilmiş ve her model için iş akış şemaları oluşturulmuştur. Geliştirilen kaynak kısıtlı karma modellenli COMSOAL programına bu veriler girilerek sonuçlar elde edilmiştir. Hazırlanan programda yeni gömlek modeli girişi, girilmiş gömlek modellerinde oluşabilecek süre ve iş elemanı değişiklikleri de gerçekleştirilebilmektedir.

Geliştirilen kaynak kısıtlı karma modellenli COMSOAL algoritmasıyla erkek gömleği üretiminde karma modellenli montaj hatları dengeleme problemleri ve çözüm nerileri sunulmaktadır. Farklı parti büyüklüğünde ve farklı modellerde erkek gömleklerinin aynı gün içersinde aynı hatta üretilme zorunluluğu üzerine tasarlanmıştır. Geleneksel COMSOAL algoritmasından farklı olarak hazır giyim üretim sürecine uygun olarak bir makinada bir işçi çalışma kısıtı, paralel istasyon oluşturma kısıtı ve farklı işlerin farklı makinalarda yapılma zorunluluğu kısıtı eklenmiştir. Algoritmaya farklı işleri yapabilen iş rotasyonu olabilen işler, birleştirilebilen makine ve çalışanlar kısıtı gibi seçenekler eklenerek yeni akademik alışmalar yapılabilir.

Anahtar kelimeler: Erkek Gmleği, Hazır Giyim, Montaj Hattı Dengeleme, Kaynak Kısıtlı Karma Modellenli Montaj Hattı Dengeleme, COMSOAL (Computer Method for Sequencing Operations for Assembly Lines)

ABSTRACT

RECOURCE-CONSTRAINED MIXED MODEL ASSEMBLY LINE BALANCING AND APPLICATION IN APPAREL COMPANY

GÜNGÖR, Mahmut

DOCTORATE THESIS, Apparel Industry and Department of Apparel Arts Education

Thesis Supervisor: Assosiate Prof. Saliha AĞAÇ

Agust-2012, 175 Pages

Apparel production has a labor-intense and complex production structure. It is not financially feasible to assign distinct lines and workers for the production of models having low production numbers and variety. For this reason assembly lines which allow the production of various models are preferred widely. In addition, low efficiency and line balancing and planning difficulties stemming from low order numbers are the main drawbacks of the apparel industry.

In this study, the problems of assembly line balancing and some recommendations in a small scale company producing mixed-model men shirts have been extensively studied. The main aim is to construct lines which allow the assembly of orders on various amount and models and to balance the assembly lines in order to deliver the goods meeting the requirements of the asked quality and productivity and at the lowest cost.

The data has been analysed via COMSOAL which is an intuitive and meta intuitive algorithm. Computer Method for Sequencing Operations for Assembly Lines is also used to tabulate assembly line operation. The program is coded in Delphi programming language. Microsoft Access data base program has been used as a data base program. Small apparel establishments can easily be copied to any computer without installing.

The data has been obtained from the shirt company by the researcher. Firstly work and time survey throughout the line has been performed to analyze men shirts production line. Only the data about the assembly has been collected. The cutting and material preparation process in the company hasnt been taken into account. The concurrent cutting of various products and material production has been in a continuous process and made ready for the assembly. Therefore the assembly line balancing

process hasn't been affected. The time period has been compiled by taking the company records and observational values into account and therefore accepted as deterministic. A machine park has been formed by determining the names and numbers of the machines used in the assembly line. This data is collected in the process of mixed model assembly line balancing in order to evaluate the available source for tabulation.

The work time analysis for seven shirt models produced in the company in question is realized and workflow schemes have been made for each shirt model. The results have been obtained by data entry into the developed resource constrained mixed model comsoal programme. By this programme it is possible to enter new shirt models and make changes about the workers and time for the available shirt models.

The problems in mixed model assembly line balancing in shirt production for men and some solution recommendations have been proposed by using the developed resource constrained mixed model Comsoal algorithm. It has been designed to meet the need for the necessity of producing varied sized and types of men shirts at the same day at the same line. Different from the traditional comsoal algorithm suitable for the apparel production process the constraints of one worker for one machine, forming a parallel station and the necessity of making different tasks at different machines have been added. New studies can be conducted by adding different tasks having a job rotation performing different tasks and the constraint of machines and workers which can be assembled.

Key Words: Men Shirt, Apparel, Assembly Line Balancing, Resource-Constrained Mixed Model Assembly Line Balancing, COMSOAL (Computer Method for Sequencing Operations for Assembly Lines)

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI	i
ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem	1
1.2. Amaç	3
1.3. Önem	4
1.4. Kabuller	4
1.5. Sınırlılıklar	5
1.6. Tanımlar	5
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	7
2.1. Kavramsal Çerçeve	7
2.1.1. Üretim	7
2.1.2. Üretim Yönetimi	8
2.1.3. Üretim Sistemleri	9
2.1.4. Kesikli ve Sürekli Üretim Sistemlerinin Karşılaştırılması	11
2.1.5. Kesikli-Seri Üretim Hatları (Akış Hatları)	12
2.1.5.1. Tek Modelli Hatlar	13
2.1.5.2. Çok Modelli Hatlar	14
2.1.5.3. Karışık Modelli Hatlar	14
2.1.6. Üretim (Montaj) Hattı	15
2.1.7. Üretim Hattı Dengeleme Terminolojisi	16
2.1.8. Montaj Hattı Dengeleme	20
2.1.9. Montaj Hattı Dengeleme Problemleri ve Sınıflandırılması	22
2.1.9.1. Tek Modelli Deterministik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri	27
2.1.9.2. Tek Modelli Stokastik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri	28
2.1.9.3. Çok/Karışık Modelli Deterministik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri	29
2.1.9.4. Çok/Karışık Modelli Stokastik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri	31
2.1.10. Türk Hazır Giyim Sektörü	31
2.1.11. Hazır Giyim Üretim Süreci	36
2.2. İlgili Araştırmalar	39
2.2.1. İlgili Araştırmalar	39
3. YÖNTEM	43
3.1. Araştırmanın Modeli	43

3.2. Evren ve Örneklem.....	51
3.3. Verilerin Toplanması	52
3.4. Verilerin Analizi.....	57
4. BULGULAR VE YORUM.....	59
4.1. Geliştirilen Kaynak Kısıtlı Karma Modelli COMSOAL Algoritması.....	59
4.2. Geliştirilen Kaynak Kısıtlı Karma Modelli COMSOAL Akış Diyagramı	62
4.3. Alt Amaç 1: Dikim hattı üzerinde dar boğazlar oluşmakta mıdır ve varsa çözüm önerileri nelerdir?.....	75
4.4. Alt Amaç 2: İş görevleri, iş istasyonlarına dengeli bir şekilde atanabilmekte midir?.....	83
4.5. Alt Amaç 3: Her bir modelin üretimi için birim çevrim süresinin en azlanması mümkün müdür?	84
4.6. Alt Amaç 4: Makinelerin ve operatörlerin verimlilik düzeyi artırılması mümkün müdür?.....	85
4.7. Alt Amaç 5: Atıl süreler var mıdır, varsa ortadan kaldırılması mümkün müdür?	88
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	90
5.1. Sonuç	90
5.2. Öneriler.....	93
KAYNAKLAR	94
EKLER	100
Ek 1- Klasik Model Erkek Gömleği Model Tanımlama Formu.....	101
Ek 2- Klasik Model Erkek Gömleği İş Akış Formu.....	102
Ek 3- Kısa Kollu Erkek Gömleği Model Tanımlama Formu.....	103
Ek 4- Kısa Kollu Erkek Gömleği İş Akış Formu.....	104
Ek 5- Kısa Kollu, Kol ve Omuz Apoletli Erkek Gömleği Model Tanımlama Formu.....	105
Ek 6- Kısa Kollu, Kol ve Omuz Apoletli Erkek Gömleği İş Akış Formu	106
Ek 7- Manşetli ve Ön Beden Kuplu Model Erkek Gömleği Model Tanımlama Formu	107
Ek 8- Manşetli ve Ön Beden Kuplu Model Erkek Gömleği İş Akış Formu.....	108
Ek 9- Dirsek Yamalı Model Erkek Gömleği Model Tanımlama Formu.....	109
Ek 10- Dirsek Yamalı Model Erkek Gömleği İş Akış Formu.....	110
Ek 11- Kısa Kollu Slim Erkek Gömleği Model Tanımlama Formu.....	111
Ek 12- Kısa Kollu Slim Model Erkek Gömleği İş Akış Formu.....	112
Ek 13- Uzun Kollu Slim Model Erkek Gömleği Model Tanımlama Formu.....	113
Ek 14- Uzun Kollu Slim Model Erkek Gömleği İş Akış Formu.....	114
Ek 15- Klasik Model Kısa Kollu Gömlek (p2) 620 Ad Üretim İçin Dengeleme Sonucu, 1000 İterasyon	115
Ek 16- Klasik Model Kısa Kollu Gömlek (p2) 620 Ad Üretim İçin Dengeleme Sonucu ve Makine Yeterlilik Tablosu, 1000 İterasyon.....	119
Ek 17- Kısa Kollu Slim Model, Kol ve Omuz Apoletli Gömlek (p3) 540 Ad Karma Model Üretim İçin Dengeleme Sonucu, 1000 İterasyon	120
Ek 18- Kısa Kollu Slim Model, Kol ve Omuz Apoletli Gömlek (P3) 540 Ad Karma Model Üretim İçin Dengeleme Sonucu ve Makine Yeterlilik Tablosu, 1000 İterasyon	123
EK 19- Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek (P3) 200 Ad ve Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (P1) 400 Ad, Karma Model Dengeleme Sonuçları, 1000 İterasyon.....	124

EK 20- Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek (P3) 200 Ad ve Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (P1) 400 Ad, Karma Model Dengeleme Sonuçları Ve Makine Yeterlilik Tablosu, 1000 İterasyon.....	128
EK 21- Kısa Kollu Slim Model Gömlek (P6) 625 Ad, Dengeleme Sonuçları, 1000 İterasyon.....	129
EK 22: Kısa Kollu Slim Model Gömlek (P6) 625 Ad, Dengeleme Sonuçları Ve Makina Yeterlilik Tablosu, 1000 İterasyon	132
EK 23: Klasik Model Uzun Kollu (P1) 200 Ad, Uzun Kollu Slim (P7) 310 Ad, Klasik Model Kısa Kollu (P2) 90 Ad, Karma Model Dengeleme Sonuçları, 1000 İterasyon.....	133
EK 24: Klasik Model Uzun Kollu (P1) 200 Ad, Uzun Kollu Slim (P7) 310 Ad, Klasik Model Kısa Kollu (P2) 90 Ad, Karma Model Dengeleme Sonuçları Ve Makine Yeterlilik Tabosu 1000 İterasyon.....	137
EK 25 : Uzun Kollu Slim Model (P7) 380 Ad, Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (P1)230 Ad, Karma Model Dengeleme Sonuçları,1000 İterasyon.....	138
EK 26 : Uzun Kollu Slim Model (P7) 380 Ad, Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (P1) 230 Ad, Karma Model Dengeleme Sonuçları Ve Makina Yeterlilik Tablosu,1000 İterasyon.....	142
EK 27: Klasik Model Uzun Kollu (P1) 190 Ad, Klasik Model Kısa Kollu (P2) 220 Ad, Uzun Kollu Slim Model (P7) 200 Ad, Karma Model Dengeleme Sonuçları,1000 İterasyon.....	143
EK 28: Klasik Model Uzun Kollu (P1) 190 Ad, Klasik Model Kısa Kollu (P2) 220 Ad, Uzun Kollu Slim Model (P7) 200 Ad, Karma Model Dengeleme Sonuçları ve Makine Yeterlilik Tabolsu,1000 İterasyon.....	147
EK 29 Klasik Model Uzun Kollu (P1) 265 Ad, Kısa Kollu Slim Model (P6) 350 Ad, Karma Model Dengeleme Sonuçları, 1000 İterasyon	148
EK 30 Klasik Model Uzun Kollu (P1) 265 Ad, Kısa Kollu Slim Model (P6) 350 Ad, Karma Model Dengeleme Sonuçları Ve Makina Yeterlilik Tablosu, 1000 İterasyon..	152
Ek 31 Kısa Kollu Klasik Model (P2) 620 Ad, Dengeleme Sonuçları, 9:5 Saat (34200 Sn �evrim Süresi), 1 İterasyon.....	153
Ek 32 Kısa Kollu Klasik Model (P2) 620 Ad,9:5 Saat (34200 Sn �evrim Süresi), Model Dengeleme Sonuçları Ve Makina Yeterlilik Tablosu, 1 İterasyon	156
Ek 33 Kısa Kollu Klasik Model (P2) 620 Ad, Dengeleme Sonuçları, 8:61 Saat (31000 Sn �evrim Süresi), 1 İterasyon.....	157
Ek 34 Kısa Kollu Klasik Model (P2) 620 Ad, 8:61 Saat (31000 Sn �evrim Süresi), Model Dengeleme Sonuçları Ve Makina Yeterlilik Tablosu, 1 İterasyon.....	160

TABLOLAR LİSTESİ

<u>Tablo No</u>	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Kesikli ve Sürekli Üretimin Karşılaştırılması	11
Tablo 2. İş Elemanları, Süreleri ve Öncelikleri	21
Tablo 3. İş Elemanlarının Sürelere Göre Sıralanması	21
Tablo 4. A Listesi	24
Tablo 5. B Listesi	25
Tablo 6. İşletmenin Makineleri ve Adetleri	56
Tablo 7. Alt Montaj İsimleri ve Kodları	56
Tablo 8. Geliştirilen Algoritma A Listesi	59
Tablo 9. Geliştirilen Algoritma B Listesi	60
Tablo 10. Günlük Üretim Miktarları Tablosu	73
Tablo 11. İşletmede Bulunan Makineler ve Adetleri	74
Tablo 12. Günlük Üretim Miktarları Denge Kayıplar ve Dengeleme Sonucu Oluşan İstasyon İle Operatör Sayıları	76
Tablo 13. 200 adet Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek ve 400 Adet Klasik Model Uzun Kollu Gömlek Karması İçin Montaj Hattı Dengeleme Sonucu Tablosu	78
Tablo 14. 200 Adet Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek ve 400 Adet Klasik Model Uzun Kollu Gömlek Karması İçin Makine Yeterlilik Tablosu	81
Tablo 15. Üretimin Karma ve Çok Modelli Dengelenmesi Sonucu Oluşan Denge Kayıpları	83
Tablo 16. Farklı Çevrim Sürelerinde Oluşan İstasyon, Operatör ve Denge Kayıpları	84
Tablo 17. Kısa Kollu Slim Model Gömlek, Günlük 625 Adet Üretim İçin Makine Yeterlilik Tablosu, (COMSOAL, 1 İterasyonlu (Tekrarlı), Rassal Atama)	86
Tablo 18. Kısa Kollu Slim Model Gömlek, Günlük 625 Adet Üretim İçin Makine Yeterlilik Tablosu, (COMSOAL, 1000 İterasyonlu (Tekrarlı) Rassal Atama)	87
Tablo 19. Günlük Ortalama Üretim Miktarına Göre Göre Montaj Hattı Denge Kayıpları	88
Tablo 20. Günlük Ortalama Üretim Miktarına Göre Göre Montaj Hattı Denge Kayıpları	89

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No

Sayfa No

Şekil 1. Genel Üretim Süreci	8
Şekil 2. Üretim Yönetim Faaliyetleri	8
Şekil 3. Üretim Sistemleri.....	9
Şekil 4. Akış Hatları	13
Şekil 5. Tek Model Montaj Hattı, 4 İstasyonlu.....	13
Şekil 6. Çok Modelli Montaj Hattı, 4 İstasyonlu	14
Şekil 7. Karışık Modelli Montaj Hattı, 4 İstasyonlu	15
Şekil 8. Üretim Hattının Şematik Görünüşü.....	16
Şekil 9. Üretim Hattının Bir Tamponla İki Kademeye Bölünmesi.....	18
Şekil 10. Öncelik Diyagramı Örneği.....	18
Şekil 11. Denge Kaybı Olan Üretim Hattı.....	19
Şekil 12. Öncelik İlişkileri ve İstasyonlar	21
Şekil 13. Montaj Hattı Dengeleme Sistemi	23
Şekil 14. Montaj Hattı Dengeleme Problemlerinin Sınıflandırılması.....	27
Şekil 15. A Ve B Modelleri İçin Bütünleşik Öncelik Şeması	31
Şekil 16. Tekstil, Hazır Giyim, Deri ve Deri Ürünleri Sektörünün Kapasite Kullanım Oranları.....	34
Şekil 17. Hazır Giyim Sektörünün Maliyet Bileşenleri	35
Şekil 18. Hazır Giyim Üretim Süreci	36
Şekil 19. Ürün Adı ve Ürün Bilgileri Giriş Menüsü	45
Şekil 20. Grup Adı ve Grup Bilgileri Giriş Menüsü	45
Şekil 21. Makine Adı ve Makine Bilgileri Giriş Menüsü	46
Şekil 22. İşlerin Süresi, Öncül İşlemi ve Kullanılan Makina Bilgileri Giriş Menüsü.....	47
Şekil 23. Ürün Seçim Listesi Açma Menüsü.....	47
Şekil 24. Ürün/Ürünler Seçme Menüsü.....	48
Şekil 25. Ürün/Ürünlerin Günlük Üretim Miktarlarının Girişi Menüsü	48
Şekil 26. Günlük Çalışma Süresinin Girişi ve Çevrim Süresinin Girişi Menüsü	48
Şekil 27. En Küçük ve En Büyük İşlem Süresinin Ekran Görüntüsü	49
Şekil 28. Makina Kısıtı Seçimi, En İyi Çözüm İçin Tekrarlama Sayısı Girişi.....	49
Şekil 29. Montaj Hattı Dengeleme İşleminin Tamamlandığını Gösterir İleti	49

Şekil 30. Makinasız, Sadece Süreleri Dikkate Alarak Gerçekleştirilen Hesaplama Sonucu Ekran Görüntüsü Örneği	50
Şekil 31. Makine Kısıtlı Gerçekleştirilen Hesaplama Sonucu Ekranda İş Görevlerinin İstasyonlara Atanması, Oluşan İstasyon Sayısı, Operatör Sayısı, Denge Kaybı, Denge Kaybı Grafiği, Makine Yeterlilik Tablosu Görüntüsü Örneği.....	51
Şekil 32. Araştırma Konusu İşletme Ön Hazırlık İşlemleri.....	53
Şekil 33. Örnek Model Tanımlama Formu.....	54
Şekil 34. Örnek İş Akışı Şeması	55
Şekil 35. Hazırlanan Kaynak Kısıtlı Karma Modelli COMSOAL Programı Menüsü.....	58
Şekil 36. Hesaplama Metodu Seçim Menüsü	61
Şekil 37. Algoritma Simgeleri	62
Şekil 38. Grup Bilgileri Girişi.....	63
Şekil 39. Ürün Bilgileri Girişi.....	64
Şekil 40. Makine Bilgileri Girişi.....	65
Şekil 41. Öncül İş Bilgileri Girişi	66
Şekil 42. Anahat Program Akışı	67
Şekil 43. Üretimde Gözlenen Darboğazlar ve Yığılmalar.....	77
Şekil 44. 200 Adet Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek ve 400 Adet Klasik Model Uzun Kollu Gömlek Karması İçin Montaj Hattı Dengeleme Denge Kaybı.....	81
Şekil 45. 200 Adet Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek ve 400 Adet Klasik Model Uzun Kollu Gömlek Karması İçin Montaj Hattı Dengeleme Makine Kullanım Oranları	81
Şekil 46. 625 Adet Kısa Kollu Slim Model Gömlek İçin Montaj Hattı Dengeleme İstasyon Kullanım Oranları, (COMSOAL 1 İterasyonlu (Tekrarlı), Rassal Atama)	85
Şekil 47. 625 Adet Kısa Kollu Slim Model Gömlek İçin Montaj Hattı Dengeleme Makine Kullanım Oranları, (COMSOAL 1 İterasyonlu (Tekrarlı), Rassal Atama)	85
Şekil 48. 625 Adet Kısa Kollu Slim Model Gömlek İçin Montaj Hattı Dengeleme İstasyon Kullanım Oranları, (COMSOAL 1000 İterasyonlu (Tekrarlı), Rassal Atama)	86
Şekil 49. 625 Adet Kısa Kollu Slim Model Gömlek İçin Montaj Hattı Dengeleme Makine Kullanım Oranları, (COMSOAL 1000 İterasyonlu (Tekrarlı), Rassal Atama)	87

KISALTMALAR LİSTESİ

C	: Çevrim Süresi
n	: İstasyon sayısı
Tih	: Toplam iş hacmi
d	: Denge gecikmesi
t_j	: j. Görevin deterministik işlem süresi
t_{sum}	: Toplam görev süresi
Eff	: Maksimum hat etkinliği
Min Z	: Toplam Sistem Maliyeti
L	: Birim iş Gücü Maliyeti
G	: Tamamlanamayan kombinasyonlar seti
I(G)	: G kombinasyonunun tamamlanmaması maliyeti
Pr(G)	: G kombinasyonunun meydana gelme olasılığı
Sn	: İstasyon Numarası
Ad	: Adet

1. GİRİŞ

1.1. Problem

Hazır giyim ve konfeksiyon sektörü, genel anlamda dokuma ve örme kumaşlardan kadın, erkek ve çocuklar için gerek iş hayatında gerekse normal günlük hayatta olmak üzere günün her saatinde giyilmek üzere üretilmiş tüm dış giysiler ile iç giysileri, bunların aynı malzemelerden olmasa da aksesuarlarını ihtiva eder (DPT, 2007).

Türkiye İhracatçılar Meclisi 2011-2012 ihracat rakamlarına bakıldığında toplam 230.475.950.000 ₺' olan ihracatın 27.428.732.000 ₺' lik kısmını Hazır Giyim ve Konfeksiyon oluşturduğu gözlenmektedir. Hazır giyim ve konfeksiyon ihracatı toplam ihracatın yaklaşık %12 sini oluşturmaktadır. Hazır giyim, konfeksiyon, deri ve deri mamulleri ile halıyı kapsayan sektör verileri incelendiğinde Türkiye'nin toplam ihracatında %20 gibi üzerinde durulması gereken önemli bir paya sahip olduğu gözlenmektedir (Türkiye ihracatçılar meclisi [TİM], 2012).

Hazır giyim işletmeleri karmaşık ve büyük oranda teknik özellik taşıyan faaliyetleri içeren bir üretim yapısına sahiptir. Bu yapı tasarım, üretim planlama, üretim, kalite kontrol, pazarlama ve finansal faaliyetleri içermektedir (Mok, 2011). Hazır giyim işletmelerinde en önemli aşamalardan biri olan üretim faaliyetlerinin verimli bir şekilde sürdürülebilmesi ya üretim sırasında kullanılan üretim faktörlerinin miktarını sabit tutarak elde edilen ürün miktarını artırarak, ya da üretilenleri sabit tutarak üretim sırasında üretim faktörlerini azaltarak sağlanabilir (Vural, Ağaç ve Altıntaş, 1996: 282).

Hazır giyim sektöründe artan rekabet nedeniyle pazarda meydana gelen talep değişimlerine karşılık verebilmek oldukça önemli bir hedef haline gelmiştir (Vural ve Ağaç, 1996: 54). Günümüzde eğitim düzeyinin artması, bilinçlenme düzeyi gelişimi yanı sıra kitle iletişim araçlarının ve sosyal ağlarında giderek yaygınlaşması çoğalarak artan müşteri isteklerini beraberinde getirmiştir. Artan müşteri beklentileri, ürün çeşitliliğini arttırmıştır ve ürün çeşitliliği üretim hacimlerinin küçülmesine neden olmuştur. Globalleşmenin ve kıyasıya rekabetin olduğu piyasa koşullarında giyim

Üretim firmalarının varlıklarını devam ettirebilmeleri bu piyasa koşullarına uygun üretim ve sistemleriyle birlikte uyumlarıyla mümkün olabilmektedir.

Üretim hattı seri olarak yerleştirilmiş iş istasyonlarından oluşur (Eştaş ve Acar, 1991: 22). Bu istasyonlar bir ya da daha fazla makine ve işçiden meydana gelir (Yılmaz, 2006, Aktaran, Kuvvetli, 2010:1). Üretim hatları, en yüksek verimin elde edilmesine yönelik düzgün ve sürekli malzeme akışının sağlandığı üretim sistemleridir. Bununla birlikte böyle bir akışın sağlanabilmesi üretim hattında üretilcek tüm ürünlerin aynı işlem sırasını izlemesi ve bu işlem sırasında bütün işlem sürelerinin eşit veya birbirine yakın olması gerekmektedir (İşlier, 1998: 17-21). Hat dengeleme işlemi, yerine getirilmesi gereken faaliyetleri iş istasyonları şeklinde gruplandırma işlemidir (reten,1997:383).

Üretim hattı, taşıma makinalarıyla birbirine bağlanmış bir dizi iş istasyonundan meydana gelir (Eştaş ve Acar, 1991: 22). Seri retim ifadesi buradan gelir. İngilizce' de seri kelimesi, dizi anlamındadır ve istasyonların birbiri ardında olmasını (ardışıklığını) gösterir. Bu kelime Türkçe' de ise hıızlılığı tanımlamak için kullanılır. Üretim hatlarında durmaların azaltılması ve üretim hızının yükseltilmesi bu anlamı da geçerli hale getirir (İşlier, 1998: 17-21).

Akış hatları olarak da ifade edilen üretim hatları, otomatik ve otomatik olmayan olarak iki kısma ayrılır. Otomatik olmayan hatlar montaj hattı olarak bilinirler. Montaj hattı dengeleme problemi genellikle otomatik olmayan ve yarı otomatik üretim hatlarında söz konusudur (Gökçen, 1989: 3).

Üretim hattı dengeleme, üretim sektörlerinin çözülmesi en zor ve önemli problemlerindendir (reten, 1997:383). Fakat, hazır giyim üretimi diğer üretim sektörlerinden farklı durum sergiler. Çok sayıda elemanın çalıştığı ve çok sayıda işleme sahip dikim sürecinde hat dengeleme önemli bir problemdir. Dikim sürecinde işlemlerin birim süreleri kktr ve her işlem farklı özelliklere sahip makinalarda ya da aparatlarla farklılandırılmış makina ve tezgahlarda işlem görür. Tüm bunlara ek olarak model çeşitliliği fazla, modellerin üretim miktarı düşüktür.

Hazır giyim sektrnnde içinde yer aldığı üretim hattı dengeleme problemleriyle karşı karşıya olan işletmeler incelendiğinde Türkiye'deki KOBİ'ler

(Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme) Mikro, Küçük ve Büyük İşletme olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır (KOSGEB Mevzuatı). Buna göre yıllık satış hasılatı yirmi beş milyon liranın üzerinde olan işletmeler büyük ölçekli işletmeler olarak adlandırılmaktadır. Büyük ölçekli hazır giyim işletmeleri hat dengeleme ve verimlilik problemlerini bünyelerinde endüstri mühendisleri istihdam ederek, buna ek olarak az sayıda da olsa bazı büyük ölçekli işletmeler yüksek yatırım gerektiren bilgisayar paket programlarıyla çözümler üretmektedir. Aynı zamanda hat dengelemede ek mekan ve ek makine imkanlarına sahip olmaları avantajdır. Küçük ve orta ölçekli işletmeler ise bünyelerinde mühendis çalıştırma ve özel paket programlara sahip olma konusunda daha fazla maddi olarak yetersiz kalmaktadırlar.

Sanayi üretiminde, yatırımlarda ve ihracatta sahip olduğu yüksek orandaki payın yanı sıra, sağladığı istihdam açısından da Türkiye'nin lokomotif sektörlerinden birini oluşturan Tekstil ve Hazır Giyim Sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin %90'ını KOBİ'ler oluşturmaktadır. Türkiye'de yıllardır süregelen yüksek enflasyon sürecinde bünyesi zayıflayan KOBİ'ler finansman, yönetim, üretim, teknoloji, Ar-Ge, pazarlama ve rekabet konularında ciddi denebilecek sıkıntılarla karşı karşıya gelmektedirler. KOBİ'lerin tasarımdan kaliteye, Ar-Ge'den organizasyona, ürün tiplerinden üretim yerlerine yeniden yapılandırılması gerekmektedir.

Bu araştırmada karma modellenli erkek gömleği üreten küçük ölçekli bir işletmede montaj hattı dengeleme problemleri ve çözüm önerileri üzerinde durulmuştur. Farklı adet ve modellerde siparişlerin en verimli şekilde montajının sağlandığı hatların kurulması ve müşterilere istenilen kalitede, istenilen verimde ve en düşük maliyetle hızlı şekilde ürünleri teslim etmek için montaj hatlarının dengelenmesi hedeflenmiştir.

1.2. Amaç

Bu araştırmanın amacı farklı parti büyüklüklerinde ve farklı modellerde (karma modellenli) erkek gömleği üreten küçük ölçekli üretim işletmelerinin montaj hattı dengeleme problemlerini istenilen kısıtlar altında en uygun şekilde çözümlemektir.

Alt Amaçlar

1. Dikim hattı üzerinde dar boğazlar oluşmakta mıdır ve varsa çözüm önerileri nelerdir?
2. İş görevleri, iş istasyonlarına dengeli bir şekilde atanabilmekte midir?
3. Her bir modelin üretimi için birim çevrim süresinin en azlanması mümkün müdür?
4. Makinelerin ve operatörlerin verimlilik düzeyi artırılması mümkün müdür?
5. Atıl süreler var mıdır, varsa ortadan kaldırılması mümkün müdür?

1.3. Önem

Büyük ölçekli hazır giyim işletmeleri montaj hattı dengeleme problemlerini ve verimlilik artırma çabalarını Endüstri Mühendisleri istihdam ederek önemli ölçüde çözmeye çalışmaktadır. Az sayıda işletme tarafından gerçekleştirilse de gerekli durumlarda yüksek yatırım gerektiren bilgisayar paket programlarını satın alarak çözüm üretebilmektedirler. Gerekli ek makine ve donanımlara sahip olmaları da avantajlarıdır. Küçük ve orta ölçekli işletmeler ise bünyelerinde mühendis çalıştırma ve gerekli yatırımları yapma konusunda yeterli güce sahip değildir. Türkiye’de küçük ve orta ölçekli hazır giyim işletmelerinin sayısı oldukça fazladır. Bu çalışma, bu tip hazır giyim üretim işletmelerinin karma modellenli montaj hatlarını dengelemede onlara yardımcı olacak ve piyasa koşullarında hem yurtiçi hem de yurtdışı büyük ölçekli işletmelere karşı rekabet gücünü artırmada yararlı olacağı düşüncesiyle önem arz etmektedir.

1.4. Kabuller

1. Hazır giyim üretiminin gereği aynı makinede yapılması zorunlu faaliyetler, aynı iş istasyonuna atanmalıdır.
2. Her bir makinede bir işçi çalışabilir.
3. Termin sürelerinin karşılandığı varsayımı altındadır.
4. Üretilcek her modelin günlük sipariş büyüklükleri belirlidir.
5. İşlem süreleri deterministiktir (belirlenebilir).
6. İşlem süresi çevrim süresini aştığında paralel iş istasyonu oluşturulabilir.

1.5. Sınırlılıklar

Bu çalışma;

- Hazır giyim sektöründe üretim yapan küçük ölçekli işletmelerle sınırlıdır. (Orta ve Büyük ölçekli işletmelerde uyarlanabilir esnekliktedir)
- Erkek gömleği üreten bir hazır giyim işletmesi ile sınırlıdır. (Diğer tekstil ürünlerine uyarlanabilir esnekliktedir).
- Erkek gömleği üretiminde karma modellenli montaj hatları dengeleme problemleri ve çözüm önerileri ile sınırlıdır.
- Bir gün içerisinde üretilen farklı gömlek modelleriyle sınırlıdır.

1.6. Tanımlar

COMSOAL (Computer Method for Sequencing Operations for Assembly Lines): Montaj hatları operasyon sıralama için kullanılan ve Arcus (1965) tarafından geliştirilen bir bilgisayar metodudur (Eştaş ve Acar, 1991:52).

Çevrim Süresi: Tüm istasyonlardaki işlerin tamamlanması ve hattaki tüm parçaların bir adım ileri aktarılmasıyla oluşan süredir (İşlier,1998: 17-21).

Görev: Montaj hattında yapılmak zorunda olan ve belirli iş istasyonlarına atanan her bir işleme verilen addır. Toplam iş yükünün bölünemeyen, mantıksal olarak en küçük parçasıdır (Bayraktaroğlu, 2007, Aktaran, Kuvetli,2010:2).

İş istasyonu: Bir veya daha fazla çalışanın görev alabildiği, birden fazla görevin gerçekleştirilebildiği yerlere verilen isimdir. Hat dengelemede yerine getirilmesi gereken faaliyetlerin iş istasyonu şeklinde gruplandırılmasıdır (Üreten, 1997:383).

Karma Modelli Montaj Hattı: İki veya daha çok benzer ürünün veya bir ürünün değişik modellerinin, aynı anda ve karışık olarak üretildiği montaj hatlarıdır (Eştaş ve Acar, 1991:24).

Montaj Hattı Dengeleme: Yerine getirilmesi gerekli işlemleri, iş istasyonlarına eşit bir şekilde gruplayarak atama işlemidir (Üreten, 1997: 383).

Öncelik Diyagramı: Görevler arasındaki ilişkinin ifade edilmesini sağlayan işlemler arasındaki öncelikleri gösteren diyagramdır (Gökçen,1994:15).

Üretim (Montaj) Hattı: Sürekli üretim veya montaj işlemlerini içeren birimlerdir (Eştaş ve Acar, 1991:96).

2.KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kavramsal Çerçeve

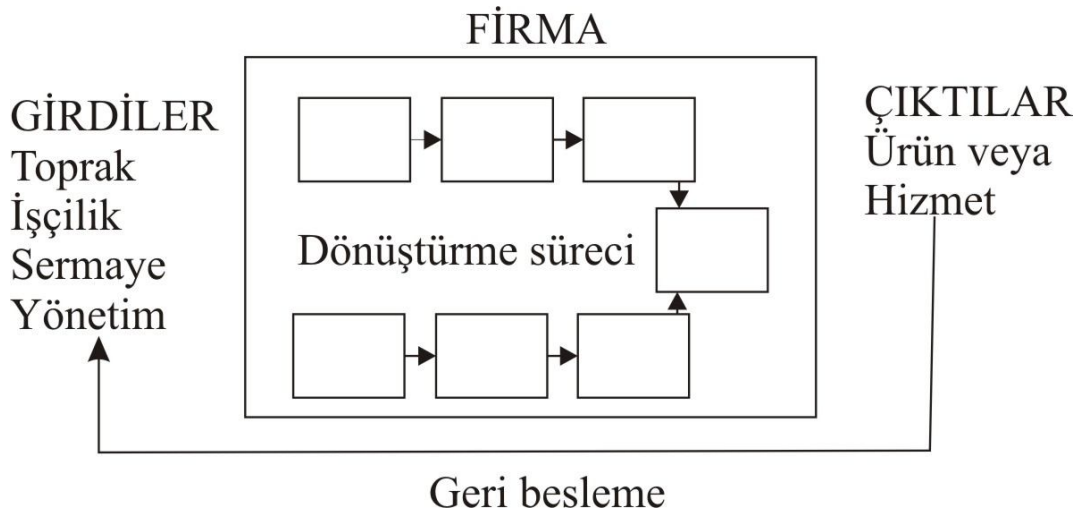
2.1.1. Üretim

Belirli girdilerin bir takım belirli işlemlerden geçirilerek bir ürün ya da hizmet haline dönüştürülmesi üretim olarak tanımlanmaktadır (Tekin, 1996: 2).

Üretimin kapsamı çok geniş olmasına karşın asıl amacı topluma değer yaratan bir fonksiyon olma özelliğidir. Üretim sistemleri sadece fiziksel üretimi kapsamaz aynı zamanda hizmet üreten sistemler de (eğitim, danışmanlık, vb) girdilerin fiziksel veya kimyasal durumunda bir değişiklik söz konusu olmamakla beraber yine de topluma bir değer katma söz konusu olduğundan üretim sistemi olarak tanımlanırlar (Acar, 1995: 9).

Üretim sistemlerinin tamamı ortak amaçlarına ulaşmak için kaynakları verimli kullanması gereklidir (Acar, 1995: 9). İş gücü, malzeme, bilgi, enerji ve sermaye girdilerinin belirlenmiş dönüşüm sürecinden geçirilmesiyle ürün veya hizmetler meydana getirilir (Tekin, 1996: 25).

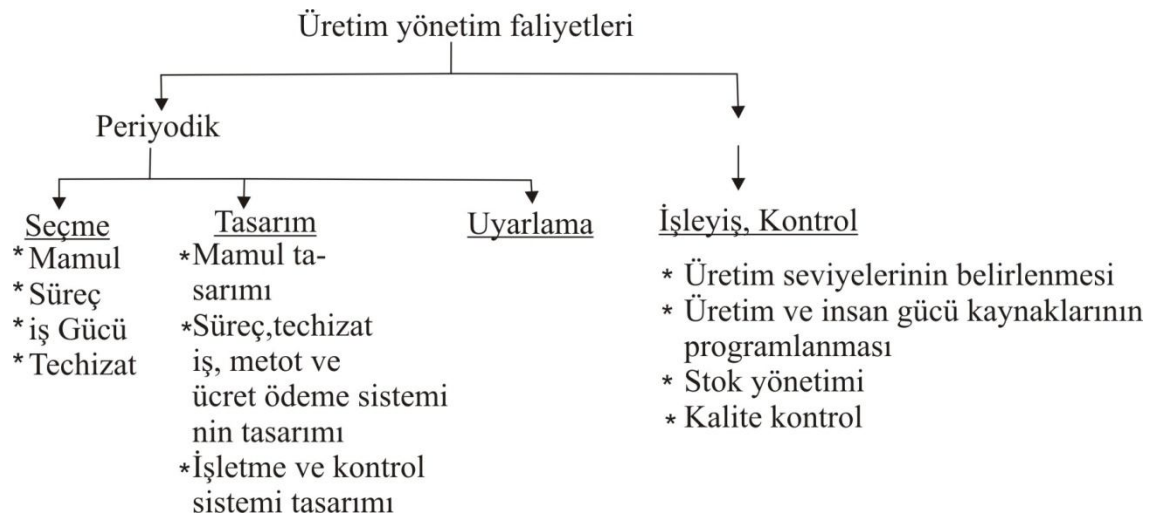
Üretim sistemleri temelde ürün veya hizmet oluşturmak için gerekli dönüşüm süreçlerinden oluşurlar (Acar, 1995: 10). Üretilen ürünler çeşitli hizmetlerle (taşıma, pazarlama, vb) tüketicilere ulaştırılırlar (Tekin, 1996: 26). Bu süreçlerin tasarlanması, planlanması, yönetilmesi ve kontrol edilmesinde karşılaşılan problemler ile çözüm için kullanılan yöntemler birbirine benzerlik gösterir (Acar, 1995: 10). Genel üretim süreci Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1: Genel Üretim Süreci (Acar, 1995: 10)

2.1.2. Üretim Yönetimi

İşletmenin sahip olduğu kaynakların etkin bir şekilde kullanılarak, bu kaynaklardan nicelik ve nitelik bakımından uygun ürünler üretilmesiyle ilgili kararlar bütünüdür (Tekin, 1996: 4). Üretim yönetimi, miktar, kalite, zaman, maliyet değişkenlerini en uygun hale getirmeye çalışır (Acar, 1995: 10); Ürünü istenilen özelliklere göre istenilen nitelikte ve istenilen sürede en az maliyetle oluşturmayı amaçlar (Vural ve diğerleri, 1996: 283). Üretim yönetim faaliyetleri Şekil 2’de gösterilmektedir.



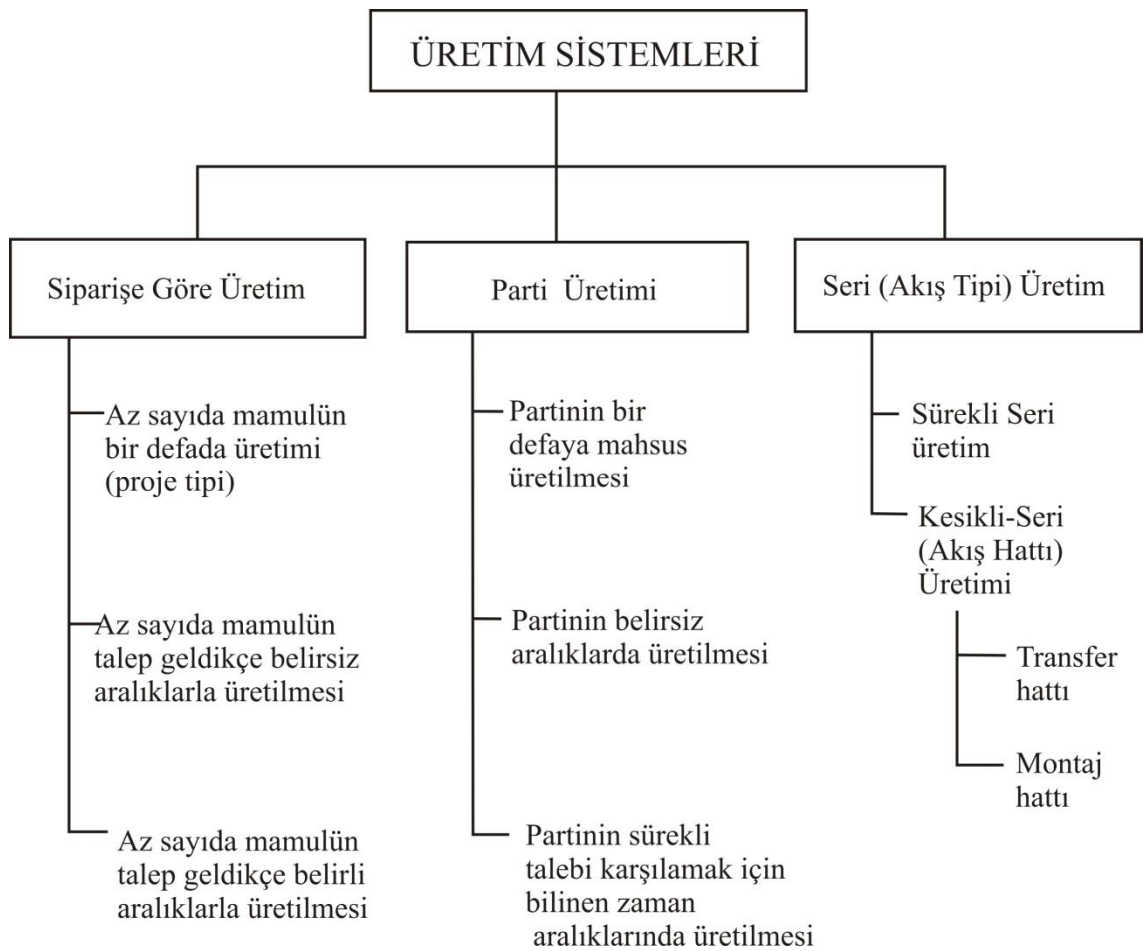
Şekil 2. Üretim Yönetimi Faaliyetleri (Acar, 1995: 10)

Üretim yönetiminin amacı, en verimli kaynak yönetimini sağlamak ve israfları önlemektir (Acar, 1995: 11).

2.1.3. Üretim Sistemleri

Bir üretim sisteminde üretilen mamul miktarları ile üretim birimleri (istasyon) arasındaki akış arasında önemli bir ilişki vardır. Aynı ürünün az miktarda veya çok miktarda üretilmesi, üretimde kullanılan makine türlerini, üretim yöntemlerini, tesis yerleşimini, üretim ve kalite standartlarını, insan-makine gücünden yararlanma şeklini etkiler. Buna göre üç tip üretim sisteminden bahsedilebilir (Gökçen, 1994: 5) (Şekil 3).

- Siparişe Göre Üretim
- Parti Üretimi
- Seri (Akış Tipi) Üretim



Şekil 3. Üretim Sistemleri (Gökçen, 1994: 6)

a- Siparişe Göre Üretim: Tüketicinin ya da müşterinin süre, tasarım, miktar ve kalite yönünden özel olarak belirlediği ürünlerin üretilmesidir (Üreten, 1997: 19). Ürün çeşitliliğinin çok fazla olduğu, üretim miktarlarının çok az olduğu üretim sistemleridir. Ürün çeşidindeki fazlalık, üretim miktarlarındaki azlık beraberinde tekrar eden üretim işlemlerinin az olmasını getirir. Bu tür sistemlerde çok işlemi gerçekleştirebilen genel amaçlı makineler kullanılır. Talepteki değişkenlik üretim sorunlarını yöneticiler için çözülmesi gereken önemli problemler haline getirir. Bu sistemin yüksek düzeyde ara stokları, düşük tezgah kullanım oranları, denetim güçlükleri önemli yönetim sorunlarıdır (Acar, 1995: 11).

Sipariş tipi üretim talep düzensizliği bakımından üç alt gruba ayrılır.

A1) Az sayıda mamulün yalnız bir defa üretilmesi,

A2) Az sayıda mamul talebe göre, belirsiz aralıklarla üretilmesi

A3) Az sayıda mamul talebe göre, belirli aralıklarla üretilmesi

b - Parti Üretimi: Özel bir siparişin ya da sürekli talebin karşılanması için belirli bir ürün grubunun belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilmesidir. (Kobu, 1994: 36, Aktaran, Üreten, 1997: 1). Bu üretim sisteminde benzer veya aynı türdeki ürünler talep geldikçe belirli aralıklarla partiler halinde üretilir. Bu sistemin önemli yapısı bir parti bitmeden diğer partinin üretimine geçilmemesidir. Talep sürekli ve siparişe göre üretimdeki gibi değişken değildir. Parti tipi üretimde iki önemli problem vardır. Biri en uygun parti büyüklüğünün belirlenmesi, diğeri ise en az kapasite kaybı oluşturacak üretim planlanmasının oluşturulmasıdır. Parti tipi üretim sanayide yoğun olarak kullanılan bir üretim sistemidir. Ürün çeşidi azaldıkça, üretim miktarları arttıkça kısaca kesikli üretimden sürekli üretime geçildikçe planlama ve kontrol faaliyetleri kolaylaşır. Bunun yanı sıra atölye düzeyine işlem tekrarlılıklarının artması beceri düzeylerini de artırır (Acar, 1995: 13).

c - Sürekli Üretim (Akış Tipi Üretim): Sürekli üretimde makine ve tesisler tek bir ürün üretimi için tasarlanmıştır (Üreten, 1997: 16). Ürün çeşitliliğinin düşük olduğu üretim miktarlarının çok yüksek olduğu bir üretim sistemidir. Talebin üretim hızından yüksek olduğu durumlarda tercih edilmesi gereken bir üretim sistemidir. Yani üretilen ürünlerin tümünün talep edildiği durumlarda tercih edilmelidir. En temel özelliği ürünün

hareket halinde olması ve tesis yerleşiminin ürüne göre tasarlanmasıdır. Bu tip üretimde karşılaşılan sorunlar şöyledir (Acar, 1995: 14).

- Sürekli üretime yönelik iyi dengelenmiş bir üretim hattı oluşturmak
- Hatta yer alan tezgahların güvenilirlik ile bakım onarım faaliyetlerini planlamak
- Üretim hattını boş bırakmayacak hammadde ve yarı mamul gereksinimini karşılamak
- Ürün tasarımı ile ilgili çalışmaları etkin şekilde gerçekleştirmek
- Üretim hattının işleyişini sağlayacak ara stok düzeylerini belirlemek

2.1.4. Kesikli ve Sürekli Üretim Sistemlerinin Karşılaştırılması

Üretim adetleri veya üretim akışına göre yapılan sınıflandırmada; sipariş, parti ve sürekli üretim olarak üç tip üretim sisteminden bahsedilmektedir (Üreten,1997: 14). Siparişe göre ve parti üretiminde, aynı mamulün talep geldikçe belirli veya belirsiz aralıklarda üretilmesi söz konusudur. Bu bakımdan üretim tiplerini kesikli ve sürekli olarak iki ana grupta toplamak mümkündür (Acar,1995: 15). İki grup arasındaki farklar Tablo 1’deki gibi tanımlanabilir:

Tablo 1
Kesikli ve Sürekli Üretimin Karşılaştırılması

	Kesikli Üretim	Seri Üretim
1.Üretim miktarı	Mamul miktarı az, çeşit fazla	Mamul miktarı fazla, çeşit az
2.Kullanılan makine ve teçhizat	Çok amaçlı üniversal tezgâhlar, hız az, verimlilik düşük	Özel tezgâhlar, hız yüksek, verimlilik yüksek
3.Yerleşme Düzeni	Gruplanmış halde	Mamule göre seri düzenleme (üretim hattı)
4. İşyeri düzeni ve iş yükü dengesi	Dengelemek güç, gecikmeler var	Dengelemek mümkün
5. İşçilik	Kalifiye	Vasıfsız işçilik
6.İş hazırlama faaliyetleri	Çok yoğun, ancak basit	Az, ancak karmaşık ve özen gerektirir.

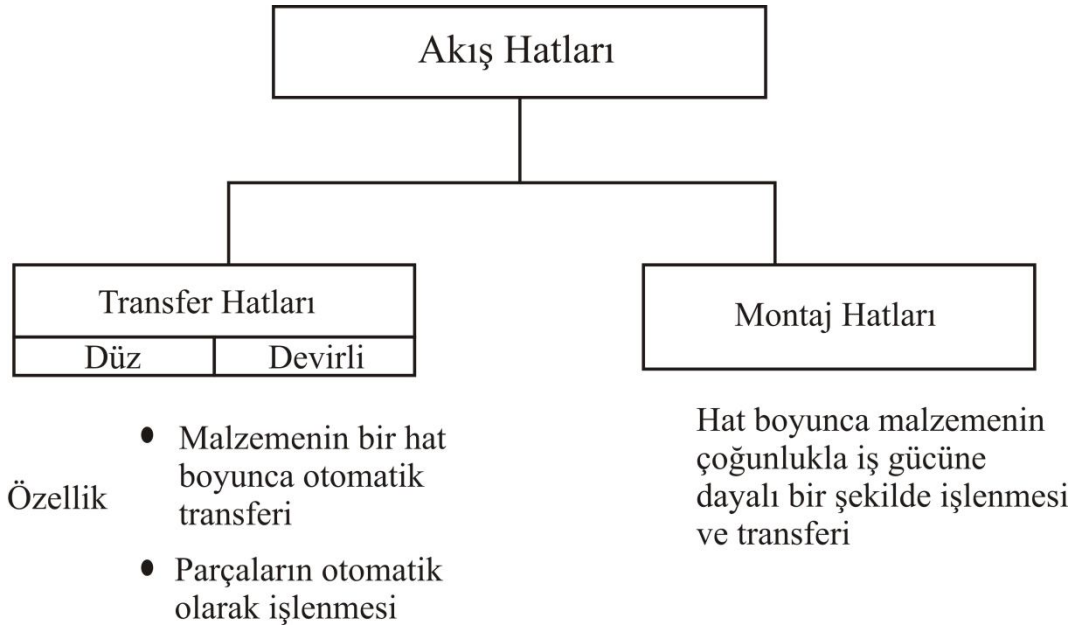
	Kesikli Üretim	Seri Üretim
7. Fabrika içi Taşıma faaliyetleri	Üniversal taşıma taşıma çok yoğun	tezgâhları, Araç hızı yüksek tertibatlar
8. Tamir - bakım	Arıza etkisi az	Bakım planlaması çok önemli
9. Üretim kapasitesi	Esnek kapasite	Komple yeni yatırım

(Acar, 1995: 15)

2.1.5. Kesikli-Seri Üretim Hatları (Akış Hatları)

Kesikli-Seri üretim hatları (Akış hatları) montaj hatları ve transfer hatları olmak üzere iki kısma ayrılırlar (Wild, 1979:363, Aktaran, Eştaş ve Acar, 1991: 11) (Şekil 4).

- a) **Transfer Hatları:** Makine ve tesisler tek bir ürün üretecek şekilde tasarlanmıştır (Üreten, 1997: 16). Büyük ve karmaşık makinelerden oluşur. Düz ve devirli tiplerde olabilir. Transfer araçlarıyla birbirlerine bağlanmış otomatik üretim makine serilerinin meydana getirdiği hatlar transfer hatları olarak adlandırılır. Malzemelerin taşınması otomatik transfer araçlarıyla yapılmaktadır. İş gücü kullanılmamaktadır (Gökçen, 1994: 10).
- b) **Montaj Hatları:** Bu tip hatların en önemli özelliği, malzemelerin hat boyunca iş gücü yardımıyla transfer edilmesi ve üretilecek parça üzerinde işlemlerin yine bir hat boyunca sıralanmalarıdır (Gökçen, 1994: 10). Montaj hatlarında malzeme taşıma ve işleme genellikle işgücü aracılığıyla gerçekleştirilir. Her istasyonda çalışanlar yoğun şekilde çalışacak şekilde düzenlenir. (Askin ve Strandridge, 1993, Aktaran, Bayraktaroğlu, 2007: 9).

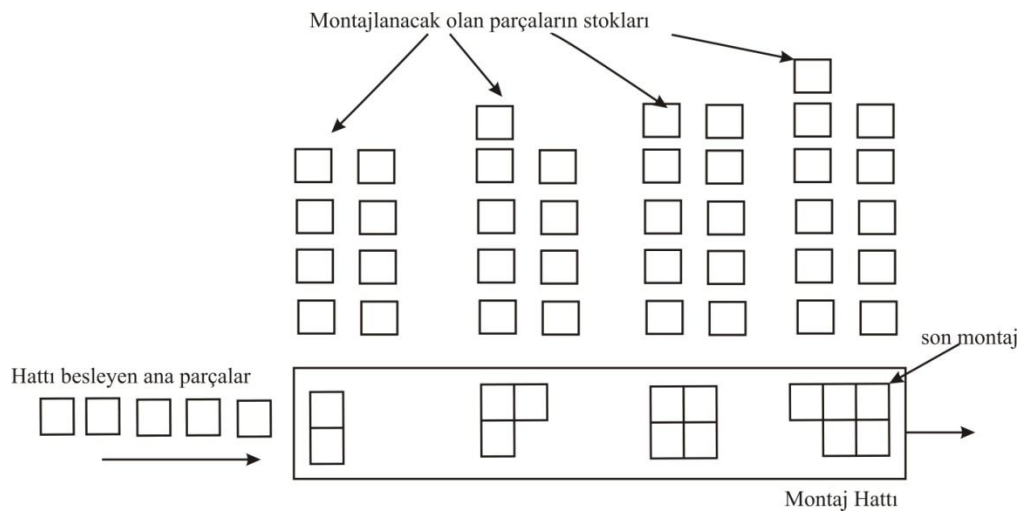


Şekil 4. Akış Hatları (Wild, 1971: 45, Aktaran, Eştaş ve Acar, 1991: 22)

Akış hatları aynı zamanda tek modelli hatlar, çok modelli hatlar ve karışık modelli hatlar olmak üzere üç şekilde tanımlanabilir (Eştaş ve Acar, 1991: 23).

2.1.5.1. Tek Modelli Hatlar

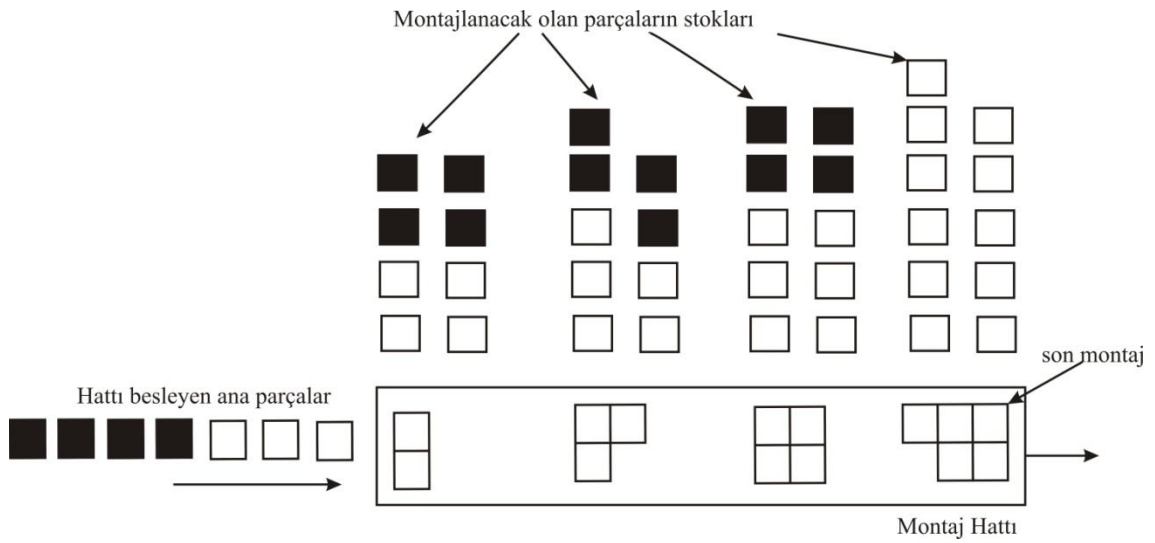
Bu tür üretim hatları tek tip ürün veya modelin üretildiği üretim hatlarıdır (Şekil5). Tek bir ürün büyük miktarlarda üretilir. İstasyonların iş yükleri değişmez (Bayraktaroğlu, 2007: 16).



Şekil 5. Tek Model Montaj Hattı, (4 istasyonlu), (Wild, 1971: 45, Aktaran, Eştaş ve Acar, 1991: 24)

2.1.5.2. Çok Modelli Hatlar

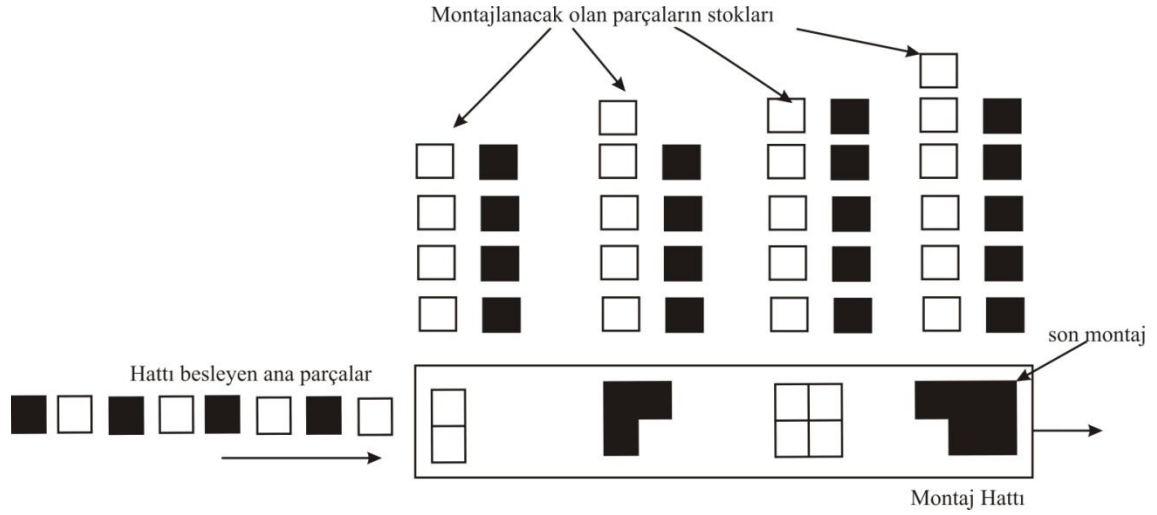
Bu tür üretim hatlarında yığınlar şeklinde bir ürünün iki ya da daha fazla olmak üzere benzer tipte (modelde) üretimleri gerçekleştirilir (Eştaş ve Acar, 1991: 23). Her bir model ayrı bir yığın olarak üretilir. Yığın büyüklükleri arttığında çok modellenli üretim hatları tek modellenli üretim hatları gibi düşünülebilir. Daha küçük yığınlarda ise bu tür üretim hatları karmaşık (mixed) modellenli üretim hatlarına benzerler (Şekil 6). Çok modellenli hatlarda ürünlerin üretim süreçlerindeki belirgin farklardan dolayı hattın yeniden hazırlanması gerekir (Scholl, 1999, Aktaran, Bayraktaroğlu, 2007: 17).



Şekil 6. Çok Modelli Montaj Hattı,(4 istasyonlu), (Wild, 1971: 45, Aktaran, Eştaş ve Acar, 1991: 24)

2.1.5.3. Karışık (Mixed) Modelli Hatlar

İki ya da daha fazla benzer tipte ürünün aynı anda üretiminin gerçekleştiği üretim hatlarıdır (Şekil 7).

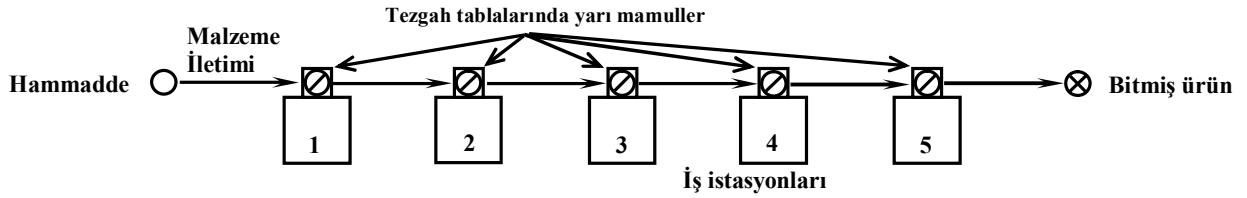


Şekil 7. Karışık Modelli Montaj Hattı, (4 İstasyonlu),(Wild, 1971: 45 , Aktaran, Eştaş ve Acar, 1991: 24)

2.1.6. Üretim (Montaj) Hattı

Üretim hatları, sürekli üretim veya montaj işlemlerini içeren birimlerdir (Eştaş ve Acar, 1991:96). Malzemelerin bir hat boyunca işgücü yardımıyla ya da otomatik olarak taşınmasıyla ve malzeme üzerindeki işlemlerin de bir hat boyunca sıralı iş istasyonlarında gerçekleştirilmesi olarak tanımlanır. Bir üretim montaj hattı, seri durumda iş istasyonlarından oluşur. Bu istasyonlar bir ya da daha fazla makine ve işçiden oluşur (Yılmaz, 2006, Aktaran, Kuvvetli, 2010:1). Üretim hattı, düzgün ve sürekli malzeme akışının sağlandığı üretim sistemleridir. Düzgün ve verimli bir akışın sağlanabilmesi, üretilecek tüm ürünlerin aynı işlem sırasını takip etmesi ve bütün işlem sürelerinin değişkenlik göstermeden birbirine yakın olması gerekmektedir (İşlier,1998: 17-21).

İşlem sürelerinde, ürünlerde ve işlem sıralarında meydana gelen değişkenlikler, akışın düzgünlüğünü ve sürekliliğini bozar (İşlier,1998: 17-21). Üretim hattı, sürekli malzeme aktarma sistemi ile birbirine bağlanmış bir dizi iş istasyonundan meydana gelir. Hat dengeleme işlemi yerine getirilmesi gereken faaliyetleri iş istasyonları şeklinde gruplandırma işlemidir (Üreten,1997:383). Bu üretim hatlarında durmaların azaltılması ve üretim hızının yükseltilmesi anlamını geçerli kılar. Bir hat yapısı Şekil 8' de gösterilmektedir (Grooer,1987, Aktaran, İşlier, 1998: 17-21).



Şekil 8. Üretim Hattının Şematik Görünüşü (Grooger ,1987, Aktaran, İşlier, 1998: 17-21)

2.1.7. Üretim Hattı Dengeleme Terminolojisi

Montaj hatlarında bir mamülün üretimi, birçok parçanın veya alt parçanın birleştirilmesiyle oluşur. Bu birleştirme sırasında mamul veya yarı mamul parçaya çeşitli fiziksel işlemler uygulanır. Hat boyunca sıralanmış işçi veya makine grupları diğer bir deyişle iş istasyonları vardır. Bir montaj hattının temel özelliği bir iş elemanının belirli süreler içerisinde bir iş istasyonundan diğerine hareket etmesidir. Montaj hattı dengelemede kullanılan terminoloji aşağıda verilmiştir.

İş İstasyonları: Hat dengelemede yerine getirilmesi gereken faaliyetlerin iş istasyonu şeklinde gruplandırılmasıdır. Gruplandırma yaparken amaç her bir iş istasyonunun çıktı hızını eşitlemek ve istasyon sayısını minimize etmektir (Üreten, 1997:383).

İstasyon Zamanı: Bir iş istasyonunda belirlenen işlemlerin yapılabilmesi için gerekli zaman olarak tanımlanır (Eştaş ve Acar, 1991: 25).

İletim: Konveyörler, vinçler, hareketli kaldırıcılar vb. sistemler belli başlı iletim araçlarıdır (Üreten, 1997: 403). İş istasyonlarında işleri yürütmek için, insan gücü, makine (veya her ikisi birden) kullanılır. Malzeme aktarma sistemi, genelde bir götürücüdür (konveyör) ve parçaların bir istasyondan diğerine taşınmasını sağlar. Götürücü sabit bir hızla hareket edebilir (sürekli iletim). Bu durumda, işçi bantla birlikte ilerler, işini tamamlayınca hızla geri dönüp sıradaki parça üzerindeki işine başlar. Sistemlerin birçoğunda ise ilerleme sürekli değil, kesiklidir. Bandın tamamı bir süre için durur, her istasyon, önüne gelen parça üzerinde gerekli işlemleri yapar, süresi en uzun olan istasyonun işi de bitince, bant bir adım ilerler. Bandın bir adım ilerlemesi, her istasyondaki parçanın bir sonraki istasyona geçmesi, son istasyondaki parçanın bitmiş ürün olarak sistemi terk etmesi ve ilk istasyona montaj hattı için yeni bir ana parça yüklenmesi demektir (İşlier, 1998: 17-21).

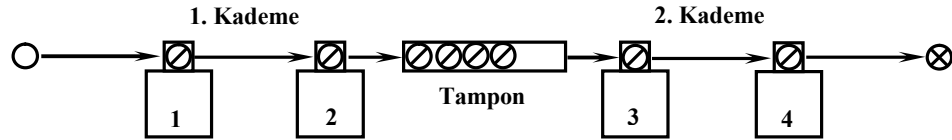
Darboğaz: Eş zamanlı olmayan hatlarda, farklı istasyonlardaki işlemler zamanlama açısından bağımsızdır. İşi biten parça, diğer istasyonların durumuna bakılmaksızın bir sonraki istasyona aktarılır. Bu nedenle bir üretim hattında sürekli ve kesikli iletim eşzamanlı olduğundan, tam denge sağlanamadığı takdirde uzun işlemler istasyonlarda bekleyen parçalar darboğaza neden olacaktır (Üreten,1997: 383). İşlem süresi en uzun olan istasyon bir darboğaz oluşturur. Üretim hızını belirleyen istasyon da budur. Çünkü diğer istasyonlar, önlerindeki parça üzerindeki görevlerini tamamlamış olsalar bile, darboğaz oluşturan istasyondaki işin bitmesini beklerler. İletim hattının hareketi darboğaza bağlıdır. Kesikli iletimde, tüm istasyonların işi bitince, parçalar birer adım ileri aktarılırlar. Bu aktarma da bir anda olamayacağından, üretim hızının belirlenmesinde, bu iletim süresi de hesaba katılmaktadır (İşlier, 1998: 17-21).

Çevrim: Tüm iş istasyonlarındaki işlerin tamamlanması ve hattaki tüm parçaların bir adım ileri aktarılmasıyla, bir çevrim tamamlanmış olur. Hattaki üretim, bu çevrimlerin tekrarlanmasına dayanmaktadır. Her çevrim sonunda, hattın sonundan bir ürün çıkar, hattın başına bir hammadde eklenir ve her çevrimde, her istasyondaki olaylar aynen tekrarlanır (İşlier,1998: 17-21).

Çevrim Süreleri: Bir iş istasyonunda belirlenen işlemlerin gerçekleştirilebilmesi için ayrılan süredir (Eştaş ve Acar,1991: 25). Darboğaz oluşturan istasyonun işlem süresi ile iletim süresinin toplamı, ideal çevrim süresidir. İdeal çevrim süresinin belirlenmesinde, tezgah ve malzeme aktarma donanımlarındaki arızalar hesaba katılmaz. Gerçek üretim süresini belirlemek için ise, istasyon ve aktarma donanımındaki tutuklukların neden olacağı gecikmeleri de göz önüne almak gerekir (İşlier,1998: 17-21).

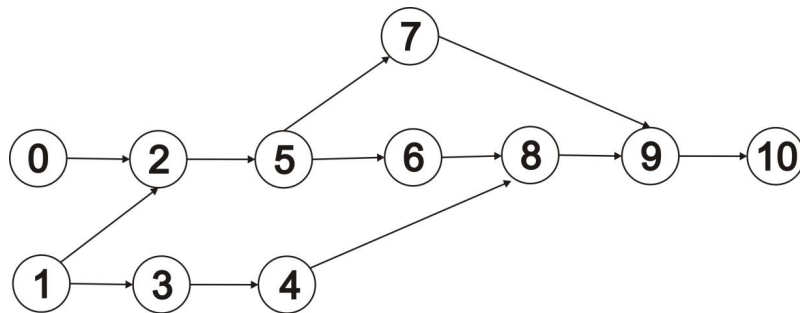
Tamponlar ve Hat Verimi: Üretim hatlarında çevrim süresi uzunluğu en uzun işlem tarafından belirlenmektedir. Bir montaj hattında yer alan en uzun işlem süresinden daha kısa bir çevrim süresi belirlenemez (Üreten, 1997: 386). Üretim hatlarında, güvenilirliği artırmanın çeşitli yolları vardır. Bunlar; istasyon sayısını azaltmak, daha az arıza yapan tezgahlar kullanmak, bakım ekiplerini takviye etmek ve istasyonlar arasına tampon stok sahaları yerleştirmektir. Bu çözüm yolları arasında uygulanması en kolay ve en ekonomik olanı, sonuncusu yani tampon stok kullanımıdır. Şekil 9'da, bir tampon stok ile iki kademeye ayrılmış bir hat görülmektedir (İşlier, 1998: 17-21). İkinci ve üçüncü istasyonlar arasına yerleştirilen tampon stokta dört adet yarı mamul ve bir iki

yarı mamul daha alacak boş yer görülmektedir. Tampon stoklar, arızalar yüzünden ortaya çıkan dalgalanmaları emerler. Şekil 9'da görülen ikinci kademedeki bir arıza, tamponda dört adet parçanın birikmesine neden olmuştur. Bu tampon sayesinde, ikinci kademe durduğunda, ilk iki tezgahın önlerinde oluşacak tıkanma önlenmiştir. Bir süre sonra, ilk kademedeki bir arıza olduğunda ise, ikinci kademe tampondaki parçaları kullanarak çalışmaya devam edecek, boş kalmayacak, böylece hattın çalışır durumda olduğu süre uzayacaktır.



Şekil 9. Üretim Hattının Bir Tamponla İki Kademeye Bölünmesi
(İşlier, 1998: 17-21)

Öncelik, Aynı İş İstasyonu ve Bölgeleme Kısıtları: Ürünün tamamlanması için gerekli olan süreç bölünebilir iş elemanlarına ayrılmıştır. Bir ürünün montajında yapılması gereken iş elemanlarının sıraları vardır ve her iş elemanı arasında öncelik kısıtı vardır (Gökçen, 1994: 15). Yani işlemlerin yapılış sırası önemlidir ve önce yapılması gereken sonra yapılması gereken faaliyetler vardır (Şekil 10). Üretim hattında işlemlerin öncelik kısıtları yanı sıra farklı kısıtlar da söz konusu olabilir. Bazı işlerin yalnız bir iş istasyonunda yapılması gerekebilir. Ya da bazı iş elemanlarının aynı iş istasyonunda gruplandırılması ya da gruplandırılmaması gibi bölgeleme kısıtı olabilir (İşlier, 1998: 17-21).

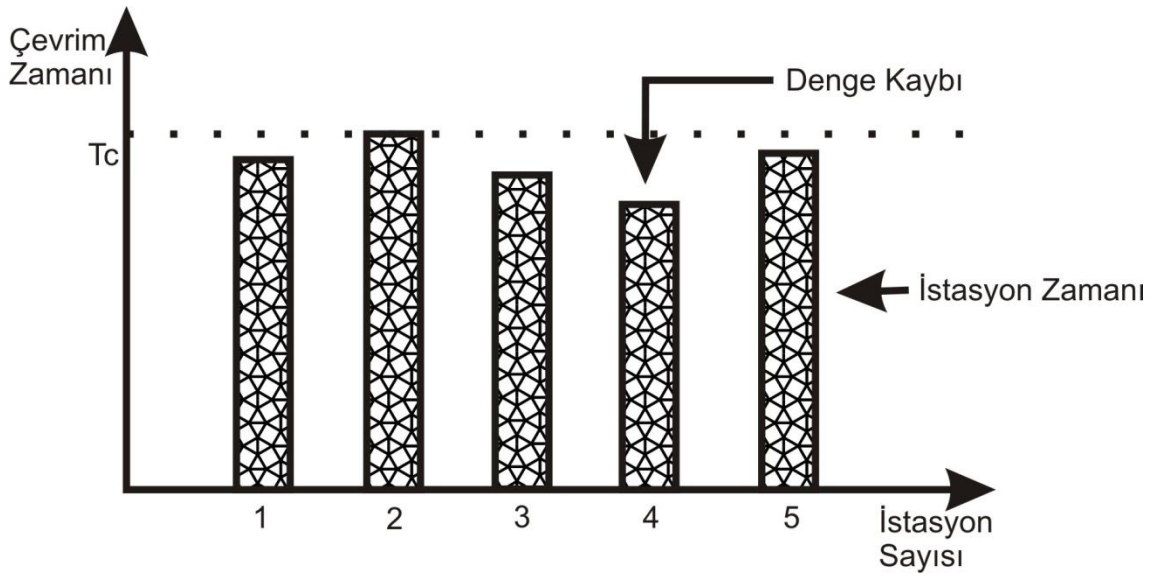


Şekil 10. Öncelik Diyagramı Örneği

Dengeleme Kaybı: Öncelik, aynı iş istasyonu ve bölgeleme kısıtları nedeniyle üretim hattında iş istasyonlarının işlem sürelerinde optimal dengenin sağlanması

zorlaşır. Sonuç olarak denge kaybı denilen kayıp ve gecikmeler olur. Bir istasyon için denge kaybı, çevrim zamanı ve istasyon zamanı arasındaki fark olarak tanımlanır (İşlier, 1998: 17-21). Bir üretim hattı için denge kaybı, çevrim zamanları toplamı ile servis zamanları toplamı arasındaki farkın, çevrim zamanlarına olan yüzdesi olarak tanımlanır (Gökçen, 1994: 15). Pratikte denge kaybını tamamen ortadan kaldırmak mümkün değildir. Hat dengelemede meydana gelen denge kayıpları %5 ile %20 arasında batılı ülkelerce kabul edilebilir düzey olarak görülmektedir (Eştaş ve Acar, 1991: 30).

Denge kaybı olan üretim hattı gösterimi Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11. Denge Kaybı Olan Üretim Hattı (Wild, 1971: 48, Aktaran, Eştaş ve Acar, 1991: 26)

Hat Dengeleme: Yerine getirilmesi gerekli işlemleri, iş istasyonlarına eşit bir şekilde gruplama işlemidir (Üreten, 1997: 383). İnsanların çalıştığı montaj hatlarında en önemli konu, hattın dengesi, bir başka deyişle, iş yükünün istasyonlar arasında eşit olarak dağıtılmasıdır. Montaj hatları, ağırlıklı olarak iş bölümüne dayanır. İş bölümü kavramının kapsadığı iş basitleştirme, standartlaştırma ve uzmanlaşma ilkeleri sayesinde, karmaşık görevler, basit iş elemanlarına bölünür. Bir istasyona atanacak iş elemanlarının sürelerinin toplamı, çevrim süresini aşamaz. (İşlier, 1998: 17-21).

Genel olarak hat dengeleme problemlerinde kullanılan amaç fonksiyonları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Boş zamanı en azlamak
2. Denge kaybını en azlamak
3. İş istasyonların sayısını en azlamak
4. Çevrim zamanını en azlamak
5. Denge kaybını istasyonlar arasında eşit olarak dağıtmak

Yukarıdaki maddelerde verilen amaçlardan bazıları birbirleriyle çelişen amaçlardır. Hat dengeleme problemlerinin çözümü, bu amaçlar arasındaki dengenin sağlanmasıyla mümkün olur (Eştaş ve Acar, 1991: 31).

2.1.8. Montaj Hattı Dengeleme

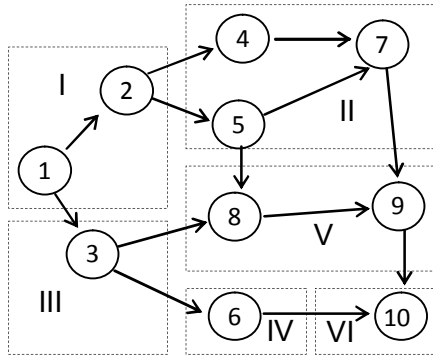
Malzemelerin bir hat boyunca işgücü aracılığı ile veya otomatik olarak transfer edilerek ve parça üzerindeki işlemlerin hat boyunca sıralı iş istasyonlarında montaj hattı dengeleme olarak tanımlanır. Bu iş istasyonlarında bir veya birden fazla makine ve işçiden oluşur. (Yılmaz, 2006, Aktaran, Kuvvetli, 2010: 1). Montaj hattı dengeleme problemi, tek boyutlu bir yerleştirme problemi olarak düşünülebilir (İşlier, 1998: 17-21). Buradaki boyut zamandır. Küçük parçalar (iş elemanları), kendilerinden büyük açıklıklara (istasyon süreleri), boşlukları elden geldiğince küçük kılacak şekilde yerleştirilirler. Bütün iş elemanları aynı büyüklükte olsa veya bunlar sonsuz küçük parçalara bölünebilseydi, hat dengeleme diye bir problem olmazdı. Ancak, iş elemanları farklı büyüklüklerde olduğu ve daha küçük parçalara da bölünemediği için, bunların iş istasyonları oluşturacak şekilde gruplandırılmaları sonucunda, bazı istasyonlarda boş süreler kalması kaçınılmaz olmaktadır. Çevrim süresi (C) ile istasyon sayısının (n) çarpımı ($n \cdot C$), toplam süreyi verir. Bu süreden iş hacmi (T_{ih}) çıkarılırsa, boş geçen toplam süre bulunur. Bu çalışılmayan süre, ekonomik bakımdan bir kayıptır ve mümkünse sıfır olması istenir. Uygulamada, boş geçen sürenin mutlak değeri değil, toplam süreye oranı olan bağıl değeri, dengeleme gecikmesi kullanılmaktadır. Yüzde olarak ifade edilen ve dengeleme gecikmesi olarak adlandırılan $d = (n \cdot C - T_{ih}) / (n \cdot C)$ değerinin küçüklüğü, dengelemedeki başarının bir göstergesidir (İşlier, 1998: 17-21).

İş elemanı sayısı yüzü geçince, problem son derece karmaşıklaştığından, çözümü ancak sezgisel yöntemlerle yapılabilmektedir. Hat dengeleme için geliştirilen sezgisel algoritmalar temel olarak iki adımdan oluşur (İşlier, 1998: 17-21).

- İş elemanlarının bir sezgisel kurala göre sıralanması,
- Sıralanmış olan iş elemanlarının çevrim süresi ve öncelik kısıtlarına göre istasyonlara atanması.

Hat Dengeleme Örneği

Yeni bir ürünün montajı için gereken iş elemanları, süreleri ve öncelik ilişkileri Şekil 12, Tablo 2 ve 3'de verilmektedir. Çevrim süresinin de 1.0[dak] olması istenmektedir. En büyük aday yöntemiyle dengeli bir hat tasarlanmak istendiğinde aşağıdaki işlemler yapılarak hat dengelenir.



Şekil 12. Öncelik İlişkileri ve İstasyonlar (İşlier, 1998: 17-21)

Tablo 2

İş Elemanları, Süreleri ve Öncelikleri

İş elemanı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Süre (dk)	0,6	0,4	0,9	0,3	0,2	0,7	0,5	0,6	0,4	0,7
Öncelik	-	1	1	2	2	3	4,5	3,5	7,8	6,9

(İşlier,1998: 17-21)

Tablo 3

İş Elemanlarının Sürelere Göre Sıralanması

İş elemanı	3	6	10	1	8	7	2	9	4	5
Süre (dk)	0,9	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	1,4	0,4	0,3	0,2
Öncelik	1	3	6,9	-	3,5	4,5	1	7,8	2	2

(İşlier, 1998: 17-21)

Algoritmanın ilk adımı gereği iş elemanları, sürelerine göre sıralanmış ve sonuç Tablo 3’de verilmiştir. Şekil 12’de, öncelik ilişkileri bir serim üzerinde gösterilmiş, problemin çözümü de kesik çizgilerle belirtilmiştir.

Algoritmanın ikinci adımı olan atama, Tablo 2'nin sütunlarını soldan sağa tarayarak yapılacaktır. Sırası gelen sütundaki iş elemanının, sırası gelen istasyona atanabilmesi için, iki kısıt sağlanmış olmalıdır: Öncülü kalmamalı ve istasyon süresini, çevrim süresinin üzerine çıkarmamalıdır.

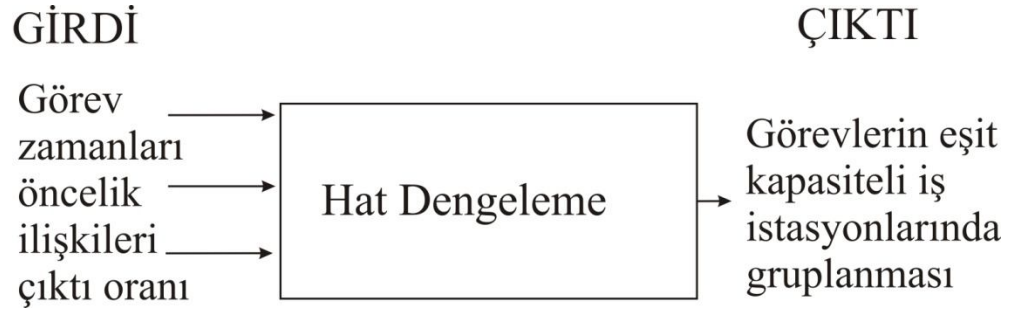
Sütunları tararken, atanabilecek ilk elemanın 1 olduğu görülmektedir (öncülü yok). Bunu izleyen 8 ve 7, öncülleri henüz atanmadığı için atanamaz; 2 ise atanabilir (1 atanmıştır ve 1+2'nin süreleri toplamı çevrim süresini aşmamaktadır). İstasyon süresi 1.0, çevrim süresine ulaştığından, istasyon I dolmuştur.

Taramaya devam edince 9'un atanamayacağı; 4 ve 5'in atanabileceği görülür. 4 ve 5'in toplam süresi 0.5, istasyon II'nin süresini tam doldurmamıştır. Listenin başına dönülür. 3, 6, 10, 5 ve 8'in süre kısıdı; yine 6, 10 ve 8'in öncelik kısıtları dolayısıyla atanamayacağı görüldüğünden; istasyon II'ye ancak 7 atanır ve bu istasyon da dolmuş olur.

Diğer elemanların atamaları da benzer şekilde yapılır. Sonuç Şekil 12'de kesik çizgiler ve Romen rakamlarıyla gösterilmektedir. Dengeleme gecikmesi: $[(6*1.0)-(0.9+0.7+0.7+0.6+0.6+0.5+0.4+0.4+0.3+0.2)] / (6*1.0)=\%12$ 'dir.

2.1.9.Montaj Hattı Dengeleme Problemleri ve Sınıflandırılması

Montaj hattı dengeleme, montaj işlemleri için gerekli görevler, bu görevlerin gerçekleştirilmesi için gerekli süreler ve görevler arasındaki öncelik ilişkileri verildiğinde, bir performans ölçütü en iyileyecek şekilde görevlerin istasyonlara atanmasıdır. Bir montaj hattı dengeleme sistemi Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 13. Montaj Hattı Dengeleme Sistemi (Dervitsiotis, 1981, Aktaran, Gökçen 1994: 18)

Görevlerin istasyona atanmasında kullanılan performans ölçütlerinin önemli kısmı iki grupta toplanabilir. Bunlardan birincisi hat boyunca yerleştirilen istasyon sayısı, ikincisi verilen çevrim süreleridir. Birinci grup insan gücü maliyetini en küçükmektedir. İkinci grup ise üretim miktarını en büyükmektedir. Problemlerin formülasyonunun kolaylığına rağmen yukarıda bahsedilen performans ölçütlerini en iyileyen iş gruplarının belirlenip istasyonlara atanması, yani problemin çözülmesi oldukça güçtür. N adet görev ve bu görevlerin r adet öncelikleri varsa yaklaşık $N!/2^r$ değişik montaj hattı tasarımı elde edilebilir (Gökçen, 1994: 19).

Montaj hattı dengeleme problemlerinin çözümü için geliştirilen yöntemler, en iyi çözümü bulan yöntemler ve yaklaşık en iyi çözümü bulan yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Eştaş ve Acar, 1991: 33).

1. Matematiksel Programlama Modelleri
2. Sezgisel (heuristic) Yöntemler

En iyiyi bulan matematiksel programlama yaklaşımında, çözümü elde etmek için bir kurallar dizisi belirlenir ve bu kurallar dizisine göre problem çözülerek istasyon atamaları yapılır. Sezgisel yaklaşımda bir başlangıç çözümü ele alınarak belirlenen sezgisel kurallar ile daha iyi bir çözüm elde edilmeye çalışılır. Bu en iyiyi arama son bulunan çözümden daha iyi bir çözüm elde edilmeyene kadar sürdürülür. Son bulunan çözüm, en iyi çözüm olarak kabul edilir (Kalender, Yılmaz ve Türkbey, 2008: 130).

Montaj hattı dengeleme problemlerinde problem boyutu büyüdükçe en iyi çözümü bulan yöntemlerin yerini sezgisel yöntemler almaktadır. En iyi çözümü bulan

yöntemler akademik çalışmalar olarak kalan ve pratikte çok fazla uygulanamayan yöntemler olarak kalmaktadır (Gökçen,1994: 19).

Arcus tarafından 1965’de sezgisel bir yöntem olan COMSOAL yöntemi geliştirilmiştir. COMSOAL veri örnekleme için bir sayısal bilgisayar kullanır ve rassal seçim yapar benzetim tekniği kullanarak olası montaj hattı dengeleme sonuçlarını ortaya koyar ve en verimli montaj hattı dengeleme sonucunu elde etmeye çalışır (Eştaş ve Acar, 1991:52). Problem boyutu büyüdükçe dengelenmek istenen montaj hattı ve kısıtlar karmaşıktıkça bilgisayar kullanarak çözüm üretmek hem hızlı hem daha güvenilir sonuçlar üretmesi bakımından avantajlıdır. Geleneksel bir COMSOAL algoritması aşağıda verilmiştir.

1. Çevrim süresini belirle. Çevrim süresi her iş elemanının bir istasyonda geçireceği maksimum süredir. Çevrim süresi=

$$C = \frac{\text{Günlük Üretim Süresi}}{\text{Günlük Üretim Miktarı}}$$
2. Yapılan iş için minimum iş elemanlarından oluşmuş, iş elemanı adı, işlem süresi ile öncül sayısından oluşan bir A listesi hazırla (Tablo 4).

Tablo 4
A Listesi

İŞ ELEMANI ADI	İŞLEM SÜRESİ	ÖNCÜL SAYISI
Manşet Eşleme	20	0
Manşet Alt Kıvrırma	11	1
Manşet Tulumlama	33	1
Manşet Regüle ve Çevirme	26	1
Manşet Gaze	23	1
Ütü	22	1
İlik	18	1
Yaka Tulumlama	23	0
Yaka Çevirme	10	1
Yaka Form	25	1
...	...	...
...	...	...
...	...	...

3. Öncül sayısı sütunundan öncül sayısı sıfır olan elemanlardan yeni bir B listesi hazırla. (Bu liste kendinden önce gelen işlemi olmayan ve ilk olarak üretime başlanabilecek işlemleri listeler) (Tablo 5).

Tablo 5
B Listesi

İŞ ELEMANI ADI	İŞLEM SÜRESİ	ÖNCÜL SAYISI
Manşet Eşleme	20	0
Yaka Tulumlama	23	0
...	...	...
...	...	...
...	...	...

4. İlk veya sıradaki istasyonu etkinleştir, B listesinden rastgele bir eleman seç ve istasyona ata. Yeniden bir A listesi ve B listesi hazırla.
5. B listesinden rastgele bir eleman daha seç ve istasyona ata. İstasyon toplam işlem süresi çevrim süresini geçmiyorsa aynı işlemi tekrarla.
6. İstasyon süreleri çevrim süresini geçiyorsa yeni bir iş istasyonu aç.
7. Atanmamış elemanlar bitmediyse, A ve B'yi güncelle, 4'e DÖN
8. Dengeleme gecikmesi d 'yi hesapla, kaydet.
 (Çevrim süresi (C) ile istasyon sayısının (n) çarpımı ($n \cdot C$), toplam süreyi verir. Bu süreden iş hacmi (T_{ih}) çıkarılırsa, boş geçen toplam süre bulunur. Bu çalışılmayan süre, ekonomik bakımdan bir kayıptır ve mümkünse sıfır olması istenir. Uygulamada, boş geçen sürenin mutlak değeri değil, toplam süreye oranı olan bağıl değeri, dengeleme gecikmesi kullanılmaktadır. Yüzde olarak ifade edilen ve dengeleme gecikmesi olarak adlandırılan $d = (n \cdot C - T_{ih}) / (n \cdot C)$ değerinin küçüklüğü, dengelemedeki başarımın bir göstergesidir).
9. 2-7 arasını tekrarla, d daha iyiye, eski çözümü unut.

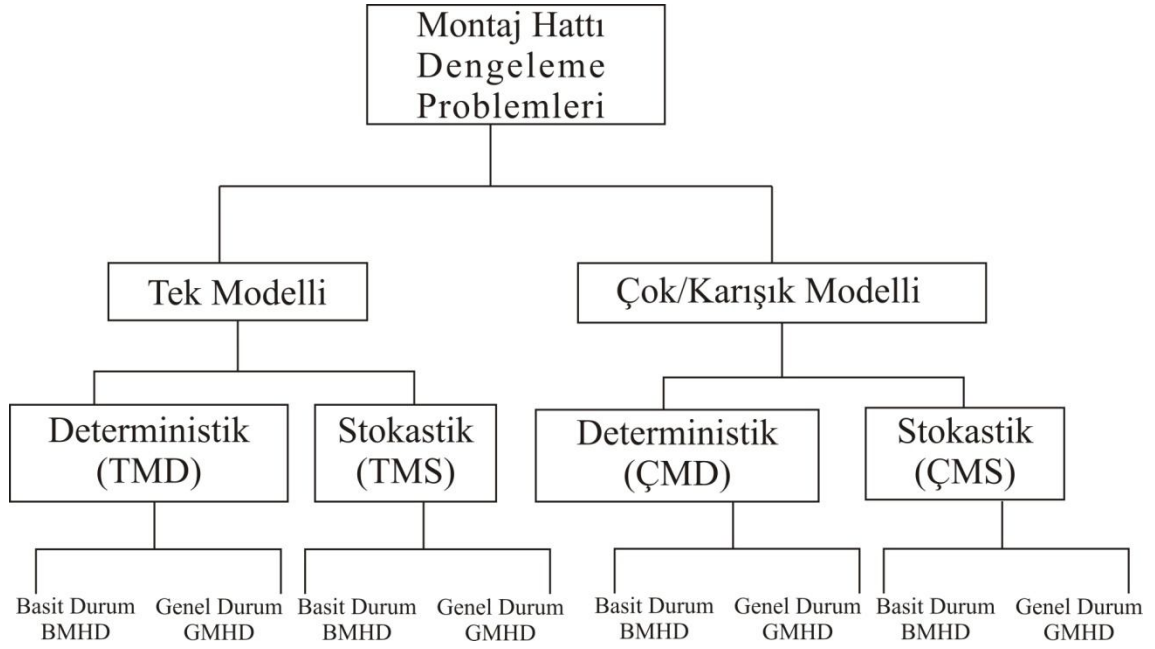
Montaj hattı dengeleme problemleri işlem zamanlarına göre iki sınıfa ayrılır.

1. İşlem süreleri belirli (deterministik)
2. İşlem süreleri değişken (stokastik)

Montaj hattı dengeleme problemleri aynı zamanda tek modelli ve çok/karışık modelli olmak üzere iki kısma ayrılır (Şekil 14).

İşlem süreleri deterministik (belirli) olan montaj hattı dengeleme problemlerinde işlem süreleri verilmiş ve bir birimden diğerinin üretimine değişim göstermediği varsayımı altındadır. Bu varsayım özellikle robot teknolojisinin uygulandığı sanayilerde geçerli olmaktadır.

İşlem süreleri stokastik (değişken) olan montaj hattı dengeleme problemlerinde işlem süreleri belirli bir dağılıma uyar. Çalışan işlem sürelerinde değişkenlik meydana getirmektedir. Değişkenlik sebepleri, çalışanın yorulması, dikkat dağılması, yetersiz iş gücü, iş tatminsizliği, araç gereç bozulmaları vb. sayılmaktadır. Bu değişken durum istasyona atanan işlerin aldıkları toplam zamanın çevrim zamanını aşmasına ve dolayısıyla bazı görevlerin tamamlanamamasına neden olmaktadır. İşler arasında öncelik ilişkileri nedeniyle bazı görevler tamamlanamayan işler yüzünden hiç başlamaz. Değişken zamanlı dengeleme problemlerinde bazı araştırmacılar görev zamanlarının normal dağılıma uyduklarını bazıları ise görev zamanlarının değişkenlik katsayısının (s/μ) bütün işler için sabit olduğunu varsaymaktadır (Gökçen, 1994: 20).



Şekil 14. Montaj Hattı Dengeleme Problemlerinin Sınıflandırılması (Gökçen 1994: 21)

Basit montaj hattı dengeleme problemleri, en basit ve orijinal montaj hattı dengeleme problemleridir. Probleme bazı kısıtlar eklendiğinde (örneğin paralel istasyon, bölgeleme vb. gibi) problem genel montaj hattı dengeleme problemine dönüşür (Ghosh ve Gagnon, 1989, Aktaran, Gökçen, 1994: 21).

2.1.9.1. Tek Modelli Deterministik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri (TMDMHDP)

Üretim hattında tek bir modelin üretiminin olduğu ve görev zamanlarının sabit olduğu durumlarda söz konusudur. Görevler öncelik ilişkileri sağlanarak belirlenen bir performans ölçüsünü en iyileyecek şekilde iş istasyonlarına atanırlar. Her bir iş istasyonuna atanan görevlerin zamanlarının toplamı çevrim zamanına eşit ya da küçük olmalıdır (Gökçen, 1994: 22).

TMDMHDP Aşağıdaki özelliklere sahiptir (Scholl vd., 2010: 689; Scholl vd., 2008: 581, Aktaran, Güzel, 2011: 66):

- Seri üretim homojen bir üründür; üretim süreçleri verilir.
- Sabit çevrim süresi ile hızı ayarlanmış hat c ;
- Deterministik işlem süreleri t_j ;

- Öncelik kısıtlarından başka atama kısıtı yok,
- m istasyonu ile seri hat düzeni,
- Bütün istasyonlar, makineler ve işçiler açısından aynı donatılmıştır,

Toplam görev süresi ile $t_{\text{sum}} = \sum_j^n t_j$

TMDMHDP çözümü için istasyon sayılarının en küçüklendiği performans ölçütü kullanılmaktadır. Toplam boş geçen zamanın enazlanması ve verilen istasyon sayısı için çevrim zamanının enazlanması ve denge gecikmesi diğer performans ölçütleridir.

2.1.9.2. Tek Modelli Stokastik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri (TMSMHDP)

İnsan unsuru görev sürelerinin değişken olmasına neden olmaktadır. Bu değişkenliğin sebepleri arasında yorulma, dikkatin dağılması, yetersiz nitelikteki işgücü, iş tatminsizliği, hatalı girdiler, araç-gereç bozulmaları sayılabilir. Meydana gelen değişkenlikler istasyonlara atanan işlerin toplam sürelerinin çevrim zamanı aşmasına ve dolayısıyla bazı işlerin bitirilememesine neden olabilmektedir. Özellikle işler arasındaki öncelik ilişkileri dikkate alındığında, bazı işlere hiç başlanmama durumu oluşmaktadır. Bu şekilde yarım kalan veya hiç başlanmayan işlere yönelik olarak değişik hat iyileştirme politikaları geliştirilmiştir (Gökçen ve Baykoç, 1997, Aktaran, Ağpak vd., 2002: 117).

TMSMHDP de'sonlu bir görev seti verilir ve bu görevler bir olasılık dağılımına uygun dağılmıştır. Problem öncelik ilişkileri dikkate alınarak ve belirlenmiş performans ölçütlerini eniyileyecek şekilde iş istasyonlarına atanır.

TMSMHDP çözümü için amaç, toplam işgücü ve toplam beklenen tamamlanma maliyetlerinden meydana gelen toplam sistem maliyetini enazlamaktır.

$$\text{Min } Z = \text{Toplam Sistem Maliyeti} = C * L * K + \sum_{\text{Bütün } G \text{ ler}} I(G) * Pr(G)$$

L: Birim İş Gücü Maliyeti

G: Tamamlanamayan Kombinasyonlar Seti

$I(G)$: G Kombinasyonunun Tamamlanmaması Maliyeti

$Pr(G)$: G Kombinasyonunun Meydana Gelme Olasılığıdır.

Yukarıdaki formülasyonda ilk terim birim başına iş gücü maliyetini, ikincisi birim başına beklenen tamamlanmama maliyetini gösterir (Gökçen, 1994: 25).

2.1.9.3. Çok/Karışık Modelli Deterministik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri

Eğitim düzeyinin artması, bilinçlenme düzeyi gelişiminin yanı sıra kitle iletişim araçlarının ve sosyal ağlarında giderek yaygınlaşması çoğalarak artan müşteri isteklerini beraberinde getirmiştir. Artan müşteri beklentileri, ürün çeşitliliğini artırmıştır ve ürün çeşitliliği üretim hacimlerinin küçülmesine neden olmuştur. Bu durum çok modelli ve karışık modelli montaj hatlarını gündeme getirmiştir. Bu tür problemlerde iş elamanlarının görev süreleri deterministiktir ve birden fazla modelin aynı anda üretimi söz konusudur.

Bu tür üretim hatlarında yığınlar şeklinde bir ürünün iki ya da daha fazla olmak üzere benzer tipte (modelde) üretimleri gerçekleştirilir. Her bir model ayrı bir yığın olarak üretilir. Yığın büyüklükleri arttığında çok modelli üretim hatları tek modelli üretim hatları gibi düşünülebilir. Bu sistemlerde aynı zamanda model sıralama problemlerinde de bahsedilebilir. Daha küçük yığınlarda ise bu tür üretim hatları karmaşık (mixed) modelli üretim hatlarına benzerler.

Model sıralama problemlerinde tezgah hazırlık maliyetlerini enazlayan sıralamanın seçilmesi için geliştirilmiş yöntemlerden yararlanılır. Örneğin dal sınır atama yöntemi vb (Gökçen, 1994: 26).

Çok modelli deterministik montaj hattı dengelemede aşağıdaki problemlerin çözümü aranır (Gökçen, 1994: 26).

Her farklı model (yığın) için üretim hattı nasıl dengelenecek?

Üretilen modellerin yığın büyüklükleri ne olacak?

Modeller hangi sıra ile üretilecek?

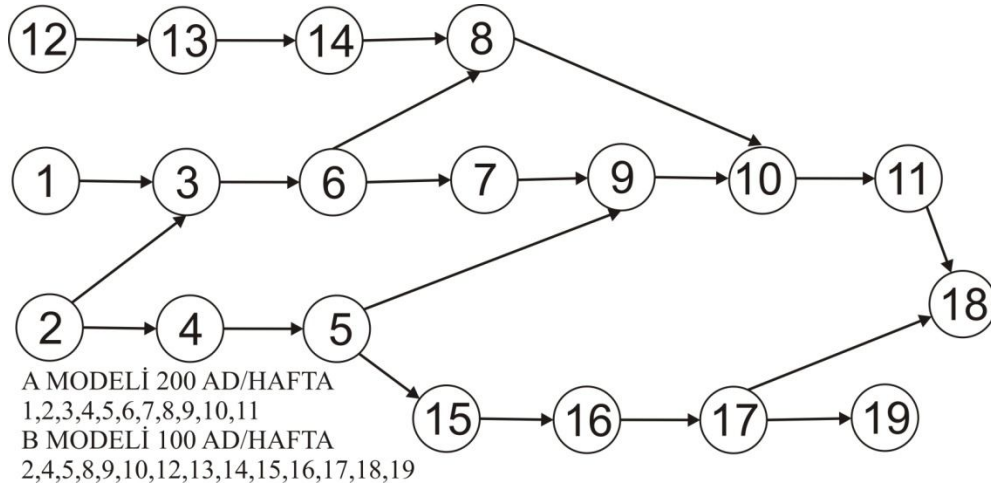
Karışık modellenli deterministik montaj hattı dengeleme problemlerinde kuramsal olarak büyük miktarlarda ürün stoklarına gerek yoktur. Çok modellenli montaj hatlarının tersine müşteri istekleri değişkendir ve sürekli gerçekleştirilen üretimle karşılanır. Karışık modellenli montaj hatlarında karşılaşılan ana sorun modellerin özelliğinden kaynaklanan farklı iş elemanlarının eşit olmayan iş akışlarına, boş istasyon zamanlarına ve de yarı ürün stoklarına neden olmasıdır (Eştaş ve Acar, 1991: 80).

Karışık modellenli deterministik montaj hattı dengeleme problemlerinin bazılarının çözümünde yeterli analitik çözüm yöntemleri yoktur. Karışık modellenli deterministik montaj hattı dengeleme problemlerinin çözümü tek modellenli dengeleme problemleri şeklinde düşünülebilir. Yani her model ayrı olarak ele alınıp toplam iş yükü, iş istasyonlarına eşit olarak dağıtılabilir. Örneğin A ve B modeli gibi iki farklı model için montaj hattının kurulduğunu varsayalım (Şekil 15). A modelinin iş elemanları bu modelin montajı sırasında denge kaybı en az olacak şekilde istasyonlara dağıtılır. Aynı işlem B modeli için uygulanır. Bu uygulama modeller benzerlik gösterdiği durumlar için sıklıkla kullanılır. Bir ölçüde yeterli sayılan bir yöntemdir. Üretim benzerliği ile kastedilen benzer iş elemanlarının benzer bir sıralama ile gerçekleşmesidir. Yani her iş istasyonundaki işçiler önlerine hangi model gelirse gelsin aynı türde iş yapmaktadır. Fakat benzer olmayan modellerin üretildiği durumlarda benzer olmayan modellerin üretildiği durumlar söz konusu olduğunda, her model için ayrı ayrı hat dengelemesi yapmak farklı iş elemanlarının, farklı yetenek ve eğitimde işçilere atanmasını gerektirir (Eştaş ve Acar, 1991: 81). Bu gibi durumlarda dengeleme, benzer iş elemanlarının aynı iş istasyonlarına hangi modelin üretildiğine bakılmaksızın dağıtılmasıyla gerçekleştirilir.

Karışık modellenli deterministik montaj hattı dengelemede aşağıdaki problemlerin çözümü aranır (Gökçen, 1994: 26).

Modeller hangi sıra ile üretilecek?

Hat nasıl dengelenecek?



Şekil 15. A ve B Modelleri İçin Bütünleşik Öncelik Şeması (Eştaş ve Acar, 1991: 81)

Bütünleşik hat dengeleme yönteminde modeller yığınlar halinde değil, hat üzerinde aynı anda arka arkaya üretilmelidir. Buna ek olarak benzer olmayan iş elemanları söz konusu olmalı ve farklı iş istasyonlarına atanmaları amaçlanmalıdır (Eştaş ve Acar, 1991: 83).

2.1.9.4. Çok/Karışık Modelli Stokastik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri

Çok/Karışık modelli montaj hattı dengeleme problemlerinde iş elemanlarının süreleri stokastik (değişken) dir. İş elemanı süreleri tek modelli stokastik montaj hatlarında olduğu gibi parametreleri bilinen dağılımlarla ifade edilir. Birleştirilmiş öncelik diyagramları çok modelli stokastik hat dengeleme problemleri içinde geçerlidir.

Çok/Karışık Modelli Stokastik Montaj Hattı Dengeleme Problemlerini zorlaştıran nedenler arasında öğrenme etkileri, işçi becerileri, iş tasarımı ve işçinin iş zamanı değişkenlikleridir. Bu etkenlerden dolayı birimlerin tamamlanmadan hat boyunca ilerlemeleri ve tamamlanamayan birimlerin hattın dışında tamamlanması bazı maliyetlere neden olur (Ghosh and Gagnon, 1989, Aktaran, Gökçen, 1994: 31).

2.1.10. Türk Hazır Giyim Sektörü

Hazır giyim sektörü Türkiye ekonomisinin en dinamik ve uluslar arası rekabette en duyarlı sektörlerden birini oluşturmaktadır (Vural ve Ağaç, 1996: 54). Tekstil ve Konfeksiyon Sektörü çok çeşitli ürünlere sahip olmasından dolayı karmaşık ürünler

topluluğuna sahiptir. Tekstil ve Konfeksiyon Sektörü genel olarak, “Dokuma (Tekstil)” ve “Hazır Giyim (Konfeksiyon)” olmak üzere başlıca iki gruba ayrılmaktadır (Safel ve Dedeoğlu,1999, Aktaran, Ağaç, 2001: 52). Hazır giyim ve konfeksiyon sektörü, genel anlamda dokuma ve örme kumaşlardan kadın, erkek ve çocuklar için gerek iş hayatında gerekse normal günlük hayatta olmak üzere günün her saatinde giyilmek üzere üretilmiş tüm dış giysiler ile iç giysileri, bunların aynı malzemelerden olmasa da aksesuarlarını ihtiva eder (DPT, 2007).

Türk Tekstil ve Konfeksiyon Sektörü, oluşturduğu istihdam ve ihracat ile ülke ekonomisinde önemli bir konuma sahiptir. Diğer sektörlerle göre üstünlüğü olan sektör, potansiyeli ve dinamizmi ile ülke ekonomisi içinde önemli rolünü sürdürmektedir. Bunlara ek olarak sektörün hızla gelişmesi sadece Türkiye’de değil, Avrupa’da ve giderek dünyada da saygın bir yer edinmesini sağlamıştır (Ağaç, 2001: 52).

1980’li yıllar itibariyle Türkiye dışa dönük sanayileşme stratejisini benimsemiş, tekstil ve konfeksiyon ihracatına yönelik önemli büyüme trendine girilmiştir. Konfeksiyon sanayindeki hızlı büyüme sonucu iplik, örgü ve dokuma üretimleri konfeksiyon olarak katma değeri artmış bir şekilde ihraç imkanı bulmuştur (Safel ve Dedeoğlu, 1999, Aktaran, Ağaç, 2001: 53).

1994 yılında Türkiye’de meydana gelen ekonomik kriz sonrasında üretim sanayinin üretimindeki hızlı artış eğilimi, 1998 yılının başlarında tekrar devam etmiştir. 1997 yılında Mayıs ayından itibaren dört Doğu Asya ülkesinde parasal kökenli ekonomik kriz ortaya çıkmış ve başta Japonya olmak üzere bütün Asya ülkelerini ve dünyanın belli başlı ekonomilerini etkilemiştir. Kriz, sonradan Rusya Federasyonu’na ve de Latin Amerika ülkelerini etkileyerek dünya üzerindeki etkisini daha da artırmıştır. 1998 yılında dış talepte azalış, finansman durumlarında daralma ve yurt içinde reel faizlerdeki yükselme nedeniyle imalat sanayi üretim artış hızı yavaşlamıştır. Bu sonuç, başta krize giren ülkelerle yoğun ticaret ilişkisi olan ülkeler (Japonya, Avrupa Birliği ve ABD) olmak üzere uluslararası ticareti derin bir şekilde etkilemiştir. Krize giren ülkeler, ulusal paralarının aşırı ölçüde değer yitirmesinin sonucu, üretebildikleri malları dünya piyasalarına, rekabetçi bir şekilde pazarlamışlardır. Bu mallardan önemli bir oranını tekstil ve hazır giyim ürünleri oluşturduğundan, Türk Tekstil ve Hazır Giyim İhracatı’ da olumsuz olarak etkilenmiştir (Parıltı ve Türkant,2000b, Aktaran, Ağaç, 2001: 53).

1999 yılında, söz konusu olumsuzlukların devam etmesinin yanında Marmara ve Düzce depremlerinin neden olduğu hasarın etkisiyle imalat sanayi üretimi gerilemiştir. 2000 yılında ise, depremin ekonomik etkilerinin giderilmeye başlanması ve genelde sağlanan istikrar ortamı nedeniyle üretimin tekrar artış eğilimine girdiği gözlenmektedir (DPT, 2000, Ağaç, 2001: 53).

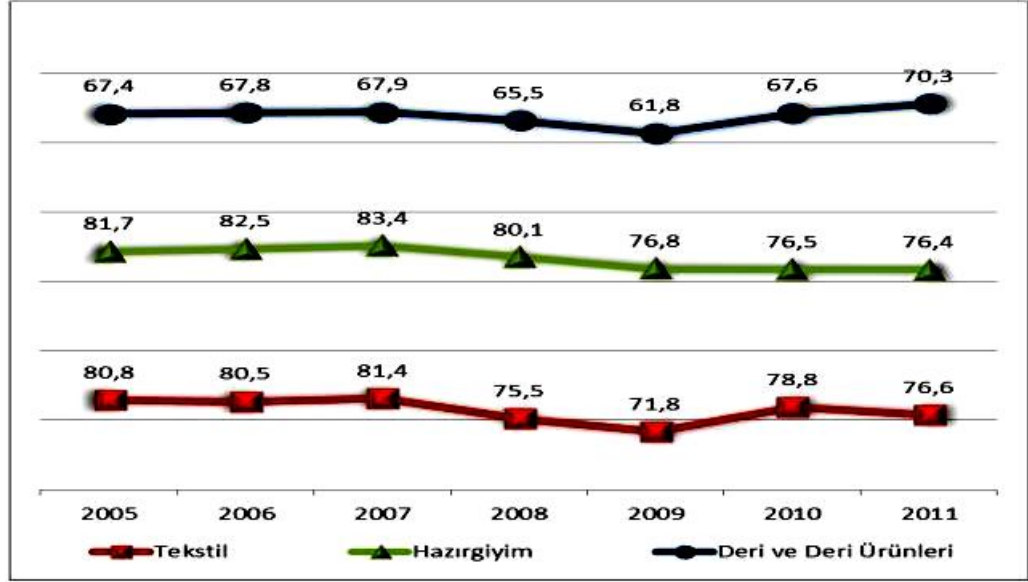
Dünya tekstil ticareti (ihracat) 2009 yılında bir önceki yıla kıyasla %16 oranında azalarak 210 milyar Dolar düzeyinde, 2010 yılında %19 oranında artarak 251 milyar Dolar düzeyinde gerçekleşmiştir. Dünya hazır giyim ticareti ise (ihracat) 2009 yılında %13'lük azalışla 316 milyar Dolar, 2010 yılında %11'lik artışla 351 milyar Dolar olmuştur. 2010 yılı dünya hazır giyim ihracatının %80'i gelişmiş ülkelere yapılmıştır. Ticaret hacmi bakımından en yoğun tekstil ve hazır giyim ticareti Asya ülkelerinde gerçekleşmektedir. Bunun en büyük sebebi Çin'in bu kıtada yer almasıdır. Çin'in 2010 yılı tekstil ihracatı 77 milyar Dolara, hazır giyim ihracatı ise 130 milyar dolara ulaşmıştır. Çin'in dünya tekstil ihracatı içinde 2000 yılında %10 olan payını 2010 yılı sonunda %31'e, hazır giyim ihracatında 2000 yılında %18,3 olan payını 2010 yılında %37'ye yükseltmiş olması birbiriyle etkileşen iki sektörde giderek artan Çin hakimiyetini ortaya koymaktadır. Tekstil ticaretinde AB ülkelerinin ardından üçüncü sırada yer alan Hindistan ise 2010 yılında ihracatını %40 oranında arttırmıştır (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2012/1: 6).

Türkiye, 2010 yılı Dünya Ticaret Örgütü verilerine göre, dünya tekstil ihracatında %3,6'lık pay ile tekstilde 8'inci hazır giyim ihracatında %3,6'lık pay ile ise dünyada 5'inci büyük ihracatçı konumundadır. 2010 yılı tekstil ithalatında ise, hazır giyim ihracatında görülen artışa bağlı olarak, hammadde ihtiyacını karşılamaya yönelik tekstil ithalatında sürekli artış kaydetmiş ve dünya tekstil ithalatında 6'ıncı sırada yer almıştır. Türkiye, hazır giyimde ise %0,8'lik pay ile dünya ithalatında 10'uncu sırada yer almaktadır (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2012/1: 6).

Sektörde standart basit ürünlerin üretiminin, sanayileşmekte olan ülkelere bırakıldığı ve yüksek katma değerli moda-marka ürünlerle, teknik tekstillerin araştırılıp, geliştirilip üretilmesinde sanayileşmiş ve bilgi toplumu ülkelerin söz sahibi olmaya devam etmekte oldukları ve devam edecekleri görülmektedir (Sanayi Genel Müdürlüğü, 2012/1: 8). Bu gerçekten hareketle sektör, fiyat-maliyet rekabetinden ziyade kalite

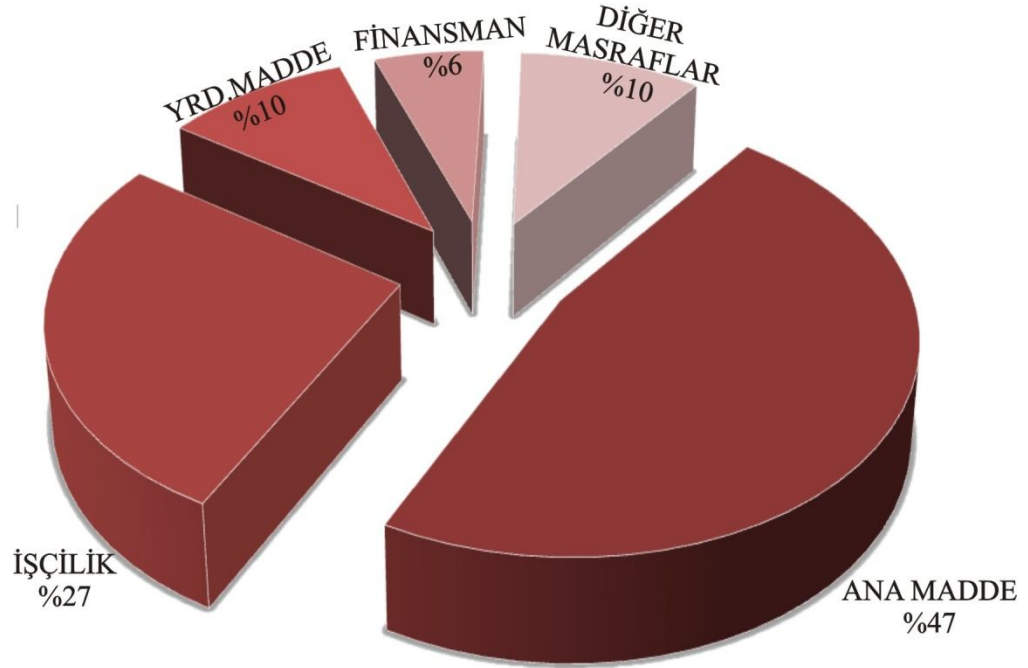
rekabetinin belirleyici olduğu, üst sınıf yüksek kalitede moda, marka, bilgi bazlı ürünlerin üretildiği ve satıldığı bir yapıya doğru yol almaktadır.

Sektörün kapasite kullanım oranlarına bakılığında kriz sonrasında bir artış olduğu gözlenmektedir (Şekil 16).



Şekil 16. Tekstil, Hazır Giyim, Deri ve Deri Ürünleri sektörünün kapasite kullanım oranları (Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Veri Tabanı, Aktaran, Sanayi Genel Müdürlüğü, 2012/1: 9).

Emek yoğun bir sektör olan hazır giyim sektöründe maliyet bileşenleri incelendiğinde işçilik maliyeti ikinci sırada yer alırken, asıl en büyük maliyet genelde kumaş olan ana madde üzerinde yoğunlaşmaktadır (Şekil 17).



Şekil 17. Hazır Giyim Sektörünün Maliyet Bileşenleri (İstanbul Tekstil Konfeksiyon İhracatçıları Birliği 2007 Verileri, Aktaran, Sanayi Genel Müdürlüğü, 2012/1: 19).

Türkiye İhracatçıları Meclisi 2011-2012 ihracat rakamlarına bakıldığında, hazır giyim ve konfeksiyon ihracatı toplam ihracatın yaklaşık %12 sini oluşturduğu görülmektedir. Genel anlamda Tekstil sektörüne bakıldığında ise Türkiye'nin toplam ihracatında %20 gibi üzerinde durulması gereken önemli bir paya sahip olduğu gözlenmektedir (TİM, 2012).

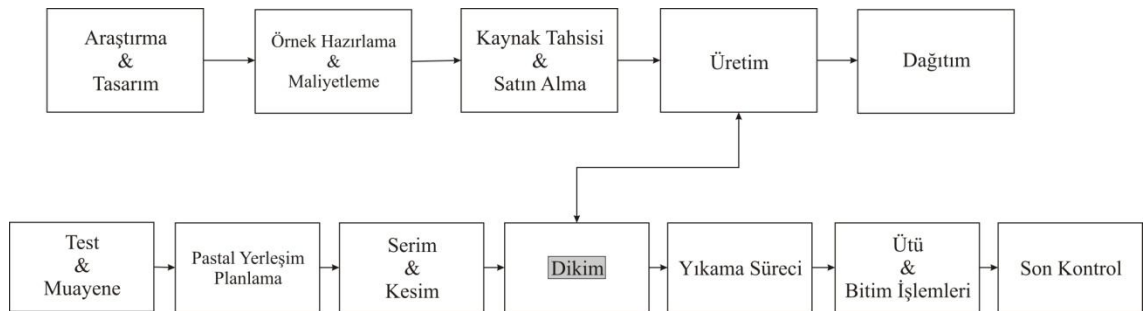
Hazır giyim ürünleri talebi tüketiciler ve tüketicilerin harcama eğilimlerinin (doğal olarak gelir seviyesi ve gelirlerdeki artış) bir sonucu iken, tekstil ürünlerinin talebini hazır giyim sanayicilerinin hayata bakışı ve yatırım kararları belirlemektedir (Parıltı ve Türkant, 2000a, Aktaran, Ağaç, 2001: 52).

Türkiye Ekonomisinde hazır giyim sektörü ihracatın lokomotif sektörü, istihdamda en büyük sektör, yatırımda en büyük sektör (dumansız ve bacasız sanayi) ve üretimde en büyük sektör konumundadır. İhracat, Dünyada ve Türkiye'de yaşanan krizlere rağmen sürekli artan bir seyir izlemektedir (Erol ve Keşçi, 2000, Aktaran, Ağaç, 2001: 52).

Hazır giyim ve konfeksiyon sektörünün üretim teknolojisinde son yüzyılda çok temel değişiklikler söz konusu olmamakla birlikte, bazı proseslerde ve makine hızlarında değişiklikler kaydedilmiştir. Hazır giyim sektörü üretim bakımından diğer sektörlere göre daha az sermaye gerektirir ve emek yoğun bir sektördür. Teknolojik yeni gelişmeler iş gücü sayısını azaltmakla birlikte yıllar itibariyle hazır giyimde işgücü gereksinimi azalmamıştır (Yaşar,E,1995, Aktaran, Aydın,S ve diğerleri, 2001: 77). Günümüzde Bilgisayar Destekli Tasarım (CAD/Computer Aided Design) sistemleri ile model ve kalıp çıkartma kolaylıkla ve hızla yapılabilen, pastal yerleştirme en az fire ile gerçekleştirilebilmektedir. Yenilikler, ağırlıklı olarak montaj (dikim-birleştirme) öncesi aşamalarında kullanılabilen yeniliklerdir. Denilebilir ki, montaj aşamasına kıyasla birleştirme öncesindeki aşamalara ilişkin daha fazla teknolojik yenilik gerçekleşmiştir. Bu nedenle hazır giyim üretiminde dikim öncesi üretim hazırlık aşamaları daha sermaye yoğun ve otomasyon durumdadır (DPT, 2007).

2.1.11. Hazır Giyim Üretim Süreci

Giysi üretim süreci emek yoğun ve manuel işlemlerin kullanıldığı, sıklıkla model değişimlerinin gözlendiği ve kısa termin süreleri içeren bir yapıya sahiptir. Bu süreç bir dizi faaliyetten oluşur bunlar; tasarım, numune hazırlama, onay, satın alma, pastal yerleştirme, serim, kesim, dikim, yıkama, terbiye ve paketlemedir (Mok, 2011) (Şekil 18).



Şekil 18. Hazır Giyim Üretim Süreci (Mok, 2011)

Dikim işlemi giysi üretim süreci içerisinde anahtar rol olarak görülür. Dikim işlemlerinin programlanmasıyla diğer faaliyetler planlanır. Dikiş işlemi ürüne bağlı olarak birçok adımdan oluşur. Üretim faaliyetlerinin verimli bir şekilde sürdürülebilmesi, iş ya da işlemlerin belirlenen standart zamanlarda yapılmasını

gerektirmektedir. Araştırma konusu karma modellenli montaj hattı dengeleme probleminde dikim işlemlerinin programlanması gerçekleştirilmektedir.

Hazır giyim işletmelerinde dikim hatları, çok fazla işgücüne gereksinim duyar ve verimin en düşük olduğu bölümlerdir. Üretim ortamındaki belirsizlikten dolayı üretim planlama zordur. Hazır giyim imalatının hızını ve verimliliğini etkilediğinden dikim hatlarında darboğazların araştırılması ve çözüm önerilerinin ortaya koyulması gerekmektedir (Kuşun ve Kalaoğlu, 2010: 257).

Hazır giyim ve konfeksiyon sektörü emek yoğun bir sektördür. Dikiş işlemi sonucunda hazır giyim ve konfeksiyon ürünü elde edildiğinden, üretim hattındaki en temel makine dikiş makinesidir. Dikiş makineleri küçük farklarla veya aparatlarla çeşitlendirilir. Üretim süreci tasarım ile başlar. Giysi tasarımını kalıp tasarımı izler. Serileme, pastal yerleştirme, kesim, gerekli ise parça baskı ve nakışın ardından; kesilmiş giysi parçaları, renk, desen vb. unsurlar gözetilerek uyum içinde bir araya getirilerek tasnif edilir. Düğme, etiket ve benzeri gibi modelin gerektirdiği aksesuarlar da hazırlanarak, dikim işlemine geçilir. Üretim süreci iplik parçalarının temizlenmesi, ütü, kalite kontrol ve paketleme ile tamamlanır. İşçilerin üretimin belirli iş kademesinde uzmanlaşmaları ve üretim hattında dikiş makinelerinin üretilecek model özelliklerine göre sistematik olarak konumlandırılması, işçilerin de ustalıklarına göre yerleştirilmeleri, üretim verimini üst seviyelerde tutabilecek önemli faktörlerdendir.

Günümüzde eğitim düzeyinin artması, bilinçlenme düzeyi gelişimi yanı sıra kitle iletişim araçlarının ve sosyal ağlarında giderek yaygınlaşması çoğalarak artan müşteri isteklerini beraberinde getirmiştir. Artan müşteri beklentileri, ürün çeşitliliğini arttırmıştır ve ürün çeşitliliği üretim hacimlerinin küçülmesine neden olmuştur. Globalleşmenin ve kıyasıya rekabetin olduğu piyasa koşullarında giyim üretim firmalarının varlıklarını devam ettirebilmeleri bu piyasa koşullarına uygun üretim ve sistemleriyle birlikte uyumlarıyla mümkün olabilmektedir.

Hazır giyim üretimi emek yoğun ve karmaşık bir üretim yapısına sahiptir. Bu nedenle otomasyon sistemine uyarlamak oldukça zordur. Üretim miktarları düşük, çeşitliliği fazla modellerin imalatı için ayrı hat ve çalışan tahsis etmek maliyet ve tesis alanı bakımından uygun değildir. Bu yüzden çok fazla modelin aynı anda üretiminin gerçekleştiği üretim bantları tercih edilmektedir. Buna ek olarak düşük verimlilik, düşük

sipariş miktarları arasında geçişten kaynaklanan hat dengeleme ve planlama zorlukları hazır giyim üretiminin önemli sorunlarından.

Türkiye'deki işletmeler KOSGEB ölçeklendirme sistemine göre KOBİ'ler (Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme) üç sınıfa ayrılmaktadır.

a) Mikro işletme: 10 kişiden az yıllık çalışan istihdam eden ve yıllık net satış hasılatı ya da mali bilançosu bir milyon Türk Lirasını aşmayan çok küçük ölçekli işletmeler,

b) Küçük işletme: 50 kişiden az yıllık çalışan istihdam eden ve yıllık net satış hasılatı ya da mali bilançosu beş milyon Türk Lirasını aşmayan işletmeler,

c) Orta büyüklükteki işletme: 250 kişiden az yıllık çalışan istihdam eden ve yıllık net satış hasılatı ya da mali bilançosu yirmi beş milyon Türk Lirasını aşmayan işletmelerdir. (KOSGEB Mevzuatı)

Kobiler ülke ekonomisi içinde çok önemli yer tutar ve en önemli sorunları öz sermaye yetersizliğidir. Öz sermaye bakımından yetersiz durumda olmaları büyüme ve rekabet alanlarını kısıtlamaktadır (Boyacıoğlu, 2004: 134). Büyük ölçekli hazır giyim işletmeleri hat dengeleme ve verimlilik problemlerini endüstri mühendisleri istihdam ederek ve az sayıda hazır giyim işletmeside ek olarak yüksek yatırım gerektiren bilgisayar paket programları kullanarak çözümler üretebilmektedir. Aynı zamanda hat dengelemede ek mekan ve ek makine imkanlarına sahip olmaları avantajdır. Küçük ve orta ölçekli işletmeler ise bu konuda maddi olarak yetersiz kalmaktadırlar. Çok az sayıda büyüyen kobi iç finansman yoluyla bu imkana sahip olabilmektedir (Früh,2003:390, Aktaran, Boyacıoğlu, 2004: 133).

Bu araştırmada karma modellenmiş erkek gömleği üreten küçük ölçekli bir işletmede montaj hattı dengeleme problemleri ve çözüm önerileri üzerinde durulmuştur. Amaç farklı parti büyüklüğünde ve farklı modelde siparişlerin en verimli şekilde montajının sağlandığı hatların kurulması ve müşterilere istenilen kalitede, istenilen verimde ve en düşük maliyetle hızlı bir şekilde ürünleri teslim etmek için montaj hattı dengeleme çözümlerinin sunulmasıdır.

2.2. İlgili Araştırmalar

2.2.1. İlgili Araştırmalar

Farklı parti büyüklüklerinde ve farklı modellerde (karma modeli) erkek gömleği üreten küçük ölçekli üretim işletmelerinde montaj hattı dengeleme problemlerini belirlemek ve çözmek amacıyla yapılan araştırma ile ilgili olarak: kurum, kuruluş, kütüphane, yerli ve yabancı makale, kitap, dergi, gazete, tez, seminer notları, konferanslar, sempozyum, kongre bildirileri, internet ortamı, süreli yayınlar vb. kaynaklar araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda konuyla ilgili bulunan ve tezde yararlanılan eserlerin bazılarına bu bölümde tarih sırasına göre yer verilmeye çalışılmıştır.

Gökçen (1994), karışık modeli deterministik montaj hattı dengeleme problemlerini incelemiştir. Literatürdeki bu tür problemler için optimal çözüm tekniklerini analiz ederek alternatif modeller önermiştir. Yine aynı problemler için sezgisel bir metot geliştirmiştir.

Ağpak, Gökçen, Saray ve Özel (2002), “Stokastik Görev Zamanlı Tek Modelli U Tipi Montaj Hattı Dengeleme Problemleri İçin Bir Sezgisel” adlı çalışmada görev zamanlarının normal dağılımla ifade edildiği (stokastik) U tipi montaj hattı dengelenme problemi için yeni bir sezgisel prosedür önermiştir. Geliştirilen prosedür için geleneksel, deterministik tek modeli hatlar için sunulan COMSOAL metodundan faydalanmışlardır.

Günay, Çetin, ve Baykoç (2004), tarafından yapılan çalışmada Tam Zamanında Üretim felsefesi prensiplerinin uygulandığı beyaz eşya üretim firmasında U tipi üretim hatları ve geleneksel hatlar incelenmiştir. Çalışmada öncelikle U tipi montaj hatları, geleneksel montaj hatları ve bu hatların dengelenmesi hakkında genel bilgiler verilmiş, ardından hem geleneksel hem de U tipi hatlarına ilişkin dengeleme çalışması yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

İllez (2006), konfeksiyon işletmelerinin iş süreçlerinin planlanmasına yönelik üretim aşamasının çizelgelemesi için matematiksel bir model geliştirmiştir. On farklı tişörtün üretimi için termin zamanlarını aynı kabul edip çizelgelemede dikimhanede bir

üründen diğer bir ürüne geçerken oluşan hazırlık zamanlarını en küçük yapan model geliştirmeye çalışmıştır.

Eryürük, Başkak ve Kalaoğlu (2008), tarafından çok modellenli bir konfeksiyon işletmesinde iki farklı model için dikim bölümü montaj hattı dengelemesi yapılmıştır. Çalışmada Helgeson ve Birnie tarafından geliştirilen konum ağırlıklı hat dengeleme yöntemi ile El-Sayed ve Boucher tarafından geliştirilen probabilistik hat dengeleme tekniği kullanılmıştır. Yapılan çalışmanın amacı kullanılan yöntemlerin montaj hattı dengeleme probleminin çözümünde verdikleri sonuçların karşılaştırılmasıdır. Sonuç olarak, konum ağırlıklı dengeleme yöntemi, uygulama kolaylığı ve hat etkinliği açısından probabilistik hat dengeleme yöntemine göre daha etkin sonuçlar vermiştir. Ancak probabilistik yöntemde iş öğeleri iş istasyonlarına daha hassas bir şekilde atanmakta ancak daha fazla istasyon açmak gerektiğinden, hat etkinliği konum ağırlıklı yöntemine göre daha düşük olmaktadır.

Kalender, Yılmaz ve Türkbey (2008), otomotiv sektöründe gösterge paneli üretimi için montaj hattı problemlerinde kesin olarak belirlenemeyen veya geçmişe ait yeterli sayıda veri bulunamayan parametreler için bulanık mantık yaklaşımını kullanmıştır. Çalışmada operasyon zamanları dışındaki parametrelerin deterministik olduğu, operasyon zamanlarının ise bulanık olarak tespit edildiği bir model önerilmiştir.

Orbak, Gündüz, Cengiz, Ulusoy, Akgöz, Kiriş ve İrice (2009), tarafından otomotiv yan sanayi için yapılan çalışma kapsamında tek modellenli montaj hatları için geliştirilmiş Hoffman sezgisel yöntemi ve karışık modellenli montaj hatları için geliştirilmiş sıralanmış pozisyon ağırlıkları yöntemi, Helgeson ve Birnie (1961), kullanılarak belirlenen iki montaj hattında dengeleme çalışmaları yapılmıştır.

Özalp, Orbak, Korkmaz, Yarkın, Aktaş ve Dinçer (2009), tarafından otomotiv ana sanayinde bir üretim hattında karışık modellenli montaj hattı dengeleme çalışması yapılmıştır. Literatürde mevcut olan atama algoritmaları bu çalışmaya doğrudan uygulanamadığından problem çözümüne iki aşamalı bir yaklaşım önerilmiştir. İlk aşamada her bir modelin ayrı ayrı gerektirdiği istasyon sayısı belirlenmektedir. Bu aşamada bulunan maksimum ve minimum istasyon sayıları ikinci aşamanın girdisi olmakta ve ikinci aşamada sabit istasyon sayısı ve gerektiğinde aşamalı olarak artan çevrim süresine göre istasyonlara işlerin ataması yapılmaktadır. Atamalar tamamlan-

dıktan sonra istasyonlardaki operatör randımanı olası bütün istasyon sayılarına göre belirlenmektedir.

Kurşun (2010), konfeksiyon işletmelerinde simülasyon metoduyla bant dengeleme çalışması yapmıştır. Bir pantolon modeli için sistemdeki ortalama işlem sayısı, çevrim süresi, tezgah kullanım kapasitesi, işlerin bekleme süresi, ortalama sistem çıktısı vb. gibi değerler gerçek sistemle karşılaştırmıştır. Modeli kurmak için enterprise dynamics simülasyon programı kullanmıştır.

Başkak, Kalaoğlu ve Eryürük (2011), tarafından yapılan çalışmada daha önce Eryürük vd. tarafından yapılan çalışmadan farklı olarak, montaj hattı dengeleme problemi daha geniş kapsamlı incelenerek beş farklı model için montaj hattı dengeleme problemi üzerinde durulmuştur. Çözüm yöntemi olarak El-Sayed ve Boucher tarafından geliştirilen “Probabilistik Hat Dengeleme Yöntemi” kullanılmış ve en yüksek hat etkinliği konusunda elde edilen sonuçlar üzerinde çalışılarak kullanılan yöntemin etkinliği ve denge kaybına neden olan etmenler daha geniş kapsamlı olarak değerlendirilmiştir. Probabilistik hat dengeleme yönteminde, işlem sürelerinin deterministik olmadığı (değişken olduğu) ve iş ögesi sürelerinin μ ortalamalı ve σ standart sapmalı bir normal dağılıma uydukları (probabilistik durum) kabul edildiğinden, iş öğelerinin iş istasyonlarına hassas bir şekilde atanmasına olanak sağlamak ve güvenilir sonuçlar vermektedir. Hat dengelemesi sırasında en çok zaman kaybına neden olan etmenler incelendiğinde, iş ögesi standart süresinin büyük olmasından kaynaklanan tek bir istasyona tek bir işlem atanması, elle yapılan işlemlerin olması, işlem aralarında özel işlem gerektiren makine kullanılmasının gerekliliği ve öncelik ilişkileri gibi nedenlerden kaynaklandığı görülmektedir.

Bahadır (2011), tarafından konfeksiyon üretiminde simülasyonla montaj hattı dengeleme çalışmasında bir pantolon modeli için montaj hattı dengeleme çalışması yapılmıştır. Pantolon modeli için sistemdeki ortalama işlem sayısı, çevrim süresi, günlük çıktı miktarı, tezgah kullanım kapasitesi, işlerin bekleme süresi vb. gibi değerler gerçek sistemle karşılaştırmıştır. Modeli kurmak için enterprise dynamics simülasyon programı kullanılmıştır.

Güzel (2011), tarafından, hazır giyim işletmesinde israf kaynaklarını ve bu israfların ortadan kaldırılmasını sağlayacak iyileştirme çalışmalarını gösteren değer

akışı haritalandırma, üretim hattının dengelenmesi için hat tasarımı ve dengeleme çalışması yapılmıştır. Değer akışı haritalandırma, zaman etüdü ve hat dengeleme olmak üzere üç ana aşamada gerçekleştirilmiştir. Üretim hattının dengelenmesine yönelik tek model için geleneksel hat dengeleme çalışması yapılmıştır. Farklı üretim miktarları için hat dengeleme problemleri çözümlenmiştir. Problemin çözümü için Talbot ve Patterson tarafından 1984 yılında gerçekleştirilen Düz Montaj Hattı Dengeleme Problemi İçin Bir Tamsayılı Programlama Yaklaşımı kullanılmıştır.

3. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, evren, örneklem, verilerin analizi ve çözüm için geliştirilen kaynak kısıtlı karma modelli COMSOAL algoritması ve hazırlanan bilgisayar programı yer almaktadır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma konusu kaynak kısıtlı karma modelli montaj hattı dengeleme problemidir. Bu nedenle sezgisel çözüm yöntemi araştırmanın modelini oluşturmaktadır. Montaj hattı dengeleme problemlerinin çözümü için geliştirilen yöntemler, en iyi çözümü bulan matematiksel programlama modelleri ve sezgisel yöntemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Montaj Hattı dengeleme problemlerinde problem boyutu büyüdükçe en iyi çözümü bulan yöntemlerin yerini sezgisel yöntemler almaktadır. Araştırmada işlem süreleri deterministik (belirli) olarak ele alınmış ve bir birimden diğerinin üretimine değişim göstermediği kabulü altındadır. Araştırma konusu işletmede ürün çeşitliliği fazladır ve aynı gün içerisinde değişik adetlerde ve farklı modellerde erkek gömleklerinin aynı anda üretimi söz konusudur bu nedenle karma modelli üretim montaj hattından bahsedilmektedir. Aynı gün içerisinde birden fazla modelin aynı anda üretimi söz konusu olduğundan ve de her bir gömleğin ortama 50 işleme sahip olmasından dolayı araştırmada sezgisel bir yöntem olan COMSOAL algoritmasından yola çıkılarak kaynak kısıtlı karma modelli yeni bir sezgisel algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen kaynak kısıtlı karma modelli COMSOAL algoritması bilgisayar programı haline dönüştürülmüştür. Bilgisayar programı tamamlandıktan sonra 48 kez gözden geçirilmiş ve yeni eklemeler ve denemelerle versiyon güncellemesi yapılmıştır. Farklı araştırma verileri farklı program çıktıları değerlendirilmiş doğru ve güvenilir çalışması denenmiştir. Araştırmanın hazır giyim üretim sürecine uygunluğu üzerinde durulmuş hazır giyim üretim sürecinin en önemli gereklilikleri dikkate alınarak algoritma geliştirilmiştir. Bir kişinin bir makinada çalışabilme kısıtı aynı makinada yapılabilecek işlerin öncelik kısıtları dikkate alınarak aynı makinaya atanabilme kısıtı

algoritmaya eklenmiştir. Sadece üretim montaj hattı kurulması sırasında değil her gün çeşitli ürünlerin çeşitli miktarlarının üretildiği hazır giyim üretim ortamlarında en düşük denge kaybıyla üretim gerçekleştirebilmek için anında alternatifler üretebilen kullanımı kolay ve anlaşılır uzmanlık gerektirmeyen bir program tasarlanmıştır. COMSOAL algoritmasına daha iyi çözümler üretme yeteneği kazandırılmıştır. Çözüm uzayı içerisinde en iyi denge kaybını veren çözüm elde edildikten sonra paralel iş istasyonu oluşturma kabiliyeti sayesinde en büyük istasyon sürelerinin çevrim sürelerinden düşük olması durumunda daha iyi çözüm önerisi için kullanıcıyı uyarma ve daha iyi çözümü arama seçeneği eklenmiştir. Algoritmaya COMSOAL algoritmasında yer almayan kaynak kısıtı eklenmiş ve montaj hattı dengeleme sonucunda işletmenin sahip olduğu makine adetleri ile dengeleme sonuçlarının karşılaştırıldığı yeterli makine yoksa uyarıldığı modül eklenmiştir. İşletmenin sahip olduğu makine kaynağına göre dengeleme ve günlük üretim miktarı belirleme seçeneği alternatifi eklenmiştir.

Araştırma Modelini Oluşturan Sezgisel Çözüm Yöntemlerinden COMSOAL'ın Tercih Edilme Nedenleri

1. Karmaşık montaj hattı problemlerinin çözümünü kolaylaştırır.
2. Anlamak ve uygulamak kolaydır.
3. Daha hızlı, daha kolay ve elle hesaplamaktan daha doğru sonuçlar verir.
4. Çoklu amaçlar ve kısıtlar daha kolay bir şekilde algoritma içinde modellenebilir.
5. Günümüz bilgisayarlarının daha kolay ve hızlı çözüm güçleri sayesinde tekrar sayısı (iterasyon) artırılarak daha iyi sonuçlar veren çözümler bulunabilir (Proplanner, 2012).

COMSOAL algoritmasından yararlanılma nedenlerinin başında COMSOAL yönteminin bilgisayar programı aracılığı ile hızlı ve alternatif çözüm önerilerinin kolayca hesaplanabilmesidir. Aynı zamanda COMSOAL algoritmasına istenilen kısıtların kolayca eklenebilmesi sayesinde hazır giyim üretim sürecinin gerekli şartları sağlanıp gerçeğe en yakın montaj hattı dengeleme çözümleri hazırlayabilmektir.

Geliştirilen Programın Tanıtımı

Geliştirilen kaynak kısıtlı karma modelli COMSOAL algoritması bilgisayar programı veri girişleri ve çalıştırılması aşağıda anlatılmıştır.

1. Ürün adı ve ürün kodunun girilmesi veya değiştirilmesi (Şekil 19).

The 'Ürünler' window displays a table with two columns: 'Kod' (Code) and 'Ürün Adı' (Product Name). The table contains seven rows of data. Below the table, there are input fields for 'Kod' and 'Ürün Adı', and buttons for 'Ekle' (Add), 'Değiştir' (Change), 'Sil' (Delete), and 'Kapat' (Close).

Kod	Ürün Adı
p1	Klasik Model Erkek Gömleği
p2	Kısa Kollu Klasik Erkek Gömleği
p3	Kısa Kollu, Kol ve Omuz Apoletli Slim Erkek Gömleği
p4	Uzun Kollu Dirsek Yamalı Slim Model Erkek Gömleği
p5	Uzun Kollu ve Ön Beden Kuplu Slim Model Erkek Gömleği
p6	Kısa Kollu Slim Erkek Gömleği
p7	Uzun Kollu Slim Erkek Gömleği

Kod: p1 Ürün Adı: Klasik Model Erkek Gömleği

Ekle Değiştir Sil Kapat

Şekil 19: Ürün Adı ve Ürün Bilgileri Giriş Menüsü

2. Ürüne ait alt montaj gruplarının ve kodlarının girilmesi veya değiştirilmesi (Şekil 20).

The 'Grup' window displays a table with two columns: 'Kod' (Code) and 'Grup Adı' (Group Name). The table contains seven rows of data. Below the table, there are input fields for 'Kod' and 'Grup Adı', and buttons for 'Ekle' (Add), 'Değiştir' (Change), 'Sil' (Delete), and 'Kapat' (Close).

Kod	Grup Adı
g1	Manşet
g2	Yaka
g3	Kuşak
g4	Ön
g5	Arka
g6	Kol
g7	Ana Montaj

Kod: g1 Grup Adı: Manşet

Ekle Değiştir Sil Kapat

Şekil 20: Grup Adı ve Grup Bilgileri Giriş Menüsü

3. İşletmede yer alan makinaların, kodlarının ve adetlerinin girilmesi ya da değiştirilmesi (Şekil 21).

Kod	Makina Adı	Makina Adedi
m01	Kilit Dikiş Makinası	20
m02	Ütü	13
m03	El İşi	5
m04	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	5
m05	Yaka çevirme Makinası	1
m06	İlik Makinası	3

Kod	Makina Adı	Makina Adedi
m01	Kilit Dikiş Makinası	20

Ekle Değiştir Sil Kapat

Şekil 21: Makine Adı ve Makine Bilgileri Giriş Menüsü

4. Üretilmek istenen bütün modellerin her işleminin süresinin, öncül işleminin ve kullanılan makina bilgilerinin girilmesi veya değiştirilmesi (Şekil 22).

Öncelik Tablosu

Kod	Proje	İş Grubu	İş Tanımı	Süre (sn)	Öncül İş	İş Makinası
p1g1_001	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Manşet Eşleme	20		[m03] El İşi
p1g1_002	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Manşet Alt Kıvrıma	11	p1g1_001	[m02] Ütü
p1g1_003	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Manşet Tulumlama	33	p1g1_002	[m04] Bıçaklı Kilit Dikiş Mal
p1g1_004	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Manşet Regüle ve Çev	26	p1g1_003	[m03] El İşi
p1g1_005	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Manşet Gaze	23	p1g1_004	[m01] Kilit Dikiş Makinası
p1g1_006	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Ütü	22	p1g1_005	[m02] Ütü
p1g1_007	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	İlik	18	p1g1_006	[m06] İlik Makinası
p1g2_008	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Tulumlama	23		[m04] Bıçaklı Kilit Dikiş Mal
p1g2_009	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Çevirme	10	p1g2_008	[m05] Yaka çevirme Makir
p1g2_010	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Form	25	p1g2_009	[m08] Yaka Form Presi
p1g2_011	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Gaze	13	p1g2_010	[m01] Kilit Dikiş Makinası
p1g2_012	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Alt Kesim Regüle	16	p1g2_011	[m03] El İşi
p1g3_013	[p1] Klasik Model Erke	[g3] Kuşak	Kuşak Gaze	11		[m01] Kilit Dikiş Makinası
p1g2_014	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Kuşaklama	18	p1g2_011, p1g3_013	[m04] Bıçaklı Kilit Dikiş Mal
p1g2_015	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Kesip Çevirme	22	p1g2_014	[m03] El İşi
p1g2_016	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Orta Çıma	24	p1g2_015	[m01] Kilit Dikiş Makinası

Ön İzleme

Kod: p1g1_001 SN: 1 İş Tanımı: Manşet Eşleme

Ürün: [p1] Klasik Model Erkek Gömleği Grup: [g1] Manşet

Süre (sn): 20 Öncül İş: Makina: [m03] El İşi

Ekle Değiştir Sil

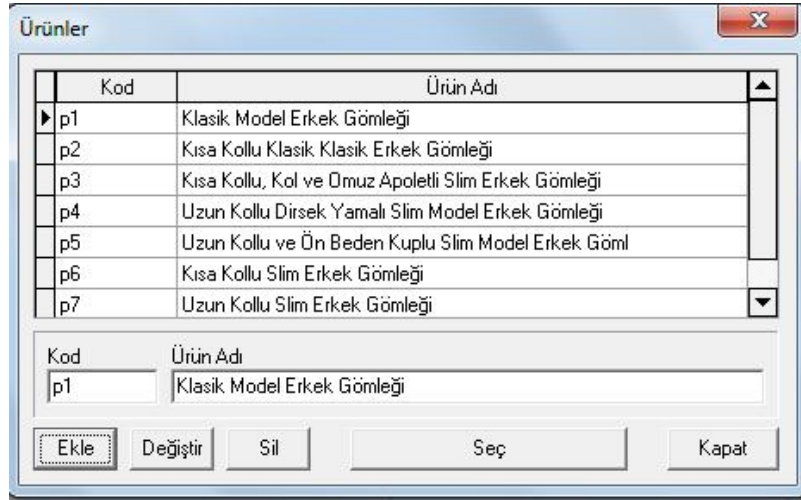
Şekil 22: İşlerin Süresi, Öncül İşlemi ve Kullanılan Makina Bilgileri Giriş Menüsü

5. Üretilmek istenen ürün veya ürünlerin seçilip eklenmesi (Şekil 23) ve (Şekil 24).

Ürün

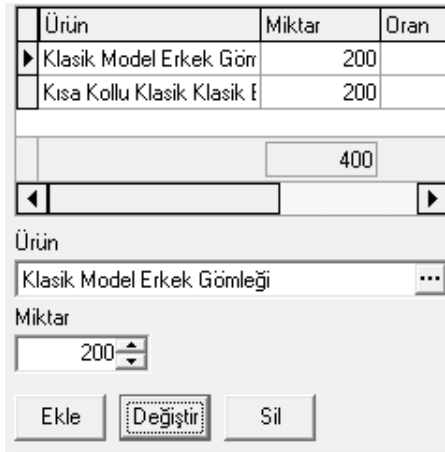
...

Şekil 23: Ürün Seçim Listesi Açma Menüsü



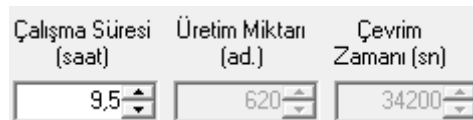
Şekil 24: Ürün/Ürünler Seçme Menüsü

6. Üretilmek istenen ürün/ürünlerin günlük üretim miktarlarının girilmesi (Şekil 25).



Şekil 25: Ürün/Ürünlerin Günlük Üretim Miktarlarının Girişi Menüsü

7. Günlük çalışma süresinin girilmesi ve çevrim süresinin çevrim süresinin hesaplanması (Şekil 26)



Şekil 26: Günlük Çalışma Süresinin Girişi ve Çevrim Süresinin Girişi Menüsü

8. Üretilmek istenen ürün/ürünler için en küçük ve en büyük işlem süresinin ekran görüntüsü (Şekil 27)

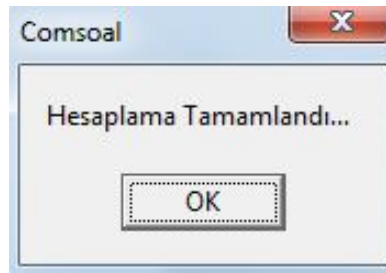
En Küçük İşlem Süresi (sn) :	5
En Büyük İşlem Süresi (sn) :	89

Şekil 27: En Küçük ve En Büyük İşlem Süresinin Ekran Görüntüsü

9. Makina kısıtını seçme, en iyi çözümün kaç tekrarlama aranacağını tespit için tekrarlama sayısı girme. Çalıştır düğmesiyle karma modellenli kaynak kısıtlı montaj hattı dengeleme işleminin başlaması (Şekil 28).

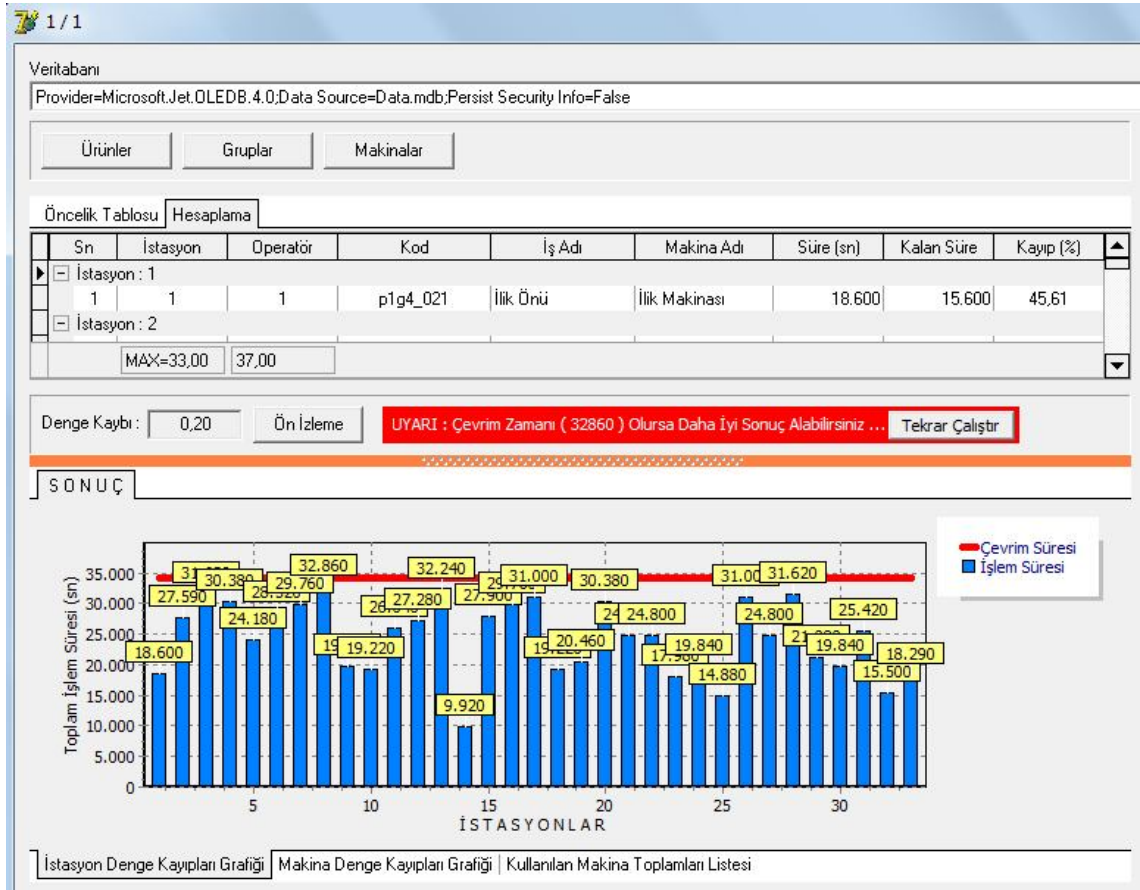
Şekil 28: Makina Kısıtı Seçimi, En İyi Çözüm İçin Tekrarlama Sayısı Girişi

10. Montaj hattı dengeleme işlemi sona erdiğinde ekranda hesaplama tamamlandı iletisi görünür (Şekil 29).



Şekil 29: Montaj Hattı Dengeleme İşleminin Tamamlandığını Gösterir İleti.

11. Makinasız, sadece süreleri dikkate alarak gerçekleştirilen hesaplama sonucu ekranda iş görevlerinin istasyonlara atanması, oluşan istasyon sayısı, operatör sayısı, denge kaybı ve denge kaybı grafiği gözükmemektedir. Program sonucunda verilen çevrim zamanından daha iyi bir çevrim süresi önerisi varsa kırmızı uyarı ikonuyla daha iyi denge gecikmesi verebilecek çevrim süresi verilmektedir (Şekil 30).



Şekil 30: Makinasız, Sadece Süreleri Dikkate Alarak Gerçekleştirilen Hesaplama Sonucu Ekran Görüntüsü Örneği

12. Makineleri dikkate alarak gerçekleştirilen hesaplama sonucu ekranda iş görevlerinin istasyonlara atanması, oluşan istasyon sayısı, operatör sayısı, denge kaybı, denge kaybı grafiği, makine yeterlilik tablosu gözükmemektedir. Program sonucunda verilen çevrim zamanından daha iyi bir çevrim süresi önerisi varsa kırmızı uyarı ikonuyla daha iyi denge gecikmesi verebilecek çevrim süresi verilmektedir (Şekil 31).

1 / 1

Veritabanı
Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=Data.mdb;Persist Security Info=False

Ürünler Gruplar Makinalar

Öncelik Tablosu Hesaplama

Sn	İstasyon	Operatör	Kod	İş Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kalan Süre	Kayıp (%)
İstasyon : 1								
1	1	2	p1g6_035	Apartura Biye Takm	Kilit Dikiş Makinası	55.180	13.220	19.32
İstasyon : 2								
MAX=53,00						57,00		

Denge Kaybı : 0,50 Ön İzleme UYARI : Çevrim Zamanı (31000) Olursa Daha İyi Sonuç Alabilirsiniz ... Tekrar Çalıştır

SONUÇ

Makina Adı	Kullanılan Makina Sayısı	Mevcut Makina Sayısı	Fark
Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
Omuz Çatma Makinası	1	1	0
Roba Makinası	1	1	0
Ütü	9	13	4
Vakum Makinası	1	1	0
Yaka çevirme Makinası	1	1	0
Yaka Form Presi	1	1	0

57,00 62,00 5,00

MAKİNA PARKI YETERSİZ

İstasyon Denge Kayıpları Grafiği Makina Denge Kayıpları Grafiği Makina Parkı Yeterlilik Analizi

Şekil 31: Makine Kısıtlı Gerçekleştirilen Hesaplama Sonucu Ekranda İş Görevlerinin İstasyonlara Atanması, Oluşan İstasyon Sayısı, Operatör Sayısı, Denge Kaybı, Denge Kaybı Grafiği, Makine Yeterlilik Tablosu Görüntüsü Örneği.

3.2. Evren ve Örneklem

Türkiye genelinde ihracat için üretim gerçekleştiren ve %90'ı KOBİ olan yaklaşık 18.500 imalatçı/ihracatçı firma bulunmaktadır. Bunlardan 11.000'i hazır giyim, 7.500'ü tekstil alanında faaliyet gösteren firmalardır. Sektörde faaliyet gösteren firmaların sayısı ise 43.000 civarındadır. Bu firmalarda kayıtlı yaklaşık 750.000 kişi istihdam edilmektedir. (Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı, 2012). Araştırma İzmir'de hazır giyim sektöründe faaliyet gösteren 1978 yılından bu yana erkek gömleği üreten küçük ölçekli bir gömlek üretim işletmesinde uygulanmıştır. İşletme 2000 metre kare kapalı alana ve yıllık 180.000-200.000 adet üretim kapasitesine sahiptir. 68 adet makinaya sahip işletme, üretiminin %50'sini kendi markası için, % 50'sini iç piyasaya fason üretici olarak kullanmaktadır. Çeşitli erkek gömleklerinin değişik miktarlarda gün içerisinde üretildiği karma bir üretim yapısına sahiptir.

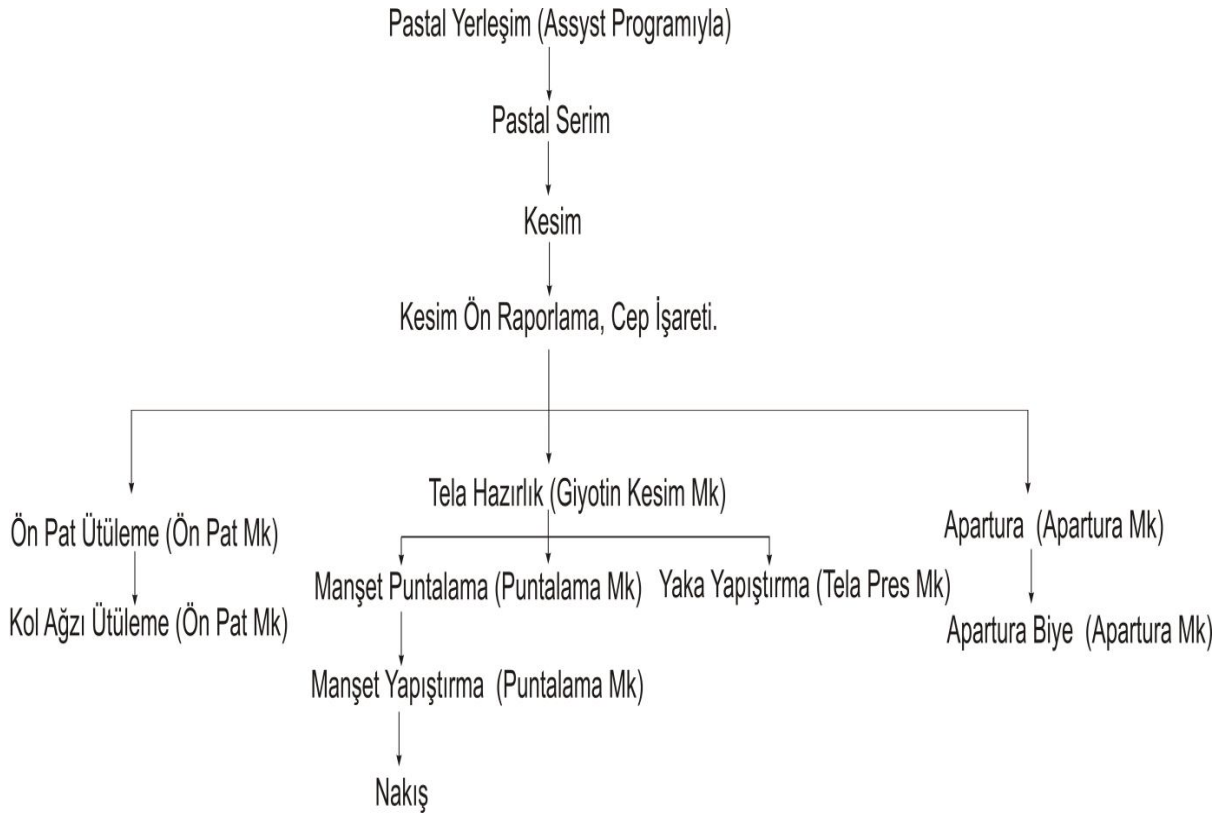
3.3. Verilerin Toplanması

Veriler araştırmacı tarafından İzmir’e erkek gömleği üreten firmaya gidilerek toplanmıştır. Erkek gömleği üretim hattını analiz edebilmek için öncelikle hat boyunca iş zaman etüdü gerçekleştirilmiştir, mevcut olarak üretilen yedi adet gömlek modeli için iş akış şemaları oluşturulmuştur (Ek 1 ile Ek 14 arası). Gözlem, iş zaman etüdü ve işletme kayıtları incelenerek hattan aşağıdaki bilgiler elde edilmiştir:

- Model Adı, (Ör: Klasik Model Erkek Gömleği)
Bu bilgiler Ek 1, Ek 3, Ek5, Ek 7, Ek 9, Ek 11, Ek 13’de yer almaktadır.
- Model Özellikleri,(Ör: Uzun Kollu, Yırtmaçlı vb.)
Bu bilgiler Ek 1, Ek 3, Ek5, Ek 7, Ek 9, Ek 11, Ek 13’de yer almaktadır.
- Makine Kodu, (m01, m02, m03,...)
Bu bilgiler Ek 2, Ek 4, Ek 6, Ek 8, Ek 10, Ek 12, Ek 14’de yer almaktadır.
- Alt Montaj İşlemleri, (Gruplar; Manşet, Yaka, Ön, Arka, Kol, Kuşak)
Bu bilgiler Ek 2, Ek 4, Ek 6, Ek 8, Ek 10, Ek 12, Ek 14’de yer almaktadır.
- Ana Montaj İşlemleri, (Grupların Montajı)
Bu bilgiler Ek 2, Ek 4, Ek 6, Ek 8, Ek 10, Ek 12, Ek 14’de yer almaktadır.
- İşlemin adı, (Ör: Manşet Alt Kıvrırma)
Bu bilgiler Ek 2, Ek 4, Ek 6, Ek 8, Ek 10, Ek 12, Ek 14’de yer almaktadır.
- Kullanılan Makine, (Ör: Düz Dikiş Mk, Ütü, İlik, Dügme Mk.)
Bu bilgiler Ek 2, Ek 4, Ek 6, Ek 8, Ek 10, Ek 12, Ek 14’de yer almaktadır.
- İşlemin Süresi, (Saniye olarak iş elemanın süresi)
Bu bilgiler Ek 2, Ek 4, Ek 6, Ek 8, Ek 10, Ek 12, Ek 14’de yer almaktadır.
- İşlem Öncül-Ardıl ilişkileri. (Manşet Altı Kıvrırmanın Öncül İşlemi, Manşet eşleme gibi. Yani manşet eşlenmeden alt kıvrırma işlemi gerçekleşemez)

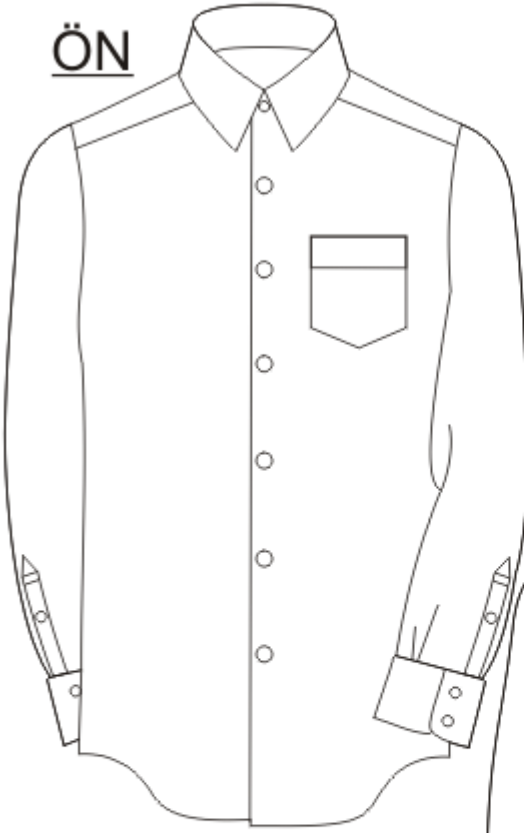
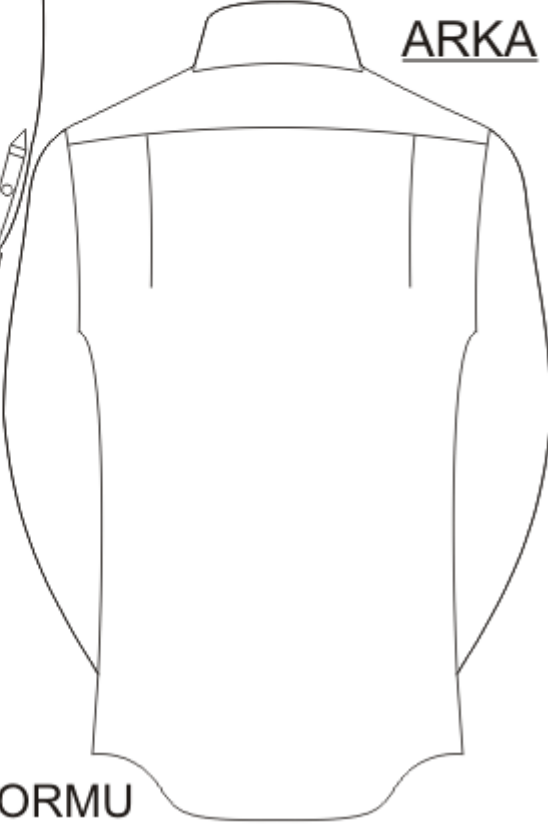
Bu bilgiler Ek 2, Ek 4, Ek 6, Ek 8, Ek 10, Ek 12, Ek 14’de yer almaktadır.

Verilerin toplanmasında sadece montaja ilişkin veriler ele alınmıştır. İşletmede kesim ve malzeme hazırlıkları, montaj hattı dengeleme çalışmasında sürece dahil edilmemiştir. Birçok ürünün aynı anda kesimi ve malzeme hazırlıkları sürekli gerçekleştirilmekte montaja hazır hale getirilmektedir (Şekil 32). Bu sayede montaj hattı dengeleme sürecini etkilememektedir. İşlem süreleri işletme kayıtları ve gözlem değerleri göz önünde bulundurularak derlenmiş ve deterministik kabul edilmiştir. Montaj hattında kullanılan makine adları ve adetleri saptanarak makine parkı oluşturulmuştur. Bu veri, karma modellenli montaj hattı dengeleme sürecinde atölye çizelgeleme için kaynak mevcudiyeti değerlendirme sağlayacaktır.



Şekil 32: Araştırma Konusu İşletme Ön Hazırlık İşlemleri

Örnek model tanımlama formu Şekil 33’de verilmiştir.

KLASİK MODEL ERKEK GÖMLEĞİ	
Model No: P1	
<u>ÖN</u>	Model Özellikleri • Robalı • Uzun Kollu • Ayaklı Gömlek Yakalı • Sol Önde Göğüs Cebi • Manşetli • Yırtmaçlı
	<u>ARKA</u>
	
MODEL TANIMLAMA FORMU	

Şekil 33: Örnek Model Tanımlama Formu

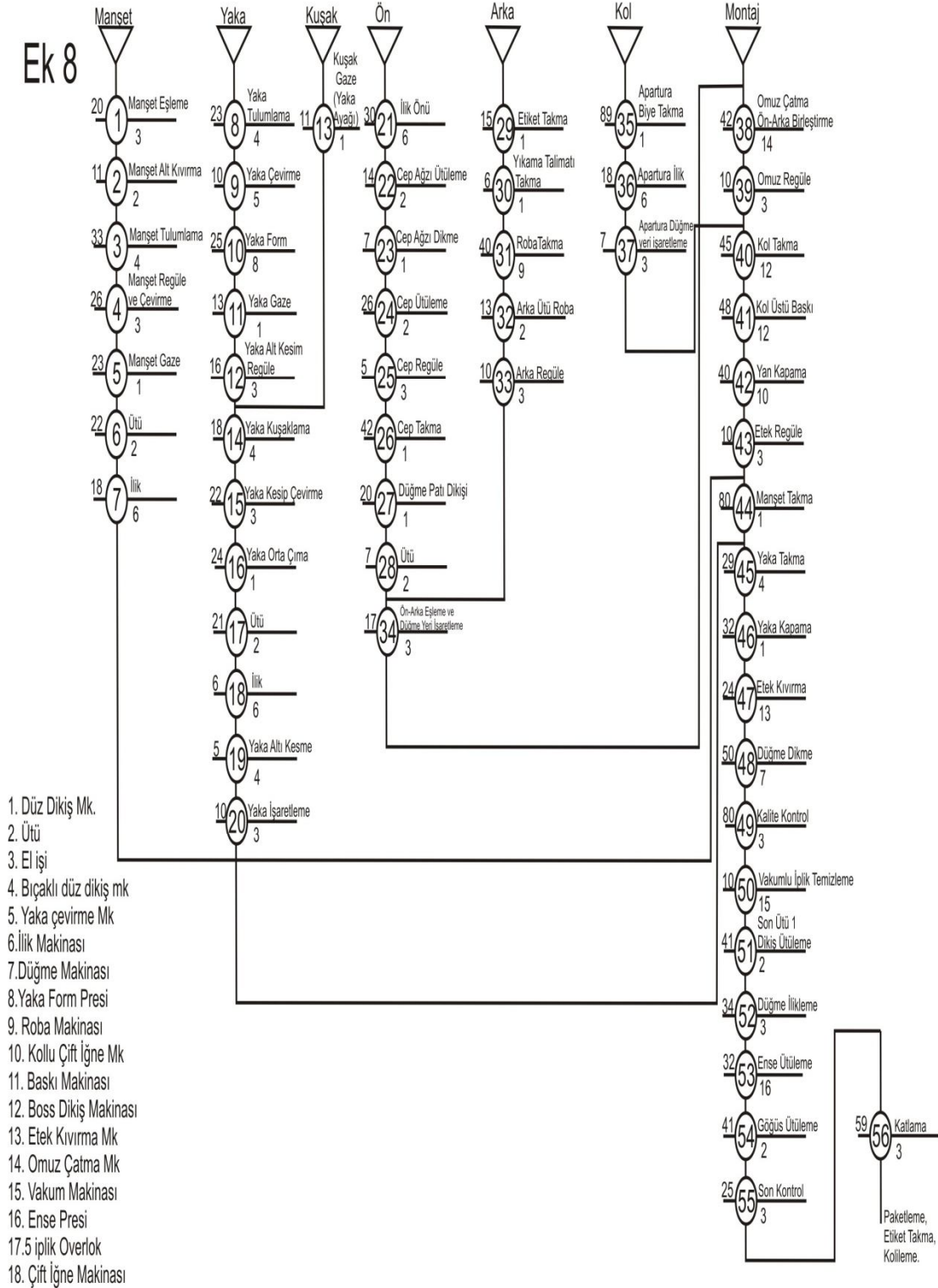
Örnek İş Akış Şeması Şekil 34' de verilmiştir.

İşlem süresi sn
İşlemin adı
Kullanılan mk

Klasik Model Erkek Gömleği

Model no...P1...

Ek 8



Şekil 34: Örnek İş Akışı Şeması

Tablo 6
İşletmenin Makineleri ve Adetleri

MAKINA			
ID	KOD	ACIKLAMA	Adet
1	m01	Düz Dikiş Makinası (Kilit Dikiş Makinası)	20
2	m02	Ütü	13
3	m03	El İşi	5
4	m04	Bıçaklı Düz Dikiş Makinası	5
5	m05	Yaka çevirme Makinası	1
6	m06	İlik Makinası	3
7	m07	Düğme Makinası	3
8	m08	Yaka Form Presi	1
9	m09	Roba Makinası	1
10	m10	Kollu Çift İğne Makinası	2
11	m11	Baskı Makinası	1
12	m12	Boss Dikiş Makinası	4
13	m13	Etek Kıvrırma Makinası	1
14	m14	Omuz Çatma Makinası	1
15	m15	Vakum Makinası	1
16	m16	Ense Presi	1
17	m17	Overlok	3
18	m18	Çift İğne Makinası	2

Ürüne ait alt montaj gruplarının ve kodlarının tanımlamaları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7
Alt Montaj İsimleri ve Kodları

GRUP		
ID	KOD	ACIKLAMA
1	g1	Manşet
2	g2	Yaka
3	g3	Kuşak
4	g4	Ön
5	g5	Arka
6	g6	Kol
7	g7	Ana Montaj

3.4. Verilerin Analizi

Verilerin analizinde sezgisel bir algoritma olan COMSOAL'dan (Computer Method for Sequencing Operations for Assembly Lines; Montaj hatları operasyon çizelgeleme için bilgisayar metodundan) yola çıkılarak sezgisel bir algoritma geliştirilmiştir. Delphi programlama dilinde yazılmış Microsoft Access veri tabanında verilerin tutulup saklandığı, çağırıldığı, düzenlendiği ve değiştirilebildiği bir yapıya sahiptir. Delphi programlama dilinde yazılıp Microsoft Access veri tabanını kullanılmasının nedeni küçük hazır giyim işletmelerinde herhangi bir bilgisayara kopyalanıp kuruluma ihtiyaç duymadan kolaylıkla çalıştırılması içindir. Delphi programlama dilinin, temeli Pascal dilidir. Özellikle nesne yönelimli programlama anlayışıyla yapılandırılmış Turbo Pascal dilinin görsel sürümü denilebilir. Nesne, sınıf, kalıtım, fonksiyon aşırı yükleme (overloading) gibi temel NYP (Nesne Yönelimli Programlama) tekniklerini ve daha fazlasını içeren ve C++ den aşağı kalmayan güçlü ve esnek bir programlama dilidir.

Borland tarafından geliştirilmektedir. Win32 ve .NET platformları üzerinde yazılım geliştirmeye olanak sağlar. GNU/Linux platformu üzerinde geliştirme imkanı sağlayan Kylix isimli bir sürümü de bulunmaktadır.

Delphi programlama dili nesne yönelimli bir dil olduğu için eklenen bütün nesnelerin (formlar da dahil) kodlarını oluşturur. Bu kodları "Unit" ler içerisinde barındırır.

Araştırma konusu işletmede mevcut olarak üretilen 7 adet gömlek modeli için iş zaman etüdü gerçekleştirilmiş ve her model için iş akış şemaları oluşturulmuştur (Ek 2, Ek 4, Ek 6, Ek 8, Ek 10, Ek 12 ve Ek 14). Geliştirilen kaynak kısıtlı karma modeli COMSOAL programına bu veriler girilmiştir. Hazırlanan programda yeni gömlek modeli girişi, girilmiş gömlek modellerinde oluşabilecek süre ve iş elemanı değişiklikleri de gerçekleştirilebilmektedir. Programın menüsü Şekil 35' de verilmiştir.

Comsoal

Veritabanı
Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Password='';Data Source=data.mdb;Persist Security Info=True

Projeler Gruplar Makinalar

Öncelik Tablosu

Kod	Proje	İş Grubu	İş Tanımı	Süre (sn)	Öncül İş	İş Makinası
p1g1_001	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Manşet Eşleme	20		[m03] El İşi
p1g1_002	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Manşet Alt Kıvrıma	11	p1g1_001	[m02] Ütü
p1g1_003	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Manşet Tulumlama	33	p1g1_002	[m04] Bıçaklı Kilt Dikiş Mal
p1g1_004	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Manşet Regüle ve Çe	26	p1g1_003	[m03] El İşi
p1g1_005	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Manşet Gaze	23	p1g1_004	[m01] Kilt Dikiş Makinası
p1g1_006	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	Ütü	22	p1g1_005	[m02] Ütü
p1g1_007	[p1] Klasik Model Erke	[g1] Manşet	İlâk	18	p1g1_006	[m06] İlâk Makinası
p1g2_008	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Tulumlama	23		[m04] Bıçaklı Kilt Dikiş Mal
p1g2_009	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Çevirme	10	p1g2_008	[m05] Yaka çevirme Makir
p1g2_010	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Form	25	p1g2_009	[m08] Yaka Form Presi
p1g2_011	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Gaze	13	p1g2_010	[m01] Kilt Dikiş Makinası
p1g2_012	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Alt Kesim Regüle	16	p1g2_011	[m03] El İşi
p1g3_013	[p1] Klasik Model Erke	[g3] Kuşak	Kuşak Gaze	11		[m01] Kilt Dikiş Makinası
p1g2_014	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Kuşaklama	18	p1g2_011, p1g3_013	[m04] Bıçaklı Kilt Dikiş Mal
p1g2_015	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Kesip Çevirme	22	p1g2_014	[m03] El İşi
p1g2_016	[p1] Klasik Model Erke	[g2] Yaka	Yaka Orta Çıma	24	p1g2_015	[m01] Kilt Dikiş Makinası

Ön İzleme

Kod SN İş Tanımı
p1g1_001 1 Manşet Eşleme

Proje Grup
[p1] Klasik Model Erkek Gömleği [g1] Manşet

Süre (sn) Öncül İş Makina
20 [m03] El İşi

Ekle Değiştir Sil

Projeler Miktar Oran

<No data to display>

Proje

Miktar

Ekle Değiştir Sil

Çalışma Süresi (saat) Üretim Miktarı (ad.) Döngü Zamanı (sn)

8 0 0

En Küçük İşlem Süresi (sn)

En Büyük İşlem Süresi (sn)

Tekrarlama Sayısı Makinaları Dikkate Al En İyi Döngü Zamanı

1 0 0

Hesaplama Metotları

☒ Rastal Seçim

☐ En Uzun Görev Süresi

☐ En Çok Sayıda Ardıl Görev

☐ En Uzun Ardıl Görev Süreleri Toplamı

☐ En Kısa Görev Süresi

☐ En Az Sayıda Ardıl Görev

Çalıştır

0 %

0 %

Şekil 35: Hazırlanan Kaynak Kısıtlı Karma Modelli COMSOAL Programı Menüsü

Araştırma konusu işletmenin mevcut makina parkı, geliştirilen programa girilmiştir. İşletmenin mevcut makine parkıyla, hazırlanan program sonucunda dengelenmiş hattın performanslarını karşılaştırmak ve kaynak planlaması için gerekli alt yapıyı hazırlamak için montaj hattı dengeleme çalışmasına makine parkı kısıtı eklenmiştir. Sezgisel algoritma gereği dengeleme sonucunda daha iyi çözüm önerisi varsa kullanıcıya sunulmaktadır. Aynı zamanda hazır giyim işletmelerinin en önemli özelliği bütün işlemlerin bir dikiş makinasıyla gerçekleştirilme zorunluluğudur. Her makinada bir işçi çalıştırabilme birden fazla çalışamama kısıtı vardır. Bu kısıtlar geliştirilen algoritmaya eklenmiştir. El işi tezgahları programda aynı makinada yapılması gereken işlemleri sınıflarken el işlerini de sınıflayabilmesi için makine olarak tanımlanmıştır.

4. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde araştırma konusu işletmeye yönelik geliştirilen kaynak kısıtlı karma modelli COMSOAL algoritması ile elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Araştırmanın alt amaçları doğrultusunda ulaşılan bulgulara ait yorumlara yer verilmiştir.

4.1. Geliştirilen Kaynak Kısıtlı Karma Modelli COMSOAL Algoritması

Geliştirilen kaynak kısıtlı karma modelli COMSOAL algoritması aşağıdaki gibidir.

1. Çevrim Süresi için günlük çalışma süresini doğrudan kullanıcıdan iste ve üretilmek istenen her model ürün için günlük üretim miktarlarını iste ve günlük çalışma süresine göre çevrim süresini belirle. Algoritmanın kaç kez tekrarlanacağı (iterasyon sayısı) bilgisini kullanıcıdan iste. Çevrim Süresi her bir modelin iş elemanının bir istasyonda geçireceği maksimum süredir. Her bir gömlek modelinin iş elemanlarının sürelerini üretilmek istenen miktarlar ile çarp. Toplam işlem süresini belirle. Üretilmek istenen adetler için gerekli toplam iş zamanını belirle.
2. Üretimi gerçekleştirecek her model iş için minimum iş elemanlarından oluşmuş, iş elemanı adı, kullanılan makine, işlem süresi ile öncül sayısından oluşan bir A listesi hazırla (Tablo 8).

Tablo 8
Geliştirilen Algoritma A Listesi

KULLANILAN MAKİNA	İŞ ELEMANI ADI	İŞLEM SÜRESİ (sn)*Miktar (ad)	ÖNCÜL SAYISI
El İşi	Manşet Eşleme	20*600	0
Ütü	Manşet Alt Kıvrırma	11*600	1
Bıçaklı Düz Dikiş	Manşet Tulumlama	33*600	1

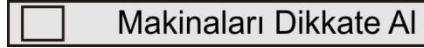
KULLANILAN MAKİNA	İŞ ELEMANI ADI	İŞLEM SÜRESİ (sn)*Miktar (ad)	ÖNCÜL SAYISI
Makinası			
El İşi	Manşet Regüle ve Çevirme	26*600	1
Düz Dikiş Makinası	Manşet Gaze	23*600	1
Ütü	Ütü	22*600	1
İlik Makinası	İlik	18*600	1
Bıçaklı Düz Dikiş Makinası	Yaka Tulumlama	23*600	0
Yaka Çevirme Makinası	Yaka Çevirme	10*600	1
Yaka Form Presi	Yaka Form	25*600	1
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...

3. Öncül sayısı sütunundan öncül sayısı sıfır olan elemanlardan yeni bir B listesi hazırla. Bu liste kendinden önce gelen işlemi olmayan, birleştirilebilen ve ilk olarak üretime başlanabilecek işlemleri listeler (Tablo 9).

Tablo 9
Geliştirilen Algotirma B Listesi

KULLANILAN MAKİNA	İŞ ELEMANI ADI	İŞLEM SÜRESİ (sn)*Miktar (ad)	ÖNCÜL SAYISI
El İşi	Manşet Eşleme	20*600	0
Bıçaklı Düz Dikiş Makinası	Yaka Tulumlama	23*600	0
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...

4. İlk veya sıradaki istasyonu etkinleştir. B listesinden rastgele bir eleman seç ve istasyona ata. Eğer Makinaları Dikkate Al seçeneği işaretli ise atama gerçekleştirirken aynı makinada yapılması gereken işleri önceliklerine göre aynı istasyona ata. Eğer makinaları dikkate al seçeneği işaretli değilse çevrim süresini aşmayacak şekilde işleri iş istasyonlarına önceliklerine göre ata. Şayet makine seçeneği seçili ise, istasyona atanmış işlemin gerçekleştirildiği makineyi de istasyona ata. Yeniden bir A listesi ve B listesi hazırla (Şekil 36).



Şekil 36: Hesaplama Metodu Seçim Menüsü

5. B listesinden rassal seçime göre yeni bir eleman daha seç ve seçilen işlem için kullanılan makine, istasyona daha önce atanmış makine ile eşleşiyorsa istasyona ata. Eşleşmiyorsa B listesinin sonuna kadar bak ve uygun öncelikli ve makinalı iş var ise ve de istasyon toplam işlem süresi çevrim süresini geçmiyorsa istasyona ata.

6. İstasyon süreleri çevrim süresini geçiyorsa yeni bir iş istasyonu aç.

7. İş süresi çevrim süresinden büyükse iş istasyonuna paralel istasyon aç.

8. Atanmamış elemanlar bitmediyse, A ve B'yi güncelle, 4'e DÖN,

9. Dengeleme gecikmesi **d**'yi hesapla, kaydet.

Çevrim süresi (C) ile istasyon sayısının (n) çarpımı ($n \cdot C$), toplam süreyi verir. Bu süreden iş hacmi (Tih) çıkarılırsa, boş geçen toplam süre bulunur. Bu çalışılmayan süre, ekonomik bakımdan bir kayıptır ve mümkünse sıfır olması istenir. Uygulamada, boş geçen sürenin mutlak değeri değil, toplam süreye oranı olan bağıl değeri, dengeleme gecikmesi kullanılmaktadır. Yüzde olarak ifade edilen ve dengeleme gecikmesi olarak adlandırılan $d = (n \cdot C - Tih) / (n \cdot C)$ değerinin küçüklüğü, dengelemedeki başarının bir göstergesidir.

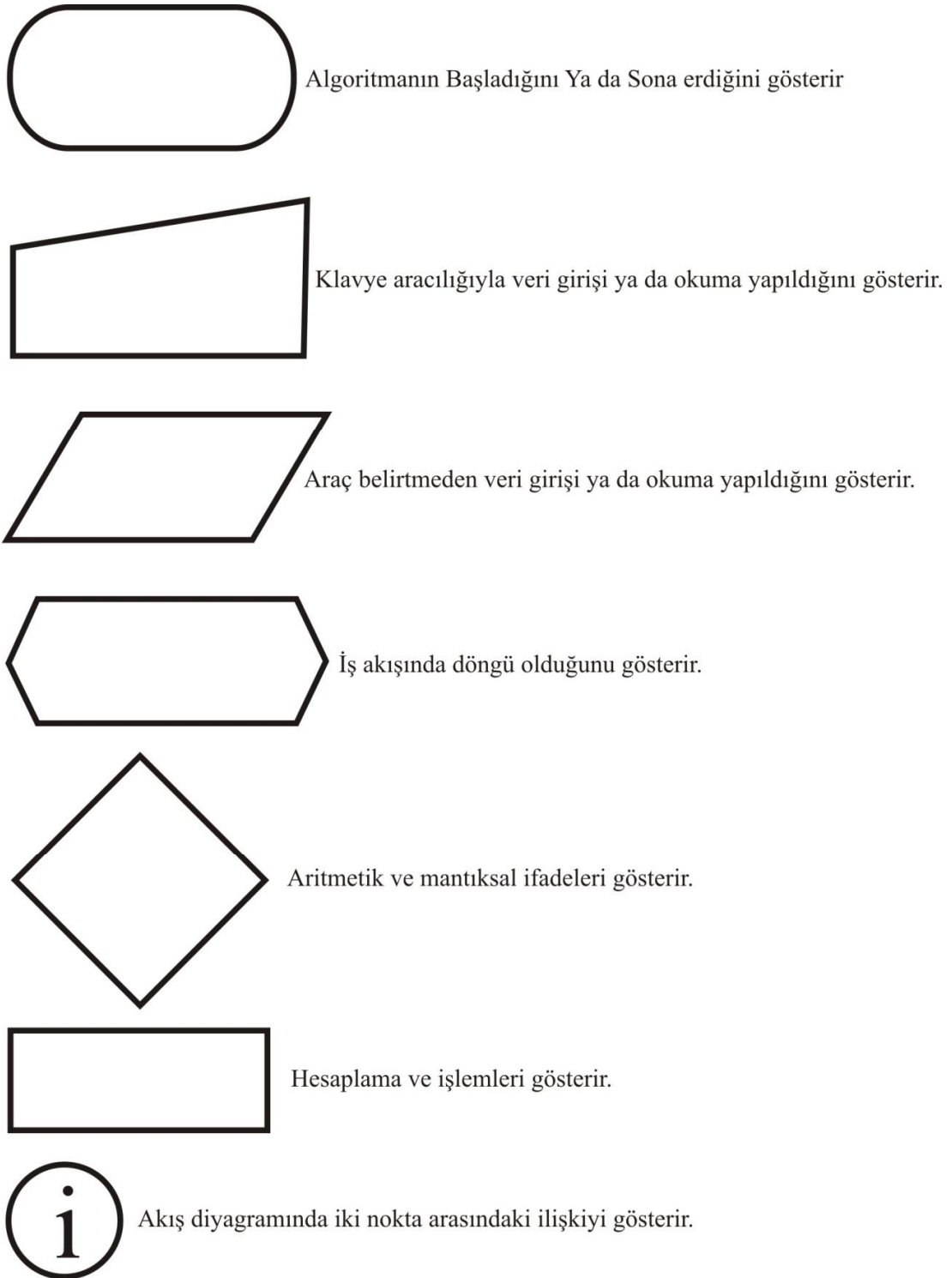
10. 2-7 arasını iterasyon (yineleme) adedince tekrarla, **d**' daha iyiye, eski çözümü unut.

11. Makine parkındaki makinalar ile montaj hattı dengeleme sonucunda kullanılan makinaları karşılaştır. Makine parkında yetersiz makine varsa kullanıcıyı uyar. Yeni çevrim süresi veya üretim adetlerinde değişiklik gibi seçenekler için kullanıcı bilgilendirilmiş olsun.

12. İstasyon denge kaybı en yüksek istasyon süresinden farkı ise kullanıcıyı daha iyi çözüm önerisi için uyar. Kullanıcı onaylarsa yeni çevrim süresi için programı yeniden çalıştır. İterasyon sayısınca tekrarla.

4.2. Geliştirilen Kaynak Kısıtlı Karma Modelli COMSOAL Akış Diyagramı

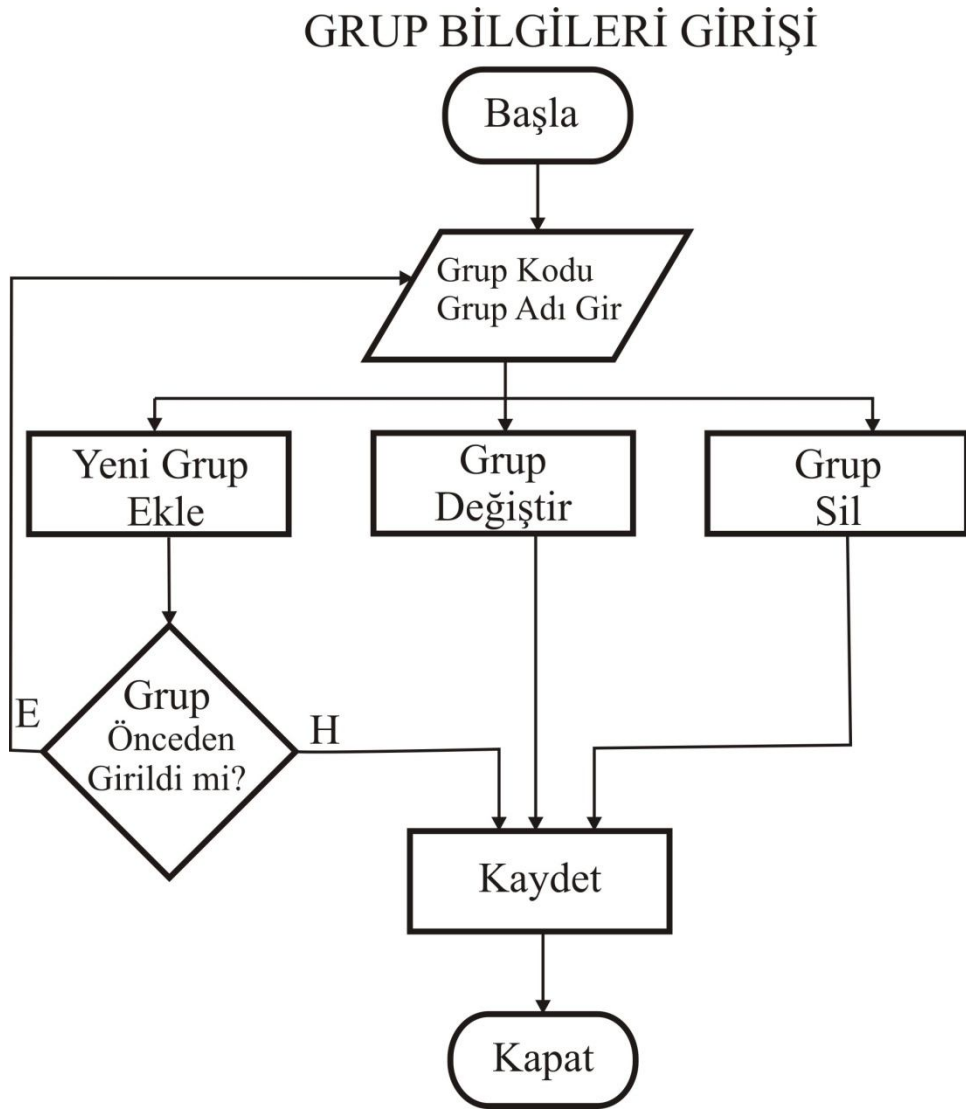
Geliştirilen kaynak kısıtlı karma modelli COMSOAL algoritması akış diyagramı için kullanılan simgeler Şekil 37’de verilmiştir.



Şekil 37: Algoritma Simgeleri

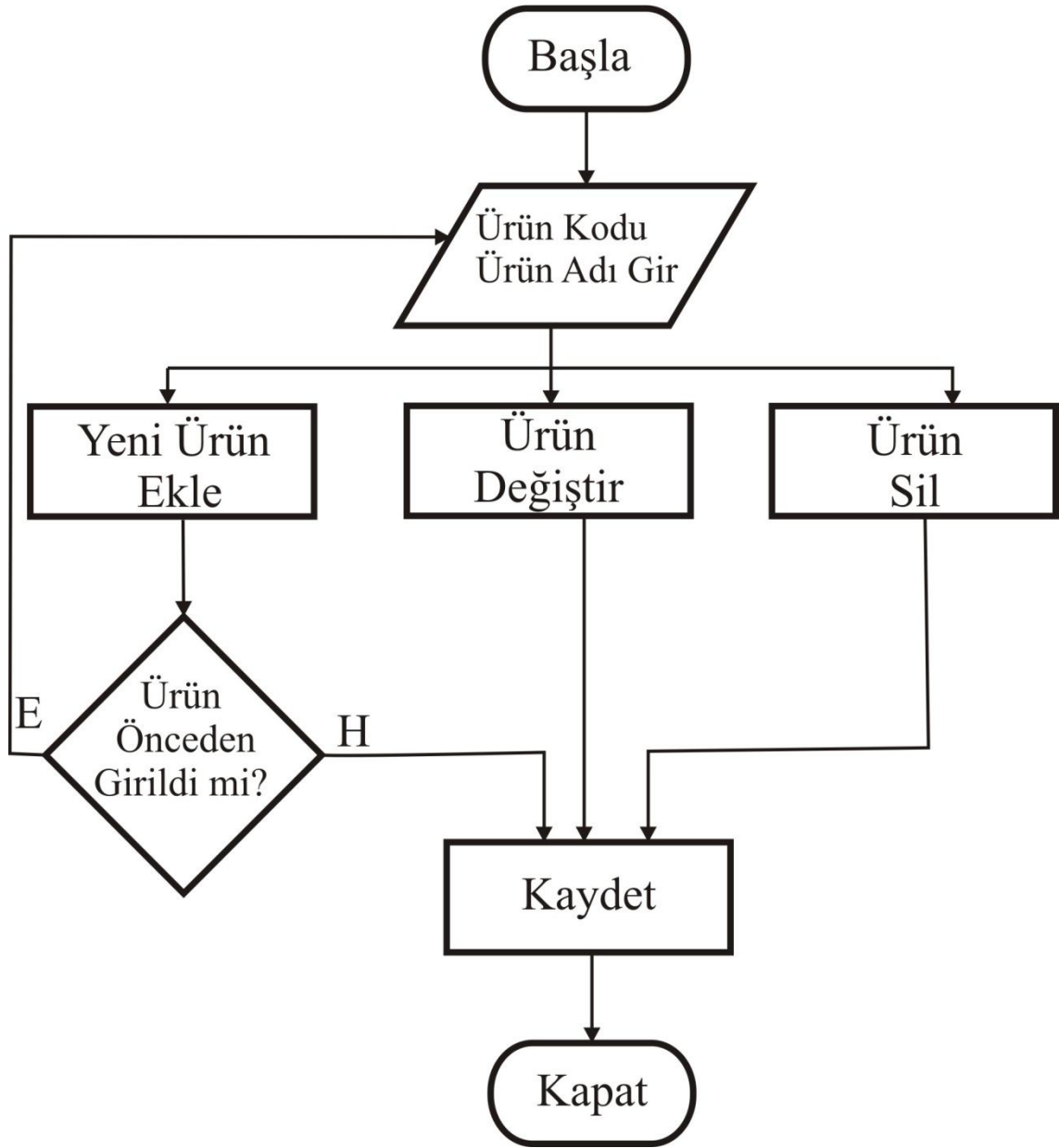
Geliştirilen kaynak kısıtlı karma modelli COMSOAL algoritmasında veri girişi dört ana kısımdan oluşmaktadır. Bu dört veri girişinden sonra kaynak kısıtlı karma modelli montaj hattı dengeleme işlemleri gerçekleştirilmektedir.

1. Grup bilgileri girişi (Şekil 38)
2. Ürün bilgileri girişi (Şekil 39)
3. Makine bilgileri girişi (Şekil 40)
4. Öncül iş bilgileri girişi (Şekil 41)



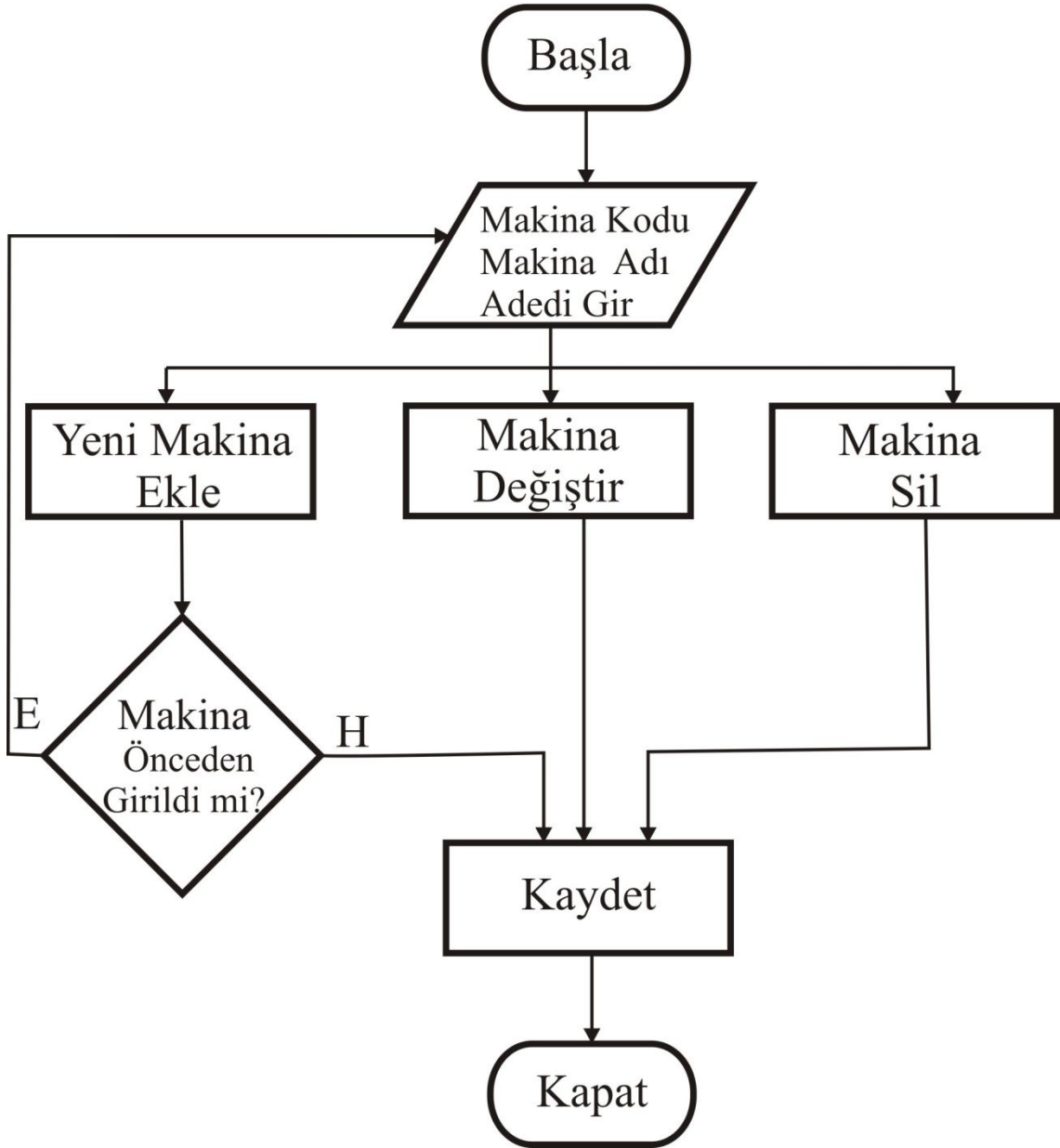
Şekil 38: Grup Bilgileri Girişi

ÜRÜN BİLGİLERİ GİRİŞİ



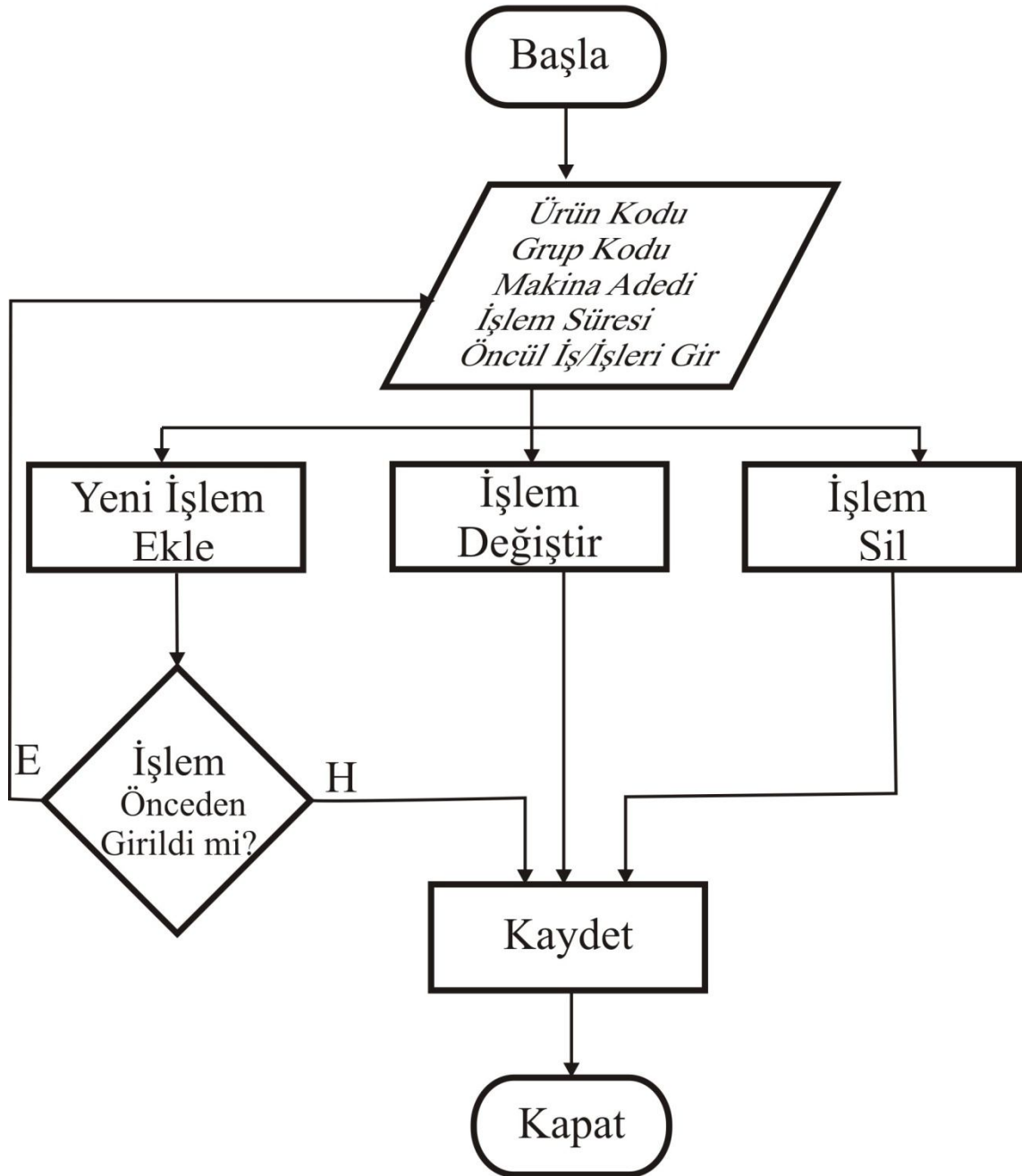
Şekil 39: Ürün Bilgileri Girişi

MAKİNA BİLGİLERİ GİRİŞİ



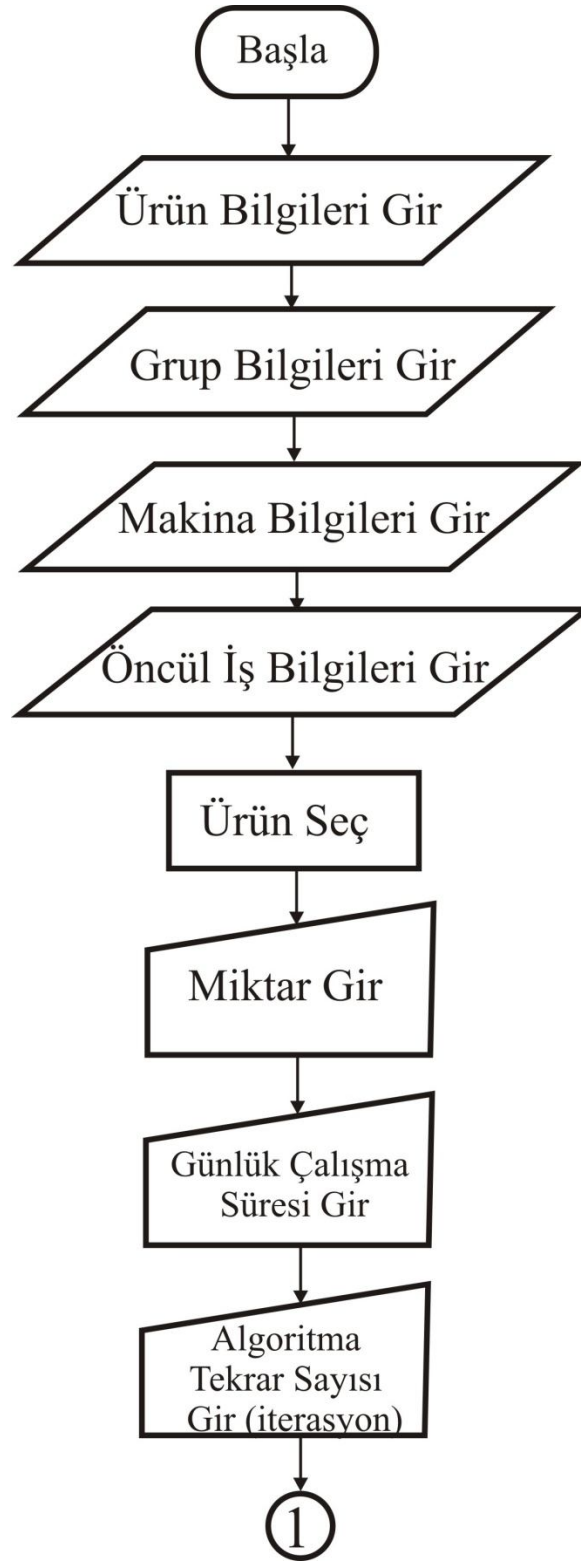
Şekil 40: Makine Bilgileri Girişi

ÖNCÜL İŞ BİLGİLERİ GİRİŞİ

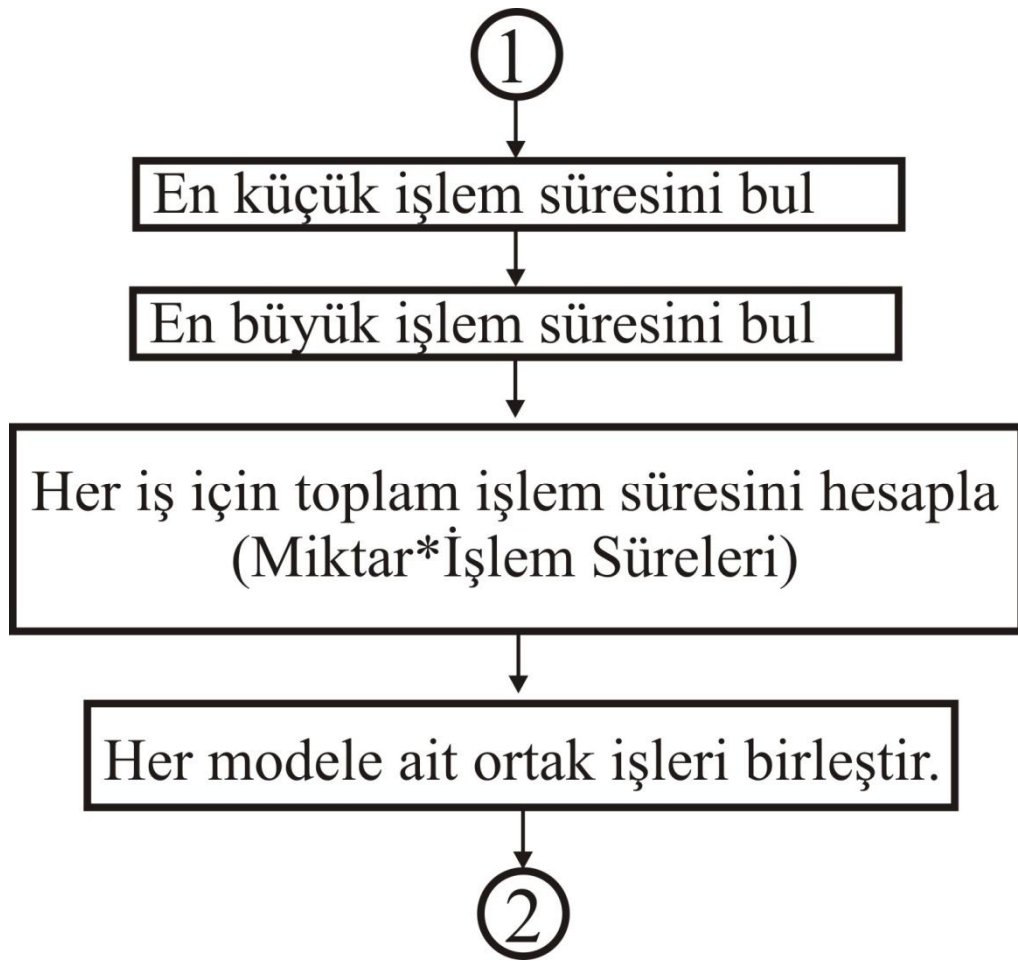


Şekil 41: Öncül İş Bilgileri Girişi

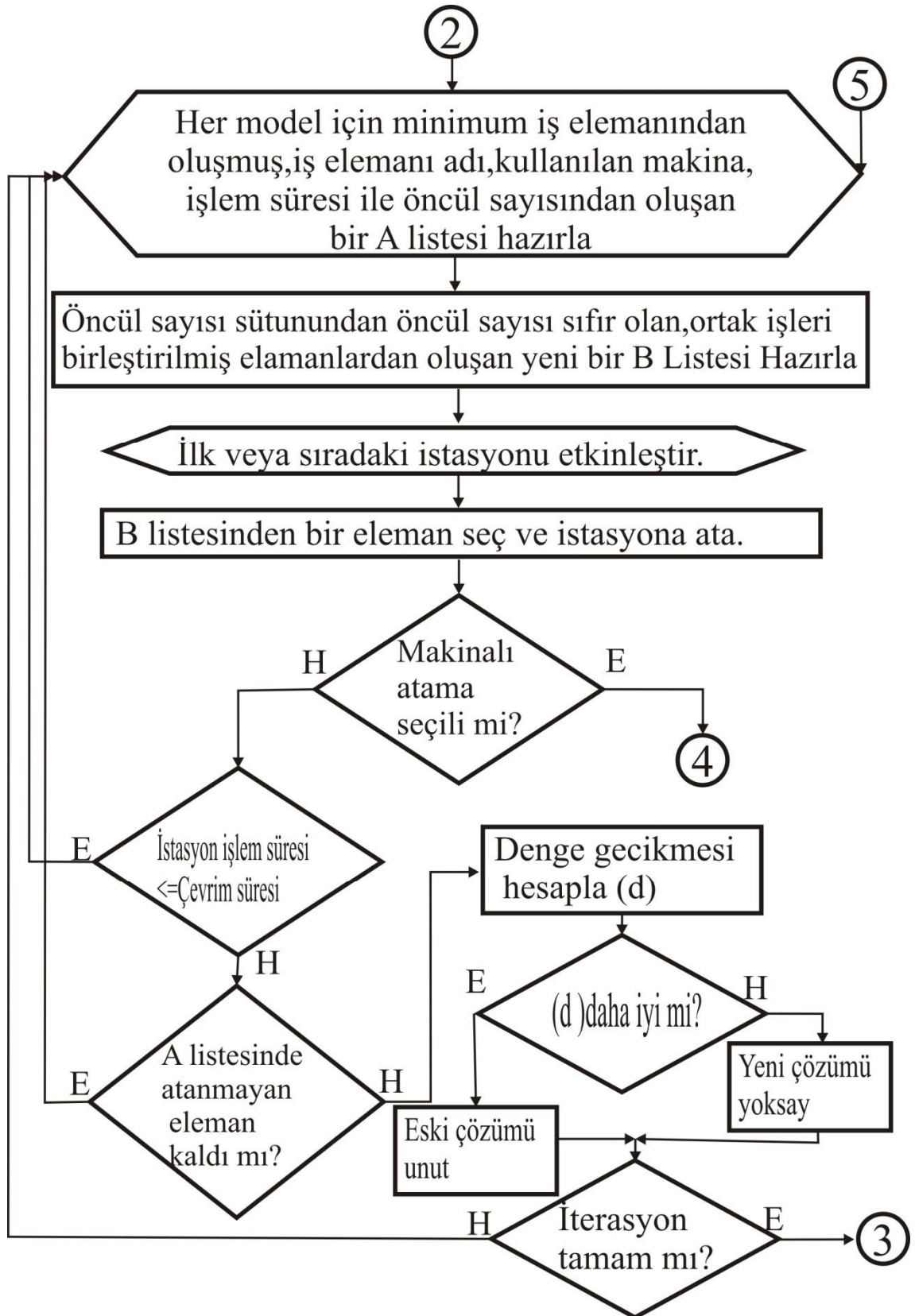
Geliştirilen kaynak kısıtlı karma modelli COMSOAL anahat akış diyagramı Şekil 42’de verildiği gibidir.



Şekil 42: Anahat Program Akışı



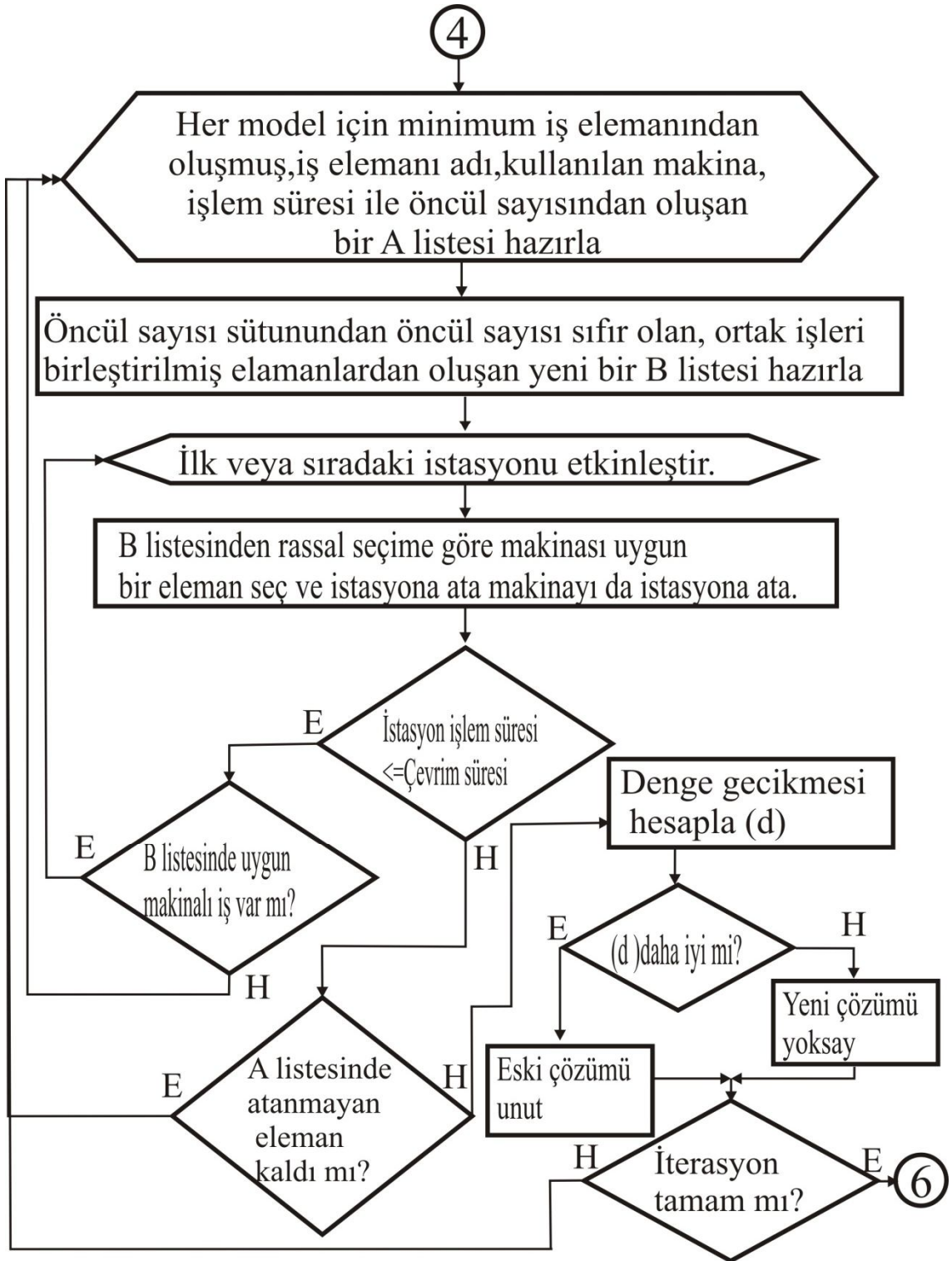
Şekil 42: Ana Program Akışı (Devamı)



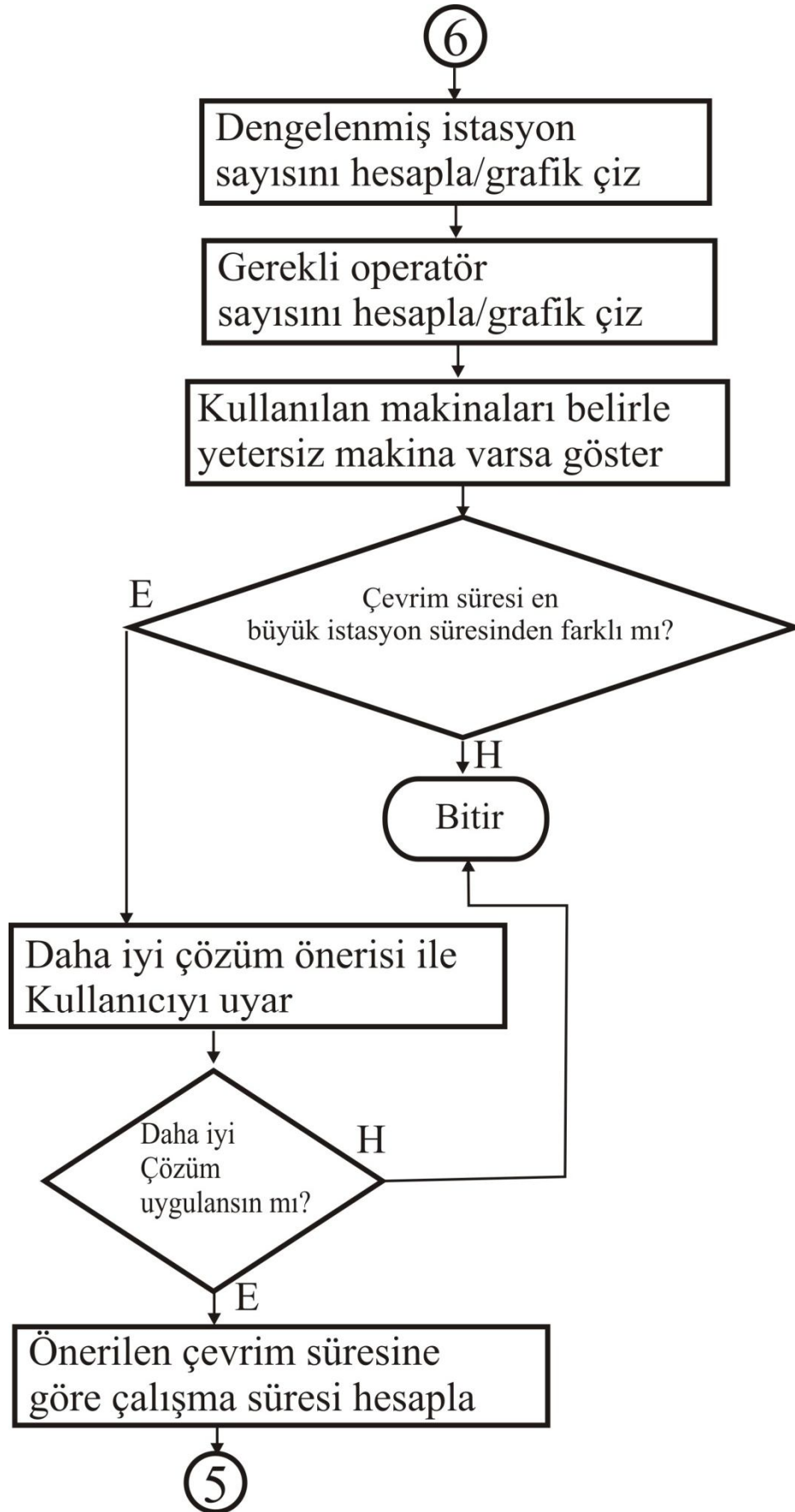
Şekil 42: Ana Program Akışı (Devamı)



Şekil 42: Ana Program Akışı (Devamı)



Şekil 42: Ana Program Akışı (Devamı)



Şekil 42: Ana Program Akışı (Devamı)

Tablo 10
Günlük Üretim Miktarları Tablosu

Tarih	Model Adı	Üretim Miktarı (ad)	Başlama ve Bitiş Süresi	Günlük Toplam Üretim Adetleri
2.4.2012	Klasik Model Kısa Kollu Gömlek (p2)	620 ad	8. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	620 Ad
3.4.2012	Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (p1)	200 ad	8. ⁰⁰ -11. ⁴⁰	600 Ad
	Uzun Kollu Slim Model Gömlek (p7)	310 ad	11. ⁴⁰ -17. ⁰⁰	
	Klasik Model Kısa Kollu Gömlek (p2)	90 ad	17. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	
4.4.2012	Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek (p3)	540 ad	8. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	540 Ad
5.4.2012	Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek (p3)	200 ad	8. ⁰⁰ -12. ⁰⁰	600 Ad
	Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (p1)	400 ad	12. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	
09.4.2012	Kısa Kollu Slim Model Gömlek (p6)	625 ad	8. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	625 Ad
10.4.2012	Uzun Kollu Slim Model Gömlek (p7)	380 ad	8. ⁰⁰ -14. ¹⁵	610 Ad
	Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (p1)	230 ad	14. ¹⁵ -18. ⁴⁵	

Tarih	Model Adı				Üretim Miktarı (ad)	Başlama ve Bitiş Süresi	Günlük Toplam Üretim Adetleri
11.4.2012	Klasik	Model	Uzun	Kollu	190 ad	8. ⁰⁰ -11. ⁰⁰	610 Ad
	Gömlek (p1)						
	Klasik	Model	Kısa	Kollu	220 ad	11. ⁰⁰ -15. ⁰⁰	
	Gömlek (p2)						
	Uzun	Kollu	Slim	Model	200 ad	15. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	
	(p7)						
12.4.2012	Klasik	Model	Kısa	Kollu	620 ad	8. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	620 Ad
	Gömlek (p2)						
13.4.2012	Klasik	Model	Uzun	Kollu	265 ad	8. ⁰⁰ -12. ⁰⁰	615 Ad
	Gömlek (p1)						
	Kısa	Kollu	Slim	Model	350 ad	12. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	
	(p6)						
Günlük Ortalama Üretim Miktarı: 604 Ad							

İşletmenin makine parkında toplam 68 makine vardır. Tablo 11’de makine adları ve adetleri verilmiştir.

Tablo 11
İşletmede Bulunan Makineler ve Adetleri

MAKINA			
ID	KOD	ACIKLAMA	Adet
1	m01	Düz Dikiş Makinası (Kilit Dikiş Makinası)	20
2	m02	Ütü	13
3	m03	El İşi	5
4	m04	Bıçaklı Düz Dikiş Makinası	5
5	m05	Yaka çevirme Makinası	1
6	m06	İlik Makinası	3
7	m07	Düğme Makinası	3

MAKINA			
ID	KOD	ACIKLAMA	Adet
8	m08	Yaka Form Presi	1
9	m09	Roba Makinası	1
10	m10	Kollu Çift İğne Makinası	2
11	m11	Baskı Makinası	1
12	m12	Boss Dikiş Makinası	4
13	m13	Etek Kıvrırma Makinası	1
14	m14	Omuz Çatma Makinası	1
15	m15	Vakum Makinası	1
16	m16	Ense Presi	1
17	m17	Overlok	3
18	m18	Çift İğne Makinası	2
Toplam			68

Program, 7 model gömleğin her birinin bir günde üretilmesi durumu için çalıştırılmıştır. Geleneksel montaj hattı dengeleme problemlerinde olduğu gibi işlem sürelerine ve önceliklerine göre montaj hattı dengelenmiştir. Bu durum, hazır giyim üretim sürecinde her bir işlemin bir dikiş makinasında yapılma zorunluluğu olmaması durumunda dengelemenin nasıl olacağı ve denge kayıplarının ne olacağını görmek açısından yapılmıştır. Her işin her makinada yapılabildiği varsayımı geleneksel yaklaşımdır. Fakat hazır giyim üretim sürecinde bu durum söz konusu değildir.

Üretim adetleri incelendiğinde işletme bazı günlerde tam gün aynı model gömleği üretmekte bazı günlerde aynı gün içerisinde 2 veya 3 model gömleği karma olarak üretmektedir. İşletmede bir gün için gerçekleşen toplam çalışma süresi 9,5 saat olarak ele alınmıştır.

4.3. Alt Amaç 1: Dikim hattı üzerinde dar boğazlar oluşmakta mıdır ve varsa çözüm önerileri nelerdir?

Araştırma konusu erkek gömleği üretim işletmesinde aynı gün içerisinde sadece bir modelin üretiminin gerçekleştiği ve aynı gün içerisinde iki veya üç modelin aynı anda üretildiği bir üretim sistemi söz konusudur.

Her bir model ayrı bir yığın olarak üretilmektedir. Yığın büyüklükleri arttığında çok modelli üretim hatları tek modelli üretim hatları gibi düşünülmektedir. Bu sistemlerde aynı zamanda model sıralama problemlerinden de bahsedilebilir. Daha

küçük yığınlarda ise bu tür üretim hatları karmaşık (mixed) modellenli üretim hatlarına benzerler. Araştırma konusu işletmede aynı gün içerisinde bir veya birden fazla modelin üretimi söz konusudur. Çok modelliden karışık modellenli üretime doğru yaklaşan bir üretim sistemi vardır. Model sayısı fazla üretim miktarları az ve belirsizdir. Bu nedenle araştırmada model sıralama yapılmamıştır. Tablo 12’de araştırma konusu işletmenin günlük üretim miktarları ve dengeleme sonucu denge gecikmeleri, istasyon ve operatör sayıları verilmiştir.

Tablo 12
Günlük Üretim Miktarları Denge Kayıplar ve Dengeleme Sonucu Oluşan İstasyon İle Operatör Sayıları

Tarih	Model Adı	Üretim Miktar (ad)	Günlük Toplam Üretim Adetleri	Denge Gecikmesi	İstasyon Sayısı	Çalışan sayısı
2.4.2012	* Klasik Model Kısa Kollu Gömlek (p2) (Ek 15- Ek 16)	620 ad	620 Ad	0,52	44	46
3.4.2012	*Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (p1) * Uzun Kollu Slim Model Gömlek (p7) *Klasik Model Kısa Kollu Gömlek (p2) (Ek 23-Ek 24)	200 ad 310 ad 90 ad	600 Ad	0,54	51	55
4.4.2012	* Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek (p3) (Ek 17- Ek 18)	540 ad	540 Ad	0,53	40	41
5.4.2012	* Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek (p3) * Klasik Model Uzun Kollu Gömlek(p1) (Ek 19- Ek 20)	200 ad 400 ad	600 Ad	0,56	54	57
9.4.2012	* Kısa Kollu Slim Model Gömlek (p6) (Ek 21- Ek 22)	625 ad	625 Ad	0,48	37	39
10.4.2012	* Uzun Kollu Slim Model Gömlek (p7) * Klasik Model Uzun Kollu Gömlek(p1) (Ek 25- Ek 26)	380 ad 230 ad	610 Ad	0,52	51	55

Tarih	Model Adı	Üretim Miktar (ad)	Günlük Toplam Üretim Adetleri	Denge Gecikmesi	İstasyon Sayısı	Çalışan sayısı
11.4.2012	* Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (p1) * Klasik Model Kısa Kollu Model Gömlek (p2) * Uzun Kollu Slim Model Gömlek(p7) (Ek 27- Ek 28)	190 ad 220 ad 200 ad	610 Ad	0,55	52	55
12.4.2012	* Klasik Model Kısa Kollu Gömlek (p2) (Ek 15- Ek 16)	620 ad	620 Ad	0,52	44	46
13.4.2012	* Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (p1) * Kısa Kollu Slim Model Gömlek(p6) (Ek 29- Ek 30)	265 ad 350 ad	615 Ad	0,57	52	54

Tablo 10’da günlük üretim miktarlarına bakıldığında gün içerisinde birden fazla modelin üretildiği ve belirsiz oranlarda üretildikleri gözlenmektedir. Bu da üretimde darboğazların oluşmasına, yarı mamul stoklarında yığılmalara neden olmaktadır. Bu durum işletmede de gözlenmiştir (Şekil 43).



Şekil 43: Üretimde Gözlenen Darboğazlar ve Yığılmalar.

Yarı mamul stoklarında yığılmalar ve bazı makinaların iş yetiştirememesi sonucu ara elemanların bir işi alıp ilgili makinaya teslim edip, başka bir makinadan başka bir işi alıp ilgili makinalara teslim ettikleri gözlenmiştir. Tablo 13’de aynı günde 200 ve 400 adet olmak üzere gerçekleştirilen iki model gömleğin üretimi için karma modellenli montaj hattı dengeleme sonucu verilmiştir (Ek 19). Şekil 44’de 200 adet kısa kollu slim model kol ve omuz apoletli gömlek ve 400 adet klasik model uzun kollu gömlek karması için montaj hattı dengeleme denge kaybı grafiği verilmiştir (Ek 20). Şekil 45’de 200 adet kısa kollu slim model kol ve omuz apoletli gömlek ve 400 adet klasik model uzun kollu gömlek karması için montaj hattı dengeleme makine kullanım oranları verilmiştir (Ek 20).

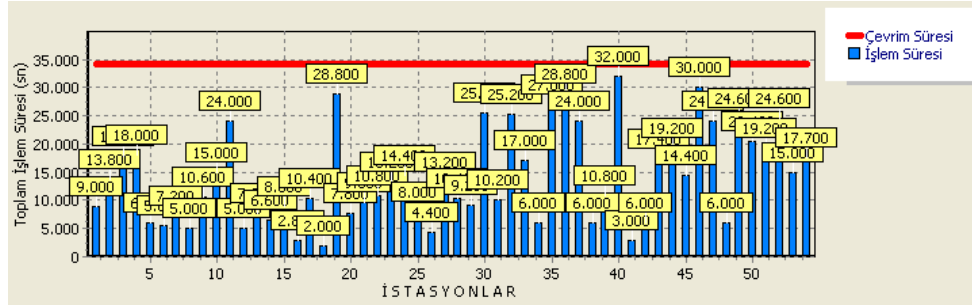
Tablo 13

200 Adet Kısa Kollu Slim Model Kol Ve Omuz Apoletli Gömlek (P3) ve 400 Adet Klasik Model Uzun Kollu Gömlek (P1) Karması İçin Montaj Hattı Dengeleme Sonucu Tablosu, (1000 Tekrarlı Atama)

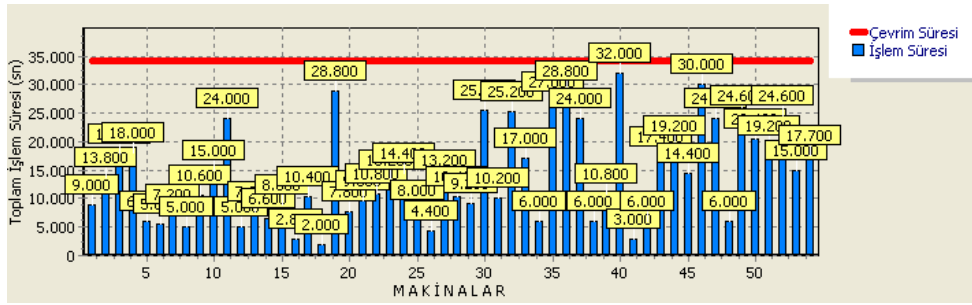
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	1	p3g5_017, p1g5_029	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	9000	25200	73,68
2	2	1	p3g2_001, p1g2_008	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	13800	20400	59,64
3	3	2	p1g6_035	Apartura Biye Takma	Kilit Dikiş Makinası	35600	32800	47,95
4	4	1	p3g4_014, p1g4_021	İlik Önü	İlik Makinası	18000	16200	47,36
5	5	1	p3g2_002, p1g2_009	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	6000	28200	82,45
6	6	1	p1g4_022	Cep Ağızı Ütüleme	Ütü	5600	28600	83,62
7	7	1	p1g6_036	Apartura İlik	İlik Makinası	7200	27000	78,94
8	8	1	p3g6_023	Kol Ağızı Biye Takma	Çift İğne Makinası	5000	29200	85,38
9	9	1	p3g6_024	Kol Ağızı Pat ve Apolet Dikme	Kilit Dikiş Makinası	7000	27200	69
10			p3g5_018, p1g5_030	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3600	23600	69
11	10	1	p3g2_003, p1g2_010	Yaka Form	Yaka Form Presi	15000	19200	56,14
12	11	1	p3g5_019, p1g5_031	Roba Takma	Roba Makinası	24000	10200	29,82
13	12	1	p3g6_025	Kol Ağızı Köprü Dikme	Kilit Dikiş Makinası	5000	29200	85,38

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
14	13	1	p3g5_020, p1g5_032	Arka Ütü Roba	Ütü	7800	26400	77,19
15	14	1	p3g3_006, p1g3_013	Kuşak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6600	27600	80,7
16	15	1	p1g6_037	Apartura Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	2800	31400	74,26
17			p3g5_021, p1g5_033	Arka Regüle	El İşi	6000	25400	74,26
18	16	1	p1g4_023	Cep Ağız Dikme	Kilit Dikiş Makinası	2800	31400	91,81
19	17	1	p1g4_024	Cep Ütüleme	Ütü	10400	23800	69,59
20	18	1	p1g4_025	Cep Regüle	El İşi	2000	32200	94,15
21	19	1	p1g4_026	Cep Takma	Kilit Dikiş Makinası	16800	17400	15,78
22			p3g4_015, p1g4_027	Düğme Patı Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	12000	5400	15,78
23	20	1	p3g2_004, p1g2_011	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	7800	26400	77,19
24	21	1	p3g2_005, p1g2_012	Yaka Alt Kesim Regüle	El İşi	9600	24600	71,92
25	22	1	p3g2_007, p1g2_014	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	10800	23400	68,42
26	23	1	p3g2_008, p1g2_015	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	13200	21000	61,4
27	24	1	p3g2_009, p1g2_016	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	14400	19800	57,89
28	25	1	p1g1_001	Manşet Eşleme	El İşi	8000	26200	76,6
29	26	1	p1g1_002	Manşet Alt Kıvrırma	Ütü	4400	29800	87,13
30	27	1	p1g1_003	Manşet Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	13200	21000	61,4
31	28	1	p1g1_004	Manşet Regüle ve Çevirme	El İşi	10400	23800	69,59
32	29	1	p1g1_005	Manşet Gaze	Kilit Dikiş Makinası	9200	25000	73,09
33	30	1	p3g2_010, p3g4_016, p1g1_006, p1g2_017, p1g4_028	Ütü	Ütü	25600	8600	25,14
34	31	1	p3g4_022, p1g4_034	Ön-Arka Eşleme ve Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	10200	24000	70,17
35	32	1	p3g7_026, p1g7_038	Omuz Çatma Ön Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	25200	9000	26,31
36	33	1	p3g7_027	Omuz Üstü Pat Dikme	Kilit Dikiş Makinası	6000	28200	50,29
37			p3g7_028	Apolet Dikme	Kilit Dikiş Makinası	6000	22200	50,29
38			p3g7_029	Brit Dikme	Kilit Dikiş Makinası	5000	17200	50,29

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
39	34	1	p3g7_030, p1g7_039	Omuz Regüle	El İşi	6000	28200	82,45
40	35	1	p3g7_031, p1g7_040	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	27000	7200	21,05
41	36	1	p3g7_032, p1g7_041	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	28800	5400	15,78
42	37	1	p3g7_033, p1g7_042	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	24000	10200	29,82
43	38	1	p3g7_034, p1g7_043	Etek Regüle	El İşi	6000	28200	82,45
44	39	1	p3g2_011, p1g1_007, p1g2_018	İlik	İlik Makinası	10800	23400	68,42
45	40	1	p1g7_044	Manşet Takma	Kilit Dikiş Makinası	32000	2200	6,43
46	41	1	p3g2_012, p1g2_019	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	3000	31200	91,22
47	42	1	p3g2_013, p1g2_020	Yaka İşaretleme	El İşi	6000	28200	82,45
48	43	1	p3g7_035, p1g7_045	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	17400	16800	49,12
49	44	1	p3g7_036, p1g7_046	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	19200	15000	43,85
50	45	1	p3g7_037, p1g7_047	Etek Kıvrırma	Etek Kıvrırma Makinası	14400	19800	57,89
51	46	1	p3g7_038, p1g7_048	Düğme Dikme	Düğme Makinası	30000	4200	12,28
52	47	2	p3g7_039, p1g7_049	Kalite Kontrol	El İşi	48000	20400	29,82
53	48	1	p3g7_040, p1g7_050	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	6000	28200	82,45
54	49	1	p1g7_051	Dikiş Ütüleme	Ütü	16400	17800	28,07
55			p3g7_041	Son Ütü 1 Dikiş Ütüleme	Ütü	8200	9600	28,07
56	50	1	p3g7_042, p1g7_052	Düğme İlikleme	El İşi	20400	13800	40,35
57	51	1	p3g7_043, p1g7_053	Ense Ütüleme	Ense Presi	19200	15000	43,85
58	52	1	p3g7_044, p1g7_054	Göğüs Ütüleme	Ütü	24600	9600	28,07
59	53	1	p3g7_045, p1g7_055	Son Kontrol	El İşi	15000	19200	56,14
60	54	2	p3g7_046, p1g7_056	Katlama	El İşi	35400	33000	48,24
	54	57	Denge Kaybı : 0,56					



Şekil 44: 200 Adet Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek Ve 400 Adet Klasik Model Uzun Kollu Gömlek Karması İçin Montaj Hattı Dengeleme Denge Kaybı



Şekil 45: 200 Adet Kısa Kollu Slim Model Kol Ve Omuz Apoletli Gömlek Ve 400 Adet Klasik Model Uzun Kollu Gömlek Karması İçin Montaj Hattı Dengeleme Makine Kullanım Oranları

Tablo 14

200 Adet Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek ve 400 Adet Klasik Model Uzun Kollu Gömlek Karması İçin Makine Yeterlilik Tablosu

ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmede Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	14	20	6
2	Ütü	7	13	6
3	El İşi	16	5	-11
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	5	5	0
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	3	3	0
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1

ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmede Mevcut Makine Sayısı	Fark
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	1	2	1

200 adet kısa kollu slim model kol ve omuz apoletli gömlek ile 400 adet uzun kollu klasik model gömleğin aynı anda üretiminin gerçekleştiği karma modellenli üretim hattının dengelenmesi sonucunda 54 istasyon ve 57 işçi gerekmektedir (Tablo 13). Her iki modelin üretimi için gerekli işlem adedi 102'dir ve işlem süreleri 5 sn ile 89 sn arasında değişmektedir. Bu iki gömleğin aynı anda üretildiği montaj hattında 16 çeşit makine yer almaktadır (Tablo 14). İşlem sürelerinin çok küçük ve kullanılan makine çeşidinin çok fazla olması üretimde darboğaz olmadan üretimin gerçekleşmesi için makine parkındaki makinaların sayılarının ve işçi sayısının artmasını gerektirmektedir. Ör. El işleri için işletmede 5 kişi varken dengeleme sonucu 16 kişi gerekmektedir (Tablo 14). İşçi sayısının artmasına karşın işletmenin günlük üretebildiği miktar aynı olmaktadır. Yani işletme, yığın (parti) halinde ara stoklu çalışılması durumunda günde 200 adet p3 ve 400 adet p1 modeli üretebilirken, ara stoksuz, darboğazsız ve dengelenmiş bir hat tercih etmesi durumunda makine sayısındaki artışa ve çalışan sayısındaki artışa katlanmak zorunda kalacaktır. İşletme karma birim üretim gerçekleştirme politikası izlerse ara stok, stok ve malzeme kayıplarından doğan maliyetlerden kurtulabilir. Fakat bununla birlikte işçilik ve makine maliyetlerindeki artışı kabullenmek zorunda kalacaktır. Araştırma konusu işletme her ne kadar çok modellenli üretim sisteminden karma modellenli üretim sistemine doğru çok yaklaşmış olsa da yığın (parti) üretimle istedikleri günlük üretim miktarlarını gerçekleştirmektedir.

4.4. Alt Amaç 2: İş görevleri, iş istasyonlarına dengeli bir şekilde atanabilmekte midir?

Tablo 15’de üretimin karma modeli ve çok modeli dengelenmesi sonucu oluşan denge kayıpları ve günlük üretim miktarları verilmiştir. Tam gün için çalışma süresi 9,5 saat olarak alınmıştır. Sabah saat 10.⁰⁰-10.¹⁵ arası çay molası, 12.⁰⁰-13.⁰⁰ arası yemek molası, 15.⁰⁰-15.¹⁵ arası çay molası olarak, işlerin başlama ve bitiş sürelerinden düşülerek dengeleme yapılmıştır. COMSOAL 1 iterasyon (tekrar) için çalıştırılmıştır. Buna göre 1 modelin tek başına üretildiği günlerde denge kaybı değişmemektedir. İki ve üç modelin arka arkaya üretilmesinde oluşan denge kayıplarının aritmetik ortalaması (Ör: $[200ad*0,58+400ad*0,49]/600ad$) karma model olarak aynı anda üretilmesine göre daha düşük çıkmaktadır. Yani iki ve üç model karmasında hem makine ve işçi sayısı artmakta hem de denge kaybı çoğalmaktadır. Ek olarak karma modelde ara stok, stok ve darboğazlar ortadan kalkmaktadır.

Tablo 15
Üretimin Karma ve Çok Modeli Dengelenmesi Sonucu Oluşan Denge Kayıpları.

Tarih	Model Adı	Üretim Miktarı (ad)	Başlama ve Bitiş Süresi	Denge Kaybı	
				Çok Modelli	Karma Modelli
2.4.2012	*Klasik Model Kısa Kollu Gömlek	620 ad	8. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	0,52	0,52
3.4.2012	*Klasik Model Uzun Kollu Gömlek	200 ad	8. ⁰⁰ -11. ⁴⁰	0,51	0,49
	*Uzun Kollu Slim Model Gömlek	310 ad	11. ⁴⁰ -17. ⁰⁰	0,37	0,49
	*Klasik Model Kısa Kollu Gömlek	90 ad	17. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	0,62	0,49
4.4.2012	*Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek	540 ad	8. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	0,55	0,55
5.4.2012	*Kısa Kollu Slim Model Kol ve Omuz Apoletli Gömlek	200 ad	8. ⁰⁰ -12. ⁰⁰	0,58	0,55
	*Klasik Model Uzun Kollu Gömlek	400 ad	12. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	0,49	0,55
09.4.2012	*Kısa Kollu Slim Model Gömlek	625 ad	8. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	0,49	0,49
10.4.2012	*Uzun Kollu Slim Model Gömlek	380 ad	8. ⁰⁰ -14. ¹⁵	0,37	0,51
	*Klasik Model Uzun Kollu Gömlek	230 ad	14. ¹⁵ -18. ⁴⁵	0,53	0,51
11.4.2012	*Klasik Model Uzun Kollu Gömlek	190 ad	8. ⁰⁰ -11. ⁰⁰	0,41	0,56
	*Klasik Model Kısa Kollu Gömlek	220 ad	11. ⁰⁰ -15. ⁰⁰	0,46	0,56
	*Uzun Kollu Slim Model Gömlek	200 ad	15. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	0,37	0,56
12.4.2012	Klasik Model Kısa Kollu Gömlek	620 ad	8. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	0,52	0,52
13.4.2012	Klasik Model Uzun Kollu Gömlek	265 ad	8. ⁰⁰ -12. ⁰⁰	0,43	0,52
	Kısa Kollu Slim Model Gömlek	350 ad	12. ⁰⁰ -18. ⁴⁵	0,52	0,52
Günlük Ortalama Üretim Miktarı:				604 Ad	

4.5. Alt Amaç 3: Her bir modelin üretimi için birim çevrim süresinin en azlanması mümkün müdür?

Kısa Kollu Klasik Model Gömleğin (p2) günlük üretim miktarı 620 adettir. 9,5 saat çalışma süresinde montaj hattı dengelendiğinde çevrim süresi 55 sn olmaktadır. ($C = \text{Günlük çalışma süresi} \times 60 \text{dk} \times 60 \text{sn} / \text{Üretilmek İstenen Miktar}$). Geliştirilen karma modellenli kaynak kısıtlı COMSOAL algoritması gereği dengeleme sonucunda oluşan en büyük istasyon süresinden daha yüksek bir denge gecikmesi oluşursa kullanıcıya yeni çevrim süresi önerisi verilmektedir. 620 adet gömleğin üretilmesi için 55 sn çevrim süresi sonucu kullanıcıya sunulan daha düşük yeni çevrim süreleri ve meydana gelen denge kayıpları ve makine yeterliliği göz önüne alınarak oluşturulmuş sonuçlar Tablo 16’da gösterilmiştir (Ek 30 ve Ek 31).

Tablo 16

Farklı çevrim sürelerinde oluşan istasyon, operatör ve denge kayıpları

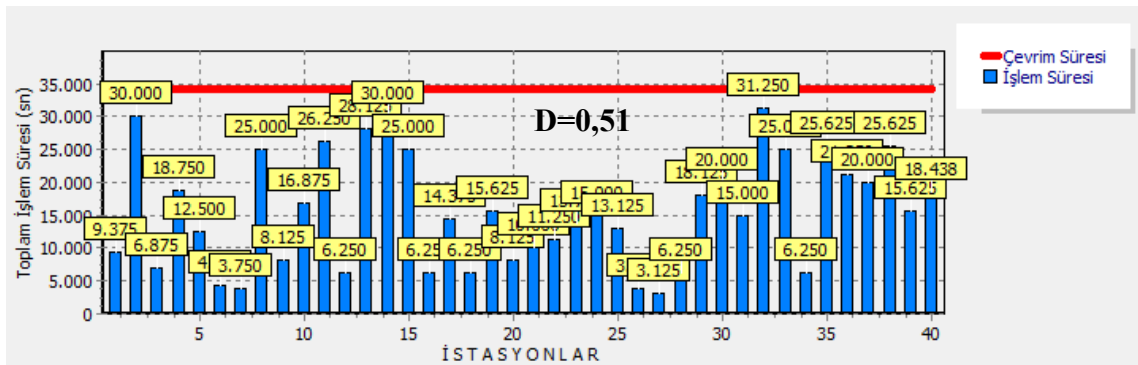
Çevrim Süresi	İstasyon	Operator	Denge Kaybı	Makine Yeterlilik
55 sn	45	47	0,53	-9 El işi (El İşİ yetersiz) (EK31, EK32)
50 sn	45	47	0,49	-9 El işi (El İşİ yetersiz) (EK33,EK34)

Tablo 16 incelendiğinde 620 adet kısa kollu klasik gömleği üretebilmek için gerekli çevrim süresi 55 sn, 45 istasyon, 47 operatör, 0,53 denge kaybı ve 9 el işi operasyonu yetersiz kalmaktadır. İşletmede mevcut durumda da el işleri yetersiz kalmakta ve el işi yapan kişiler farklı makinalar arasında farklı malzemeleri tek tek taşıma işlemlerini dahi gerçekleştirmektedir. İşletme el işi yetersizliği kısa işlem süreli makinalarda ara stok oluşturan işçilerin kalkarak yetişmeyen el işlerinde çalıştırılmalarıyla karşılamaktadır. Bu nedenle el işi yetersizliği makine yetersizliği gibi değerlendirilmemiştir.

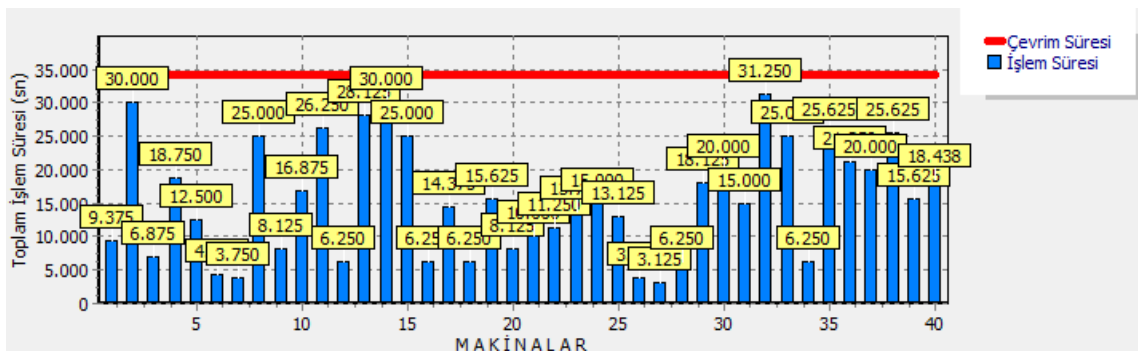
Bu sonuca göre Tablo 16’da görüldüğü üzere 50 sn çevrim süresinde 620 adet kısa kollu klasik model gömlek üretilbildiği gibi 45 istasyon, 47 operatör ve 0,49 denge kaybı oluşmaktadır. Buna göre her bir modelin günlük üretiminin gerçekleştirilebilmesi için çevrim süresini en azlamak mümkündür. Buna ek olarak istasyon sayısı ve oparetör sayılarını en azlarken denge kaybını da en azlamak mümkün olabilmektedir.

4.6. Alt Amaç 4: Makinelerin ve operatörlerin verimlilik düzeyi artırılması mümkün müdür?

625 adet kısa kollu slim model gömlek üretimi için hazırlanan COMSOAL algoritması 1 tekrar ve 1000 tekrar için çalıştırılmıştır. Şekil 46'da 1 tekrar (iterasyon) için rassal seçimli atama sonucunda denge kaybı 0,51 çıkmıştır. Şekil 48'de 1000 tekrar (iterasyon) için rassal seçimli atama sonucunda denge kaybı 0,48 çıkmıştır (Ek 21). Tablo 17'de 1 iterasyon için 40 istasyon, 42 makina ve 42 operatör gerekli iken Tablo 18'de 1000 iterasyon için 37 istasyon, 39 makine ve 39 operatör gereklidir (Ek 22). Bu durum iterasyon sayısındaki artışla birlikte makinelerin ve operatörlerin kullanım oranlarının arttığını ve denge kayıplarının azaldığını göstermektedir. Makine ve operatör sayısı azalırken boş kalan sürelerinde azalması verimlilik düzeyinin arttığını göstermektedir.



Şekil 46: 625 Adet Kısa Kollu Slim Model Gömlek İçin Montaj Hattı Dengeleme İstasyon Kullanım Oranları, COMSOAL 1 İterasyonlu (Tekrarlı), Rassal Atama.

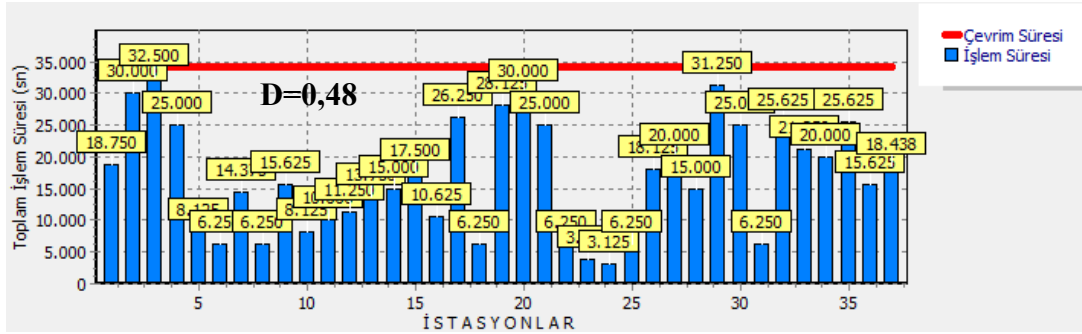


Şekil 47: 625 Adet Kısa Kollu Slim Model Gömlek İçin Montaj Hattı Dengeleme Makine Kullanım Oranları, COMSOAL 1 İterasyonlu (Tekrarlı), Rassal Atama.

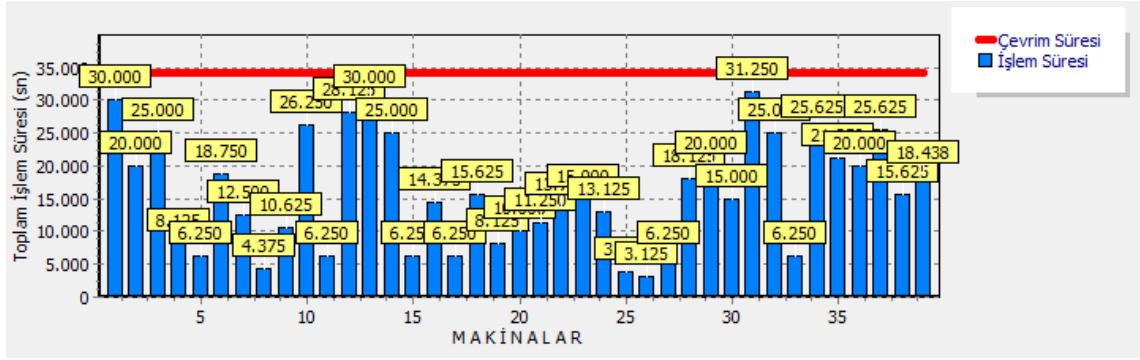
Tablo 17

Kısa Kollu Slim Model Gömlek, Günlük 625 Adet Üretim İçin Makine Yeterlilik Tablosu, COMSOAL, 1 İterasyonlu (Tekarlı), Rassel Atama.

ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmedeki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası (Düz Dikiş Makinası)	8	20	12
2	Ütü	5	13	8
3	El İşi	12	5	-7
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	4	5	1
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	2	3	1
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	0	2	2
Toplam Makine Sayısı		42	68	26



Şekil 48: 625 Adet Kısa Kollu Slim Model Gömlek İçin Montaj Hattı Dengeleme İstasyon Kullanım Oranları, COMSOAL 1000 İterasyonlu (Tekrarlı), Rassel Atama.



Şekil 49: 625 Adet Kısa Kollu Slim Model Gömlek İçin Montaj Hattı Dengeleme Makine Kullanım Oranları, COMSOAL 1000 İterasyonlu (Tekrarlı), Rassal Atama.

Tablo 18

Kısa Kollu Slim Model Gömlek, Günlük 625 Adet Üretim İçin Makine Yeterlilik Tablosu, COMSOAL, 1000 İterasyonlu (Tekrarlı) Rassal Atama.

ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmedeki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	5	20	15
2	Ütü	4	13	9
3	El İşi	13	5	-8
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	4	5	1
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	2	3	1
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	0	2	2
Toplam Makine Sayısı		39	68	29

4.7. Alt Amaç 5: Atıl süreler var mıdır, varsa ortadan kaldırılması mümkün müdür?

Hazır giyim üretim sürecinde ürünlerin çok sayıda işleme sahip olması ve işlem sürelerinin çok düşük olması ve de her işlemin farklı makinalarda dikilme zorunluluğu boş kalan süreleri kaçınılmaz hale getirmektedir. İşlem süreleri yüksek olan işlemleri gerektiren işlerde yığılmalar olurken işlem süreleri çok düşük olan işlerde işçilerde atıl süre oluşmaktadır. Araştırma konusu işletmede gömlek üretimi için 7 model gömlek ele alınmıştır. Bu gömleklerde en küçük işlem süresi 5 sn ve en yüksek işlem süresi 89 sn dir. 5 sn lik iş Cep regüle işlemidir ve el işidir. 89 sn lik iş apartura biye takma işlemidir ve düz dikiş makinasıyla (kilit dikiş) gerçekleştirilmektedir. Bir gömlek üretimi için ortalama 50 işlemden geçme zorunluluğu vardır ve 18 çeşit makine kullanılmalıdır. Bütün bunlar atıl süreleri meydana getiren unsurlardır.

Hazırlanan kaynak kısıtlı karma modelli COMSOAL algoritmasıyla, algoritma gereği rassal seçimlerle öncelik ve makinalar dikkate alınarak hat dengelemesi gerçekleştirilmektedir. Uygun bir montaj hattı dengeleme sonucunda COMSOAL bir boş kalma süresi oranı hesaplar (denge kaybı) ve bunu hafızasında tutar. İkinci bir yineleme yapar ve yeni denge kaybını hesaplar eskisinden daha iyiye onu saklar eskisini siler. Bu nedenle COMSOAL algoritmasının gücü fazla yineleme yapılmasını ve en uygun çözümü veren montaj hattı dengeleme sonucunu ortaya koymasıyla oluşmaktadır.

Tablo 19’da yer alan 604 adet uzun kollu klasik erkek gömleği dengeleme sonuçları incelendiğinde ilk iterasyonda (tekrarda) 0,20’lik çıkan denge kaybı 500 iterasyonda 0,17’ ye düşmüştür. Daha iyi çözüme Rassal seçimde iterasyon sayısı artışıyla birlikte ulaşıldığı görülmektedir. Tablo 20’de 604 adet uzun kollu ön beden kuplu model erkek gömleği dengeleme sonuçlarında da görüldüğü gibi COMSOAL algoritmasının asıl gücü rassal seçimde iterasyon (tekrar) sayısının artırılmasıyla ortaya çıkmaktadır.

Tablo 19

Günlük Ortalama Üretim Miktarına Göre Montaj Hattı Denge Kayıpları

UZUN KOLLU KLASİK MODEL ERKEK GÖMLEĞİ GÜNLÜK ORTALAMA ÜRETİM MİKTARI (P1) 604 ADET	İterasyon sayısına göre denge gecikmeleri (D)			
	1	250	500	Min(d)
RASSAL SEÇİM	0,20	0,17	0,17	0,17

Tablo 20

Günlük Ortalama Üretim Miktarına Göre Göre Montaj Hattı Denge Kayıpları

UZUN KOLLU ÖN BEDEN KUPLU MODEL ERKEK GÖMLEĞİ GÜNLÜK ORTALAMA ÜRETİM MİKTARI (P4) 604 ADET	İterasyon sayısına göre denge gecikmeleri (D)			
	1	250	500	Min(d)
RASSAL SEÇİM	0,18	0,20	0,18	0,18

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde erkek gömleği üretimi gerçekleştiren küçük ölçekli bir işletmeye yönelik geliştirilen kaynak kısıtlı karma modelli montaj hattı dengeleme bilgisayar programıyla elde edilen bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuç ve öneriler yer almaktadır.

5.1 Sonuç

Hazır giyim süreci emek yoğun ve elle yapılan işlemlerin kullanıldığı, sıklıkla model değişimlerinin gözlendiği ve kısa termin süreleri içeren bir yapıya sahiptir. Bu süreç bir dizi faaliyetten oluşur bunlar; tasarım, numune hazırlama, onay, satın alma, pastal yerleştirme, serim, kesim, dikim, yıkama, terbiye ve paketlemedir.

Dikim işlemi giysi üretim süreci içerisinde anahtar rol olarak görülür. Dikim işlemlerinin programlanmasıyla diğer faaliyetler planlanır. Dikiş işlemi ürüne bağlı olarak birçok adımdan oluşur. Üretim faaliyetlerinin verimli bir şekilde sürdürülebilmesi, iş ya da işlemlerin belirlenen standart zamanlarda yapılmasını gerektirmektedir. Araştırma konusu karma modelli montaj hattı dengeleme probleminde dikim işlemlerinin programlanması gerçekleştirilmiştir.

Üretim hattı dengeleme, üretim sektörlerinin çözülmesi en zor ve önemli problemlerindendir. Fakat hazır giyim imalatı diğer imalat sektörlerinden farklı durum sergiler. Çok sayıda elemanın çalıştığı ve çok sayıda işleme sahip dikim sürecinde hat dengeleme önemli bir problemidir. Dikim sürecinde işlemlerin birim süreleri küçüktür ve her işlem farklı özelliklere sahip makinalarda ya da aparatlarla farklılaştırılmış makina ve tezgahlarda işlem görür.

Hazır giyim üretimi emek yoğun ve karmaşık bir üretim yapısı sergiler. Bu nedenle otomasyon sistemine uyarlamak oldukça zordur. Üretim miktarları düşük, çeşitliliği fazla modellerin imalatı için ayrı hat ve çalışan tahsis etmek maliyet ve tesis

alanı bakımından uygun değildir. Bu yüzden çok fazla modelin aynı anda üretiminin gerçekleştiği üretim bantları tercih edilmektedir. Buna ek olarak düşük verimlilik, düşük sipariş miktarları arasında geçişten kaynaklanan hat dengeleme ve planlama zorlukları hazır giyim üretiminin önemli sorunlarındanır.

COMSOAL (Computer Method for Sequencing Operations for Assembly Lines); Montaj hatları operasyon çizelgeleme için bilgisayar metodudur. Hızlı hesaplama için çeşitli listeler kullanır. Basit bir kayıt tutma prosedürüdür. Araştırmada COMSOAL metodundan yola çıkılarak kaynak kısıtı sağlayan, karma modellenli montaj hattı dengeleyen yeni bir algoritma geliştirilmiştir. Geliştirilen algoritma sonucu hazırlanan bilgisayar programıyla elde edilen kaynak kısıtlı karma modellenli montaj hattı dengeleme sonuçları aşağıda verilmiştir.

* Alt Amaç 1: Araştırma konusu işletmede her bir model ayrı bir yığın olarak üretilmektedir. Aynı gün içerisinde bir veya birden fazla üretim söz konusudur. Çok modellenliden karışık modellenli üretime doğru yaklaşan bir üretim sistemi vardır. İki modelin aynı anda karma olarak üretilmesiyle makine sayısı ve işçi sayısı artmasına karşın işletmenin günlük üretebildiği miktar aynı olmaktadır. Yani işletme, yığın (parti) halinde ara stoklu çalışılması durumunda günde 200 ad p3 ve 400 ad p1 modeli üretebilirken, ara stoksuz darboğazsız ve dengelenmiş bir hat tercih etmesi durumunda makine sayısındaki artışa ve çalışan sayısındaki artışa katlanmak zorunda kalacaktır. İşletme karma birim üretim gerçekleşmesi politikası izlerse ara stok, stok ve malzeme kayıplarından doğan maliyetlerden kurtulabilir, fakat bununla birlikte işçilik ve makine maliyetlerindeki artışı kabullenmek zorunda kalacaktır. Araştırma konusu işletme her ne kadar çok modellenli üretim sisteminden karma modellenli üretim sistemine doğru çok yaklaşmış olsa da günlük belirsiz talepli yığın (parti) üretimle istedikleri günlük üretim miktarlarını gerçekleştirmektedir.

* Alt Amaç 2: Bir modelin tek başına üretildiği günlerde denge kaybı değişmemektedir. İki ve üç modelin arka arkaya üretilmesinde oluşan denge kaybı, aritmetik ortalamasına bakıldığında, karma model olarak aynı anda üretilmesine göre daha düşük çıkmaktadır. Yani iki ve üç model karma olarak üretildiğinde hem makine ve işçi sayısı artmakta hem de denge kaybı çoğalmaktadır. Ek olarak karma modelde ara stok, stok ve darboğazlar ortadan kalkmaktadır.

* Alt Amaç 3: COMSOAL algoritmasında 55 sn, 45 istasyon, 47 operatör, 0,53 denge kaybı ile 620 adet kısa kollu klasik model gömlek üretilebilirken, 50 sn çevrim süresinde 45 istasyon, 47 operatör ve 0,49 denge kaybıyla aynı adet gömlek üretilebilmektedir. Buna göre her bir modelin günlük üretiminin gerçekleştirilebilmesi için çevrim süresini en azlamak mümkündür. Buna ek olarak istasyon sayısı ve operatör sayılarını enazlarken denge kaybını da en azlamak mümkün olmaktadır.

* Alt Amaç 4: 625 adet kısa kollu slim model gömlek üretimi için hazırlanan COMSOAL algoritması 1 tekrar ve 1000 tekrar için çalıştırılmıştır. 1 tekrar (iterasyon) için rassal seçimli atama sonucunda denge kaybı 0,51 çıkmıştır. 1000 tekrar (iterasyon) için rassal seçimli atama sonucunda denge kaybı 0,48 çıkmıştır. 1 iterasyon için 40 istasyon, 42 makina ve 42 operatör gerekli iken 1000 iterasyon için 37 istasyon, 39 makine ve 39 operatör gereklidir. Bu durum iterasyon sayısındaki artışla birlikte makinaların ve operatörlerin kullanım oranlarının arttığını ve denge kayıplarının azaldığını göstermektedir. Makine ve operatör sayısı azalırken boş kalan sürelerinde azalması verimlilik düzeyinin arttığını göstermektedir.

* Alt Amaç 5: Araştırma konusu işletmede gömlek üretimi için 7 model gömlek ele alınmıştır. Bu gömleklerde en küçük işlem süresi 5 sn ve en yüksek işlem süresi 89 sn'dir. 5 sn lik iş Cep regüle işlemidir ve el işidir. 89 sn lik iş apartura biye takma işlemidir ve Düz dikiş makinasıyla (kilit dikiş) gerçekleştirilmektedir. Bir gömlek üretimi için ortalama 50 işlemden geçme zorunluluğu vardır ve 18 çeşit makine kullanılmalıdır. Bütün bunlar atıl süreleri meydana getiren unsurlardır. Hazırlanan kaynak kısıtlı karma modelli COMSOAL algoritmasıyla, algoritma gereği rassal seçimlerle öncelik ve makinalar dikkate alınarak hat dengelemesi gerçekleştirilmektedir. Uygun bir montaj hattı dengeleme sonucunda COMSOAL bir boş kalma süresi oranı hesaplar (denge kaybı) ve bunu hafızasında tutar. İkinci bir yineleme yapar ve yeni denge kaybını hesaplar eskisinden daha iyiye onu saklar eskisini siler. Bu nedenle COMSOAL algoritmasının gücü fazla yineleme yapılmasını ve en uygun çözümü veren montaj hattı dengeleme sonucunu ortaya koymasıyla oluşmaktadır.

5.2. Öneriler

Türkiye’de küçük ve orta ölçekli üretim işletmeleri toplam üretim işletmelerinin % 99.5’ ini oluşturmaktadır. Üretimdeki istihdamın % 61.1’ ini kobiler sağlamaktadır. Bu sayede % 27.3 oranında önemli katma değer sağlamaktadırlar. Hazır giyim sektörü dinamik yapısı ile ayrıcalıklı bir sektördür. Türkiye’nin en büyük 500 işletmesinin beşte birini tekstil-hazır giyim şirketleri oluşturmaktadır. Bununla birlikte üretimin çoğu KOBİ’lerce karşılanmaktadır. Bu da sektörde markalaşma, kalite, finans ve standardizasyon gibi sorunların çözümlerinde kobilerin zorlandıklarını göstermektedir. KOBİ’ler bu sahip oldukları ekonomik öneme karşılık önemli öz sermaye, finansman, pazarlama, üretim, dağıtım, talebi karşılama gibi sorunlarla karşı karşıyadır.

Bu çalışma; Türkiyede önemli bir ekonomik paya sahip küçük ölçekli hazır giyim işletmelerinin montaj hattı dengeleme ve süreç planlama çalışmalarına katkı sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Geliştirilen kaynak kısıtlı karma modellenli COMSOAL algoritmasıyla erkek gömleği üretiminde karma modellenli montaj hatları dengeleme problemleri ve çözüm önerileri sunulmaktadır. Farklı adetlerde ve farklı modellerde erkek gömleklerinin aynı gün içerisinde aynı hatta üretilme zorunluluğu üzerine tasarlanmıştır. Geleneksel COMSOAL algoritmasından farklı olarak hazır giyim üretim sürecine uygun olarak bir makinada bir işçi çalışma kısıtı, paralel istasyon oluşturma kısıtı ve farklı işlerin farklı makinalarda yapılma zorunluluğu kısıtı eklenmiştir. Algoritmaya farklı işleri yapabilen iş rotasyonu olabilen işler, çalışanlar ve birleştirilebilen makine kısıtı gibi seçenekler içeren çalışmalar yapılabilir.

Geliştirilen karma modellenli kaynak kısıtlı COMSOAL algoritması kısa dönem çizelgelemeye alt yapı oluşturabilmek için kaynak mevcudiyeti durumunu göstermekte ve işletmenin makine parkıyla oluşturulan montaj hattı dengeleme sonucu gerekli makinaları kıyaslamaktadır. Algoritmaya elde mevcut makinalar doğrultusunda montaj hattı dengeleme ve buna göre kapasite planlama ve dengeleme yapma zorunluluğu eklenebilir.

Araştırma erkek gömleği üreten bir hazır giyim işletmesi için hazırlanmıştır. Farklı ürün üreten işletmeler için de algoritma uyarlanabilir.

Kaynaklar

- Acar, N. (1995). *Üretim Planlaması Yöntem ve Uygulamaları*, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları: 280.
- Ağaç, S. (2001). *Örnek Edinme (Benchmarking), Hazır giyim sektöründe bir uygulama*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ağpak, K., Gökçen, H., Saray, N.N., Özel, S. (2002). *Stokastik görev zamanlı tek u tipi montaj hattı dengeleme problemleri için bir sezgisel*, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.Cilt 17, No 4, 115-124.
- Askin, G. R. ve Standrige, C.R. (1993). *Modeling and Analysis of Manufacturing Systems*, John Wiley and Sons, Inc.
- Aydın, S., Arga, M., Ağaç, S.(2001). *Hazır giyim işletmelerinde çalışma yerlerinin ergonomik açıdan uygunluğunun işçiler tarafından değerlendirilmesi üzerine bir araştırma*, 8.Ulusal Ergonomi Kongresinde sunuldu, İzmir.
- Babu,V.R. (2006). *Garment production systems: An overview*, The indian Textile Journal, Web:<http://indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=28> adresinden 29.4.2012’de alınmıştır.
- Bahadır, S. K. (2011). *Assembly Line Balancing in Garment Production by Simulation*, Assembly Line – Theory and Practice, publishing date: August 2011, ISBN 978-953-307-995-0, Web: www.intechopen.com adresinden 29.4.2012’de alınmıştır.
- Başkak, M., Kalaoğlu, F. ve Eryürük, S. H. (2011). *Konfeksiyon Üretiminde İstatistiksel Yöntemle Montaj Hattı Dengeleme*. *Tekstil Ve Konfeksiyon Dergisi* 1/2011.
- Bayraktaroğlu, E. (2007).*Basit U Tipi Montaj Hattı Dengelemede Analitik Yöntemlerin Karşılaştırılması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Boyacıoğlu, A. M. (2004). *Kobi'lerde Büyüme Finansmanı Aracı Olarak Direkt Öz Sermaye Yatırımları (Private Equity)*, 1.Kobiler ve Verimlilik Kongresinde sunuldu, İstanbul.
- Dervitsiotis, K. N. (1981) *Operation Management*, McGraw-Hill Book Company.
- DPT, (2007). *Tekstil, Deri ve Giyim Sanayi Özel ihtisas Komisyonu Raporu, Dokuzuncu Kalkınma Planı*, Ankara: T.C.Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı.
- Erol, S. ve Keşçi, A.G. (2000,16 – 17 Kasım). *Türkiye Hazır Giyim ve Tekstil Sanayii'nin Uluslararası Rekabet Gücü*, Levazım Maliye Sempozyumu – LEMAS 2000' de sunuldu. T.C. Kara Kuvvetleri Komutanlığı Levazım-Maliye Okulu ve Eğitim Merkezi Komutanlığı, Küçükyalı, İstanbul : 11.
- Eryürük, S. H. Başkak, M. ve Kalaoğlu, F. (2008). *Assembly Line Balancing in a Clothing Company*. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, Vol. 16, No. 1:66
- Eştaş, S. Acar, N. (1991). *Kesikli ve Seri Üretim Sistemlerinde Planlama ve Kontrol Çalışmaları*, Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları:309
- Früh, H. R. (2003). *Wie Können und sollen sich KMU finanzieren?*, Der schweizer Treuhaender, 11/2003
- Ghosh, S. R., Gagnon, J. (1989). *A Comprehensive literature review and analysis of the desing, balancing and sheduling of assembly systems*, IJPR, Vol.27, No.4
- Groover, M. P. (1987). *Automation, Production Systems and Computer Integrated Manufacturing*, Prentice Hall Int. Inc.
- Gökçen, H. (1989). *Tek Model Montaj Hattı Dengeleme Metotları ve Bir Uygulama*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gökçen, H. (1994). *Karışık Modelli Deterministik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri İçin Yeni Modeller*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Gökçen, H., Baykoç, Ö.F. (1997). *Stokastik Görev Zamanlı Dengelenmiş Gecikmesiz Montaj Hatlarının İyileştirilmesi için Bir Model*, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 8(1): 3-8.
- Gökçen, H., Baykoç, Ö.F. (1999). *A New Line Remedial Policy for The Paced Lines with Stochastic Task Times*, International Journal of Production Economics, vol. 58, pp: 191-197.
- Günay, K., Çetin, T. Ve Baykoç, Ö.F. (2004). *Türkiye Montaj Hattı Dengelemede Geleneksel Ve U Tipi Hatların Karşılaştırılması Ve Bir Uygulama Çalışması*, Teknoloji Dergisi, Cilt:7,Sayı:3, 351-359.
- Güzel, S. (2011). *Hazır giyim işletmesinde yalın üretime geçiş: Değer akışı haritalandırma, hat tasarımı ve dengeleme*, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İllez, A. A.(2006). *Konfeksiyon Sektöründe Süreç Planlamasında Kullanılabilecek Matematiksel Yöntemler*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- İstanbul Tekstil Konfeksiyon İhracatçılar Birliği. (2007). İstanbul Tekstil Konfeksiyon İhracatçılar Birliği verileri.
- İşlier, A.(1998). Üretim Hattı Nedir? Hat Dengeleme Ne Demektir? *BÜLTEN, MMOB Mak. Müh. Odası, Eskişehir Şubesi Yayını*, Yıl 7 Sayı 35:17- 21.
- Kalender, F.Y., Yılmaz, M. M. ve Türkbey, O. (2008). Montaj Hattı Dengeleme Problemine Bulanık Bir Yaklaşım, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, Cilt 23, No 1, 129-138, Vol 23, No 1: 129-138
- Kalender, M.(2006). *Ders Çizelgeleme Programı*, Tmmob Elektrik Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi 2006-2007 Öğretim Yılı Proje Yarışması, web: http://www.emo.org.tr/ekler/cb3b004d0eb6f2f_ek.pdf adresinden 10.7.2012 tarihinde alınmıştır.

- Kanat, S. Ve Güner, M. (2006). Tam Zamanında Üretim Sisteminin Tekstil Ve Konfeksiyon Sanayine Uygulanabilirliği, *Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi*, 4/2006
- Kobu, B. (1994). *Üretim Yönetimi*, İstanbul : Avcıol Basım Yayın, 8.Baskı
- KOSGEB Mevzuatı, (18 Kasım 2005). Resmi Gazete, Sayı 25997
- Kurşun, S. Ve Kalaoğlu, F. (2010). Dikim Bandında Simulasyonla Bant Dengeleme, *Tekstil Ve Konfeksiyon Dergisi*, 3/2010: 257-261.
- Kuvvetli, Y. (2010). *Karma modellenli montaj hattı dengeleme ve İşgücü atama problemi için yeni bir yaklaşım*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Mok, P.Y. (2011). *Intelligent Apparel Production Planning for Optimizing Manual Operations Using Fuzzy Set Theory and Evolutionary Algorithms Institute of Textiles and Clothing*. The Hong Kong Polytechnic University, Hunghom, Hong, Kong, Web:<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5949496&tag=1>, adresinden 17.04.2012’de alınmıştır.
- Orbak, A.Y., Gündüz Cengiz, T., Ulusoy, İ., Akgöz, H.K., Kiriş, M., ve İrice, G. (2009). Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Tek Modelli Ve Karışık Modelli Montaj Hattı Dengeleme Problemi, *Endüstri Mühendisliği Dergisi YA/EM 2009 Özel Sayısı*, Cilt: 22 Sayı: 1: 21-30
- Özalp, B.T., Orbak, A.Y., Korkmaz, P., Yarkın, N., Aktaş, N. Ve Dinçer, A. (2009). *Karışık Modelli Bir Montaj Hattında Hat Dengeleme Çalışmaları. Yöneylem Araştırması Ve Endüstri Mühendisliği* 29. Ulusal Kongresinde sunuldu, Bursa.
- Parıltı, H. ve Türkant, B. (2000a). *Türk Tekstil Sektörünün 1999 Yılı İhracat Performansının Değerlendirilmesi*, İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği AR & GE ve Mevzuat Şubesi, İstanbul.
- Parıltı, H. ve Türkant, B. (2000b), *Hazır Giyim ve Konfeksiyon Sektörünün 1999 Yılı İhracat Performansının Değerlendirilmesi*, İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon

İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği AR & GE ve Mevzuat Şubesi,
İstanbul.

Proplanner, (2012). Dave Sly PE, PhD, Prem Gopinath MS,. Practical Approach to solving Multi- objective Line Balancing Problem, web:

http://proplanner.com/documents/filelibrary/products/probalance/documents/Line_Balance_PDF_EA88A25C4FF47.pdf adresinden 17.04.2012’ de alınmıştır.

Safel, R. ve Dedeoğlu, S. (1999). *Tekstil ve Konfeksiyon Sektörü*, Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O.Planlama ve İktisadi Araştırmalar Grup Müdürlüğü (Ekonomik Araştırmalar Müdürlüğü), Sektör Araştırmaları Serisi/No: 12, Ocak.

Sanayi Genel Müdürlüğü, (2012/1). *Tekstil, hazır giyim, Deri ve deri ürünleri sektörleri Raporu*, T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi.

Scholl, A. (1999). *Balancing and Sequencing Assembly Lines*. Physica-Verlag, Heidelberg.

Scholl, A., Boysen, N. ve Fliedner, M. (2008). *The Sequence-Dependent Assembly Line Balancing Problem*, *OR Spectrum*, 30: 579–609

Scholl, A., Fliedner, M. ve Boysen, N. (2010). *ABSALOM: Balancing Assembly Lines With Assignment Restrictions*, *European Journal of Operational Research*, 200: 688–701

Tambe, Y.P. (2006). *Balancing Mixed-Model Assembly Line To Reduce Work Overload In A Multi-Level Production System*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Louisiana State University, USA.

Tekin, M.(1996). *Üretim Yönetimi*. (Cilt1).Konya: Arı Ofset Matbaacılık.

TİM , (2011-2012). Türkiye İhracatçılar Meclisi Kayıtları

Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Veri Tabanı

Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı, (2012). İhracat Genel Müdürlüğü Tekstil ve Konfeksiyon Ürünleri Dairesi Başkanlığı Sektörel Raporu.

Üreten, S. (1997). *Üretim/İşlemler Yönetimi, Stratejik Kararlar ve Karar Modelleri*, Ankara.

Vural, T., Ağaç, S. ve Altıntaş, N. (1996). *Hazır Giyim Endüstrisinde Kumaş Boyutları Standardizasyonunun Önemi ve Örnek Bir Çalışma*. 1996 Uluslararası Tekstil Konferansı ve Sergisinde sunuldu: 283-296, Bursa.

Vural, T. Ve Ağaç, S. (1996). *Üretimde yeni bir kavram: "Hıza dayalı rekabet"*, Konfeksiyon Teknik Dergisi, Yıl:3, Sayı:25:54-62.

Wild, R. (1971). *Mass Production Management*, John Willey and Sons, Bradford:45-50

Wild, R. (1979). *Production Operation Management*, Holt, Rinehart Winston, Great Britain

Yaşar, E. (1995). *Türk Tekstil ve Konfeksiyon Sektörü*, İstanbul: İTKİB yayını:224.

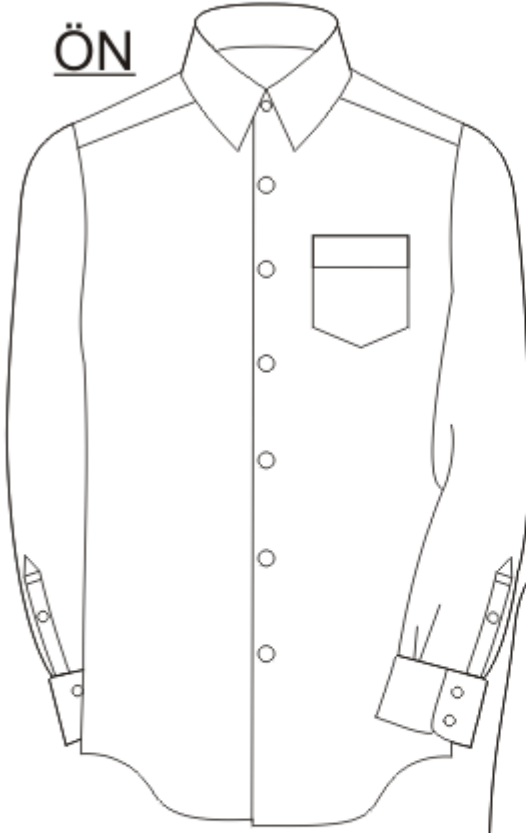
Yılmaz, M. M. (2006). *Bulanık Operasyon Zamanlı Geleneksel Montaj Hattı Dengeleme Problemi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

EKLER

Ek 1

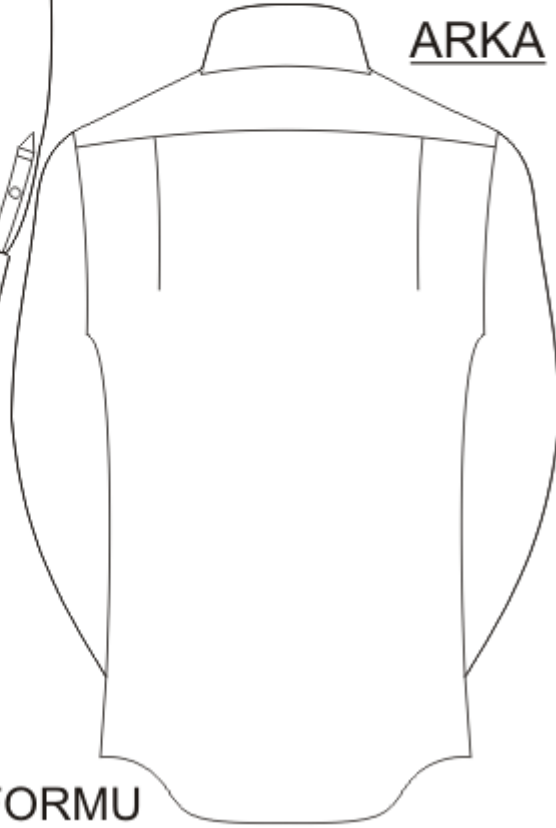
KLASİK MODEL ERKEK GÖMLEĞİ

Model No: P1

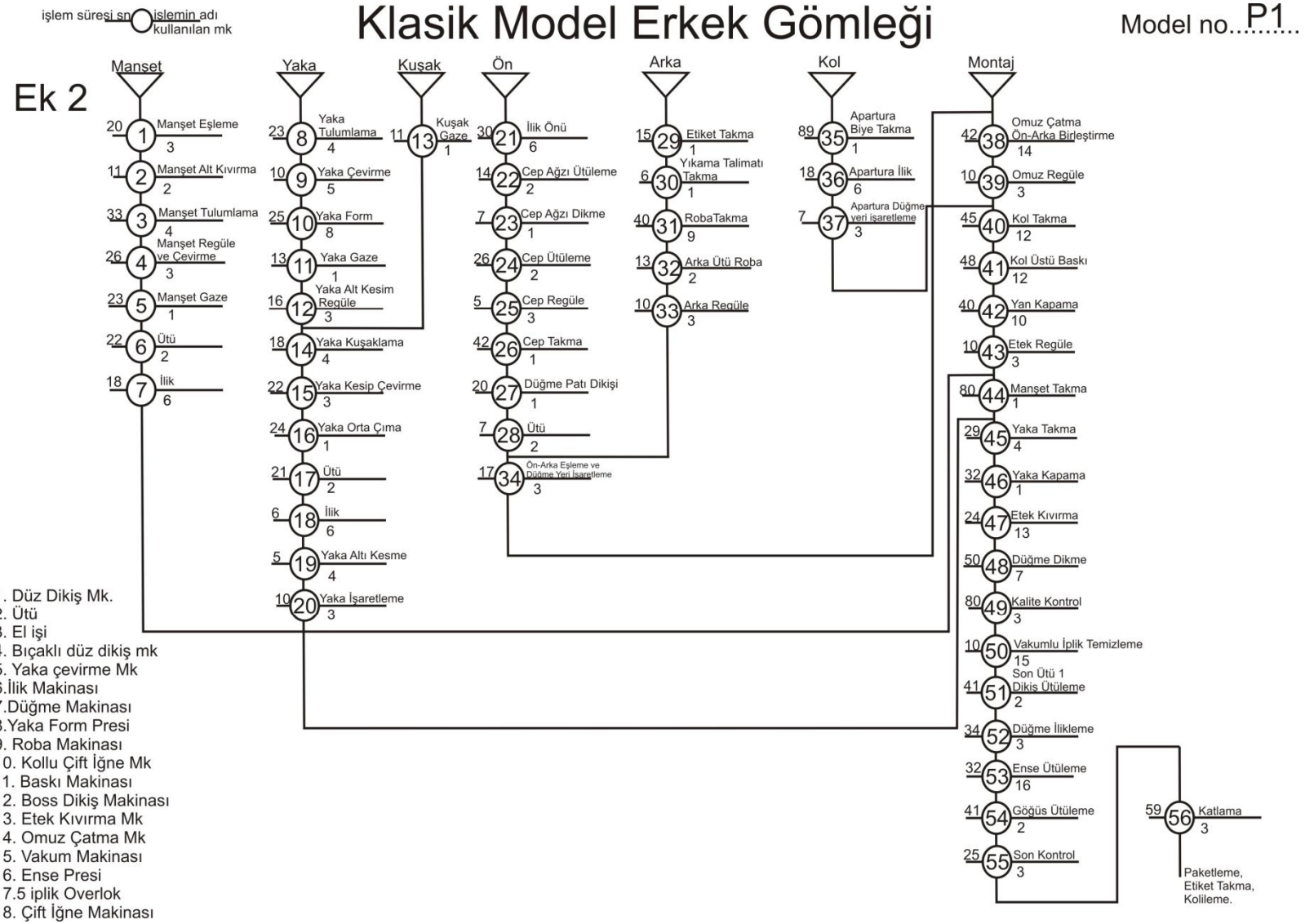
ÖN

Model Özellikleri

- Robalı
- Uzun Kollu
- Ayaklı Gömlek Yakalı
- Sol Önde Göğüs Cebi
- Manşetli
- Yırtmaçlı

ARKA

MODEL TANIMLAMA FORMU



Ek 3

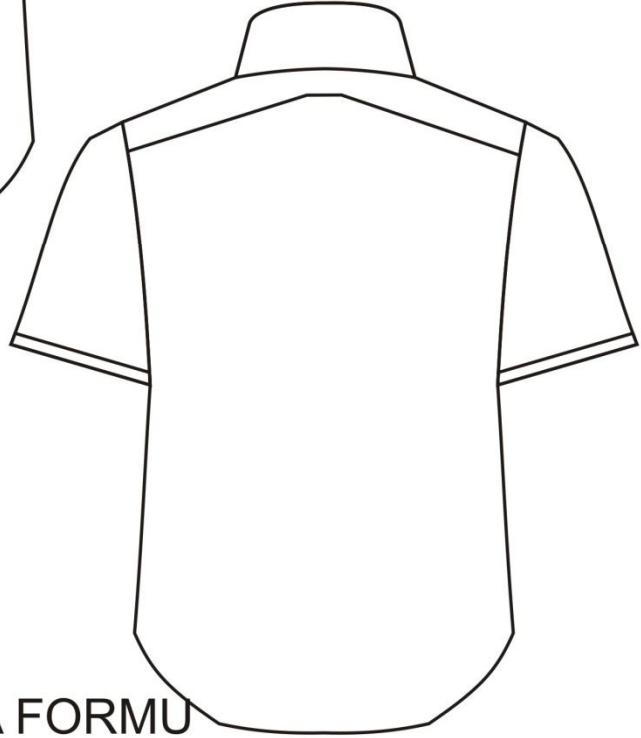
KISA KOLLU ERKEK GÖMLEĞİ

Model No: P2

Model Özellikleri

ÖN

- Robalı
- Ayaklı Gömlek Yakalı
- Sol Önde Göğüs Cebi

ARKA

MODEL TANIMLAMA FORMU

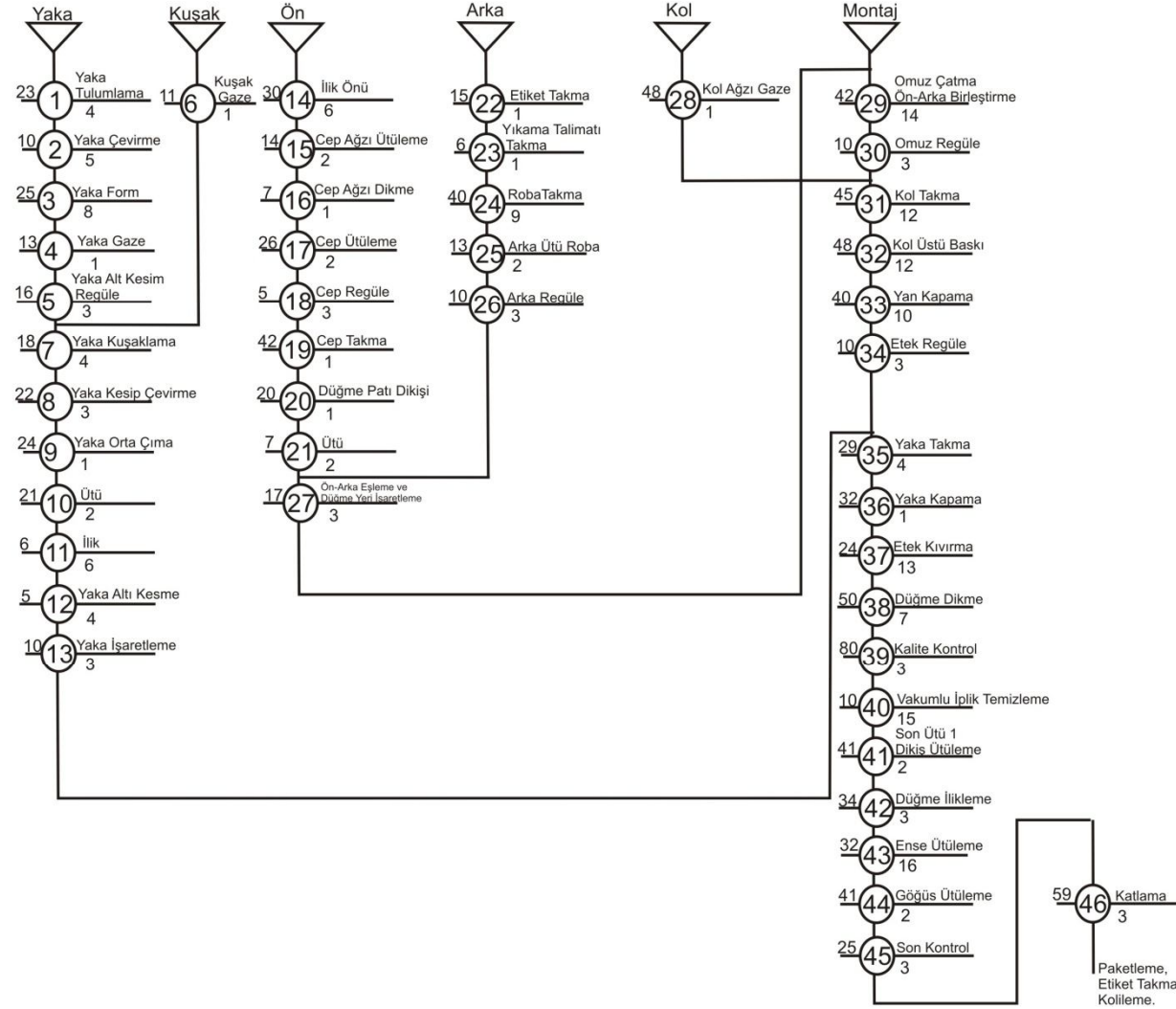
işlem süresi sn
işlemin adı
kullanılan mk

Kısa Kollu Erkek Gömleği

Model no...P2...

Ek 4

1. Düz Dikiş Makinası
2. Ütü
3. El işi
4. Bıçaklı düz dikiş mk
5. Yaka çevirme Mk
6. İlik Makinası
7. Düğme Makinası
8. Yaka Form Presi
9. Roba Makinası
10. Kollu Çift İğne Mk
11. Baskı Makinası
12. Boss Dikiş Makinası
13. Etek Kıvrırma Mk
14. Omuz Çatma Mk
15. Vakum Makinası
16. Ense Presi
- 17.5 iplik Overlok
18. Çift İğne Makinası



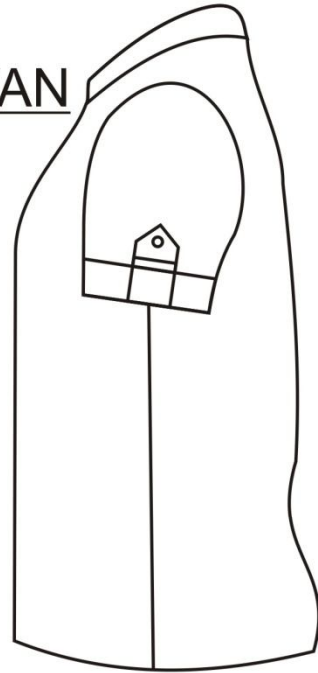
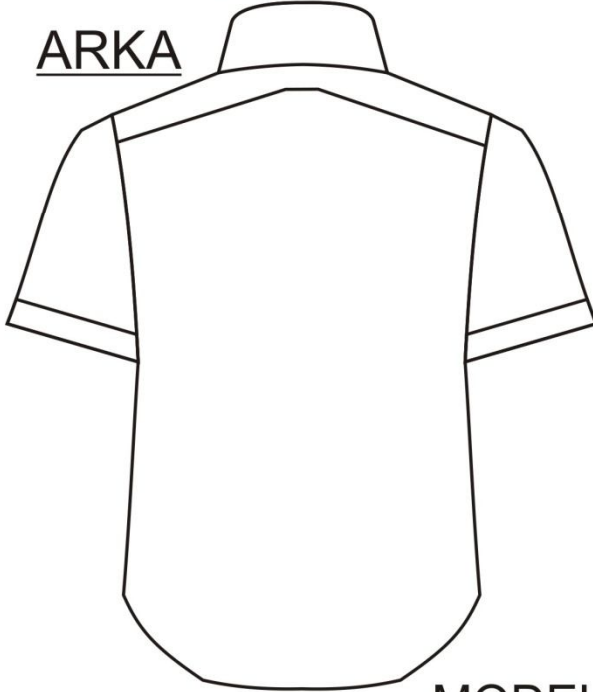
Ek 5

KISA KOLLU KOL VE OMUZ APOLETLİ ERKEK GÖMLEĞİ
Model No: P3ÖN**Model Özellikleri**

- Robalı
- Ayaklı Gömlek Yakalı
- Omuz Apoletli
- Kısa Kollu
- Kol Ucu Apoletli

YAN

Detay

ARKA**MODEL TANIMLAMA FORMU**

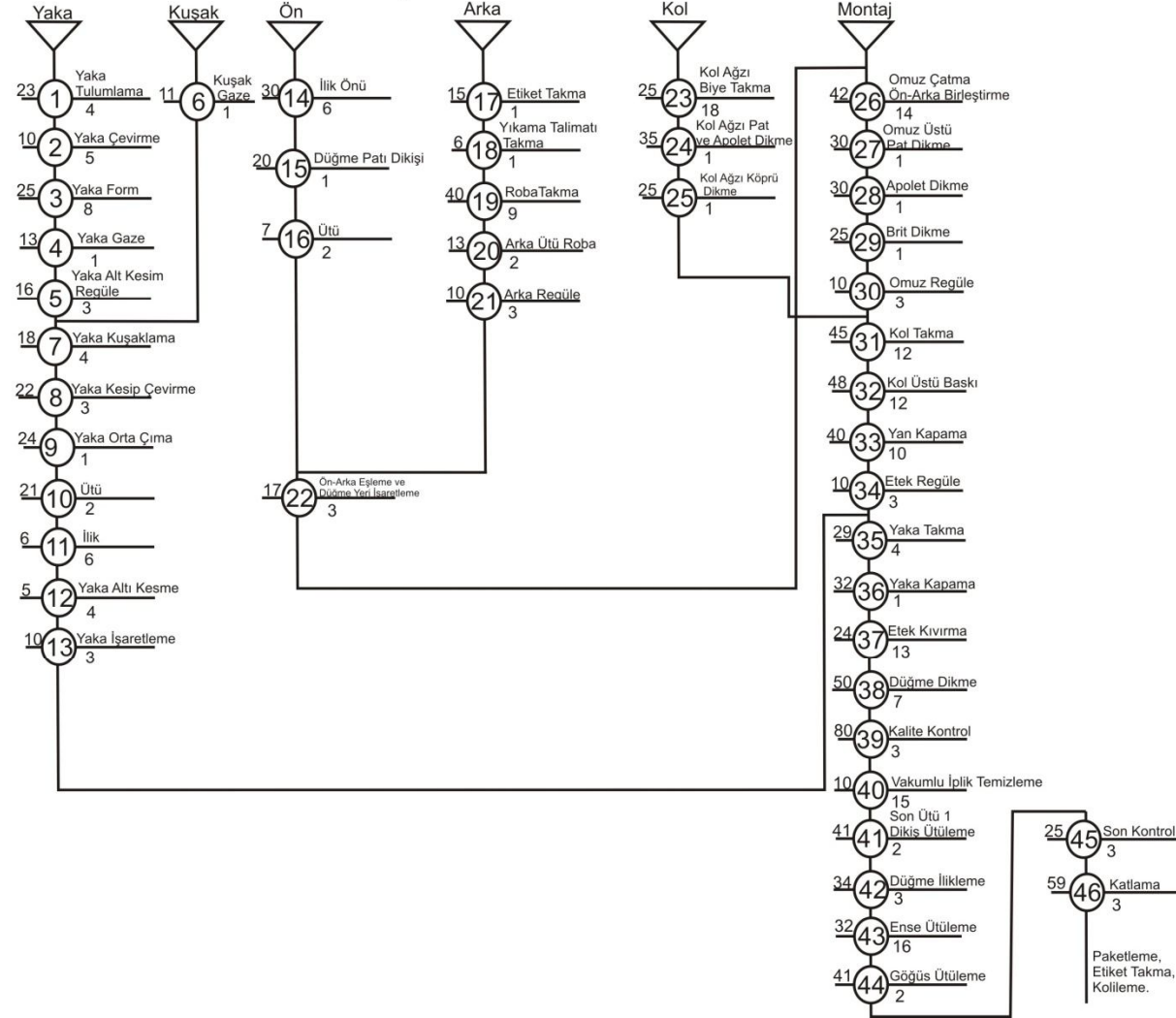
Kısa Kollu, Kol ve Omuz Apoletli Erkek Gömleği

Model no...P3...

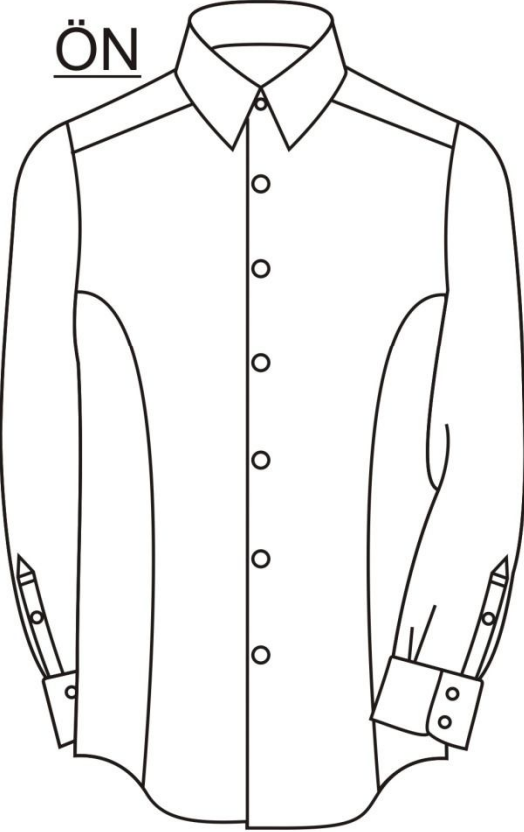
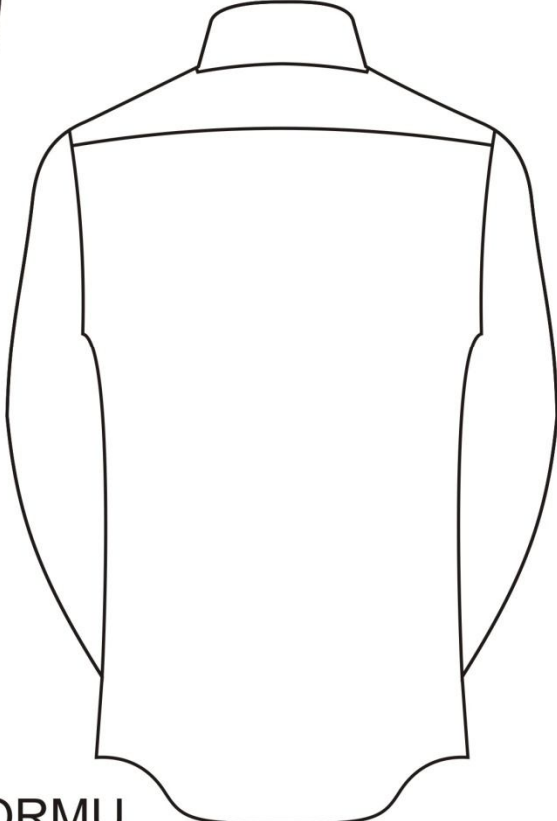
Ek 6

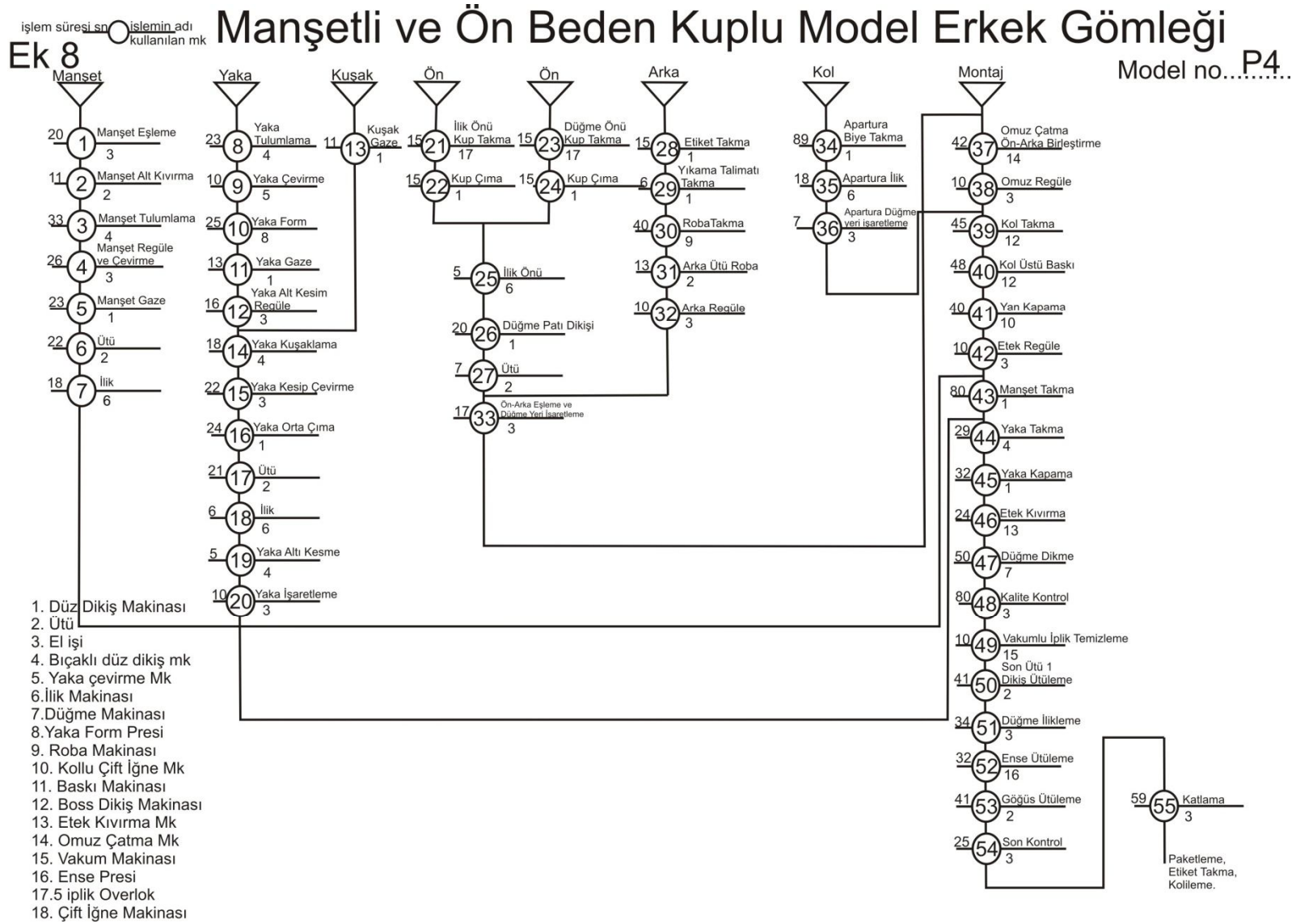
işlem süresi sn işlem adı kullanılan mk

1. Düz Dikiş Makinası
2. Ütü
3. El işi
4. Bıçaklı düz dikiş mk
5. Yaka çevirme Mk
6. İlik Makinası
7. Düğme Makinası
8. Yaka Form Presi
9. Roba Makinası
10. Kollu Çift İğne Mk
11. Baskı Makinası
12. Boss Dikiş Makinası
13. Etek Kivırma Mk
14. Omuz Çatma Mk
15. Vakum Makinası
16. Ense Presi
17. 5 iplik Overlok
18. Çift İğne Makinası



Ek 7

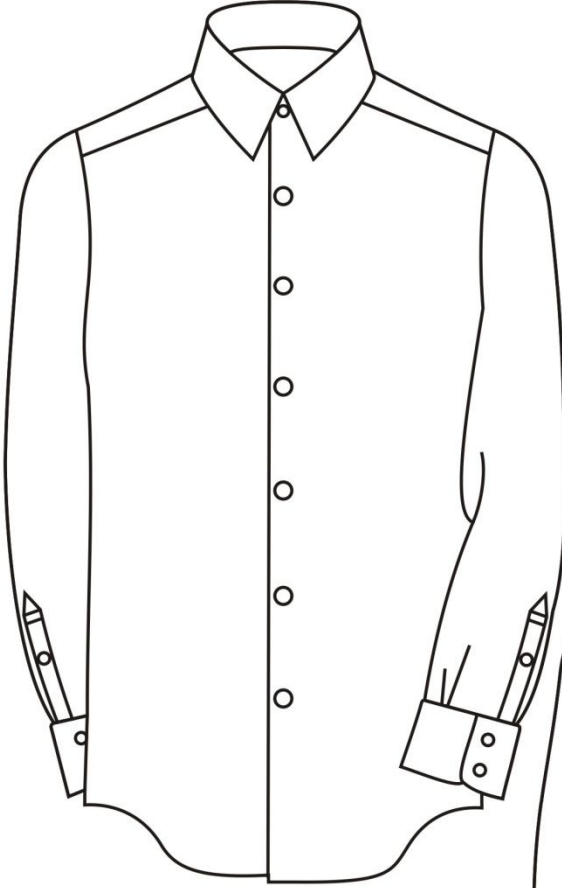
MANŞETLİ VE ÖN BEDEN KUPLU ERKEK GÖMLEĞİ	
Model No: P4	
<u>ÖN</u> 	Model Özellikleri ● Robalı ● Ayaklı Gömlek Yakalı ● Uzun Kollu ● Ön Beden Kuplu ● Kol Ucu Yırtmaçlı ● Manşetli
<u>ARKA</u> 	
MODEL TANIMLAMA FORMU	



Ek 9

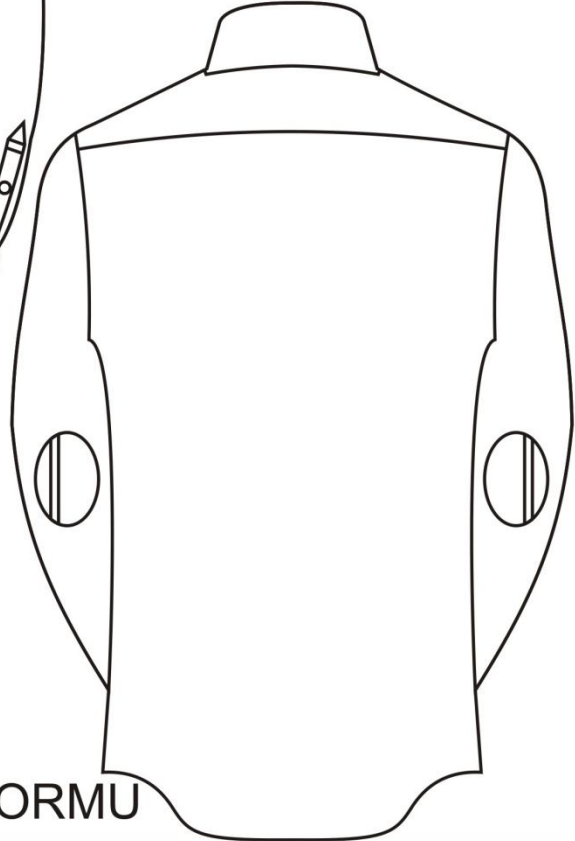
DİRSEK YAMALI MODEL ERKEK GÖMLEĞİ

Model No: P5

ÖN

Model Özellikleri

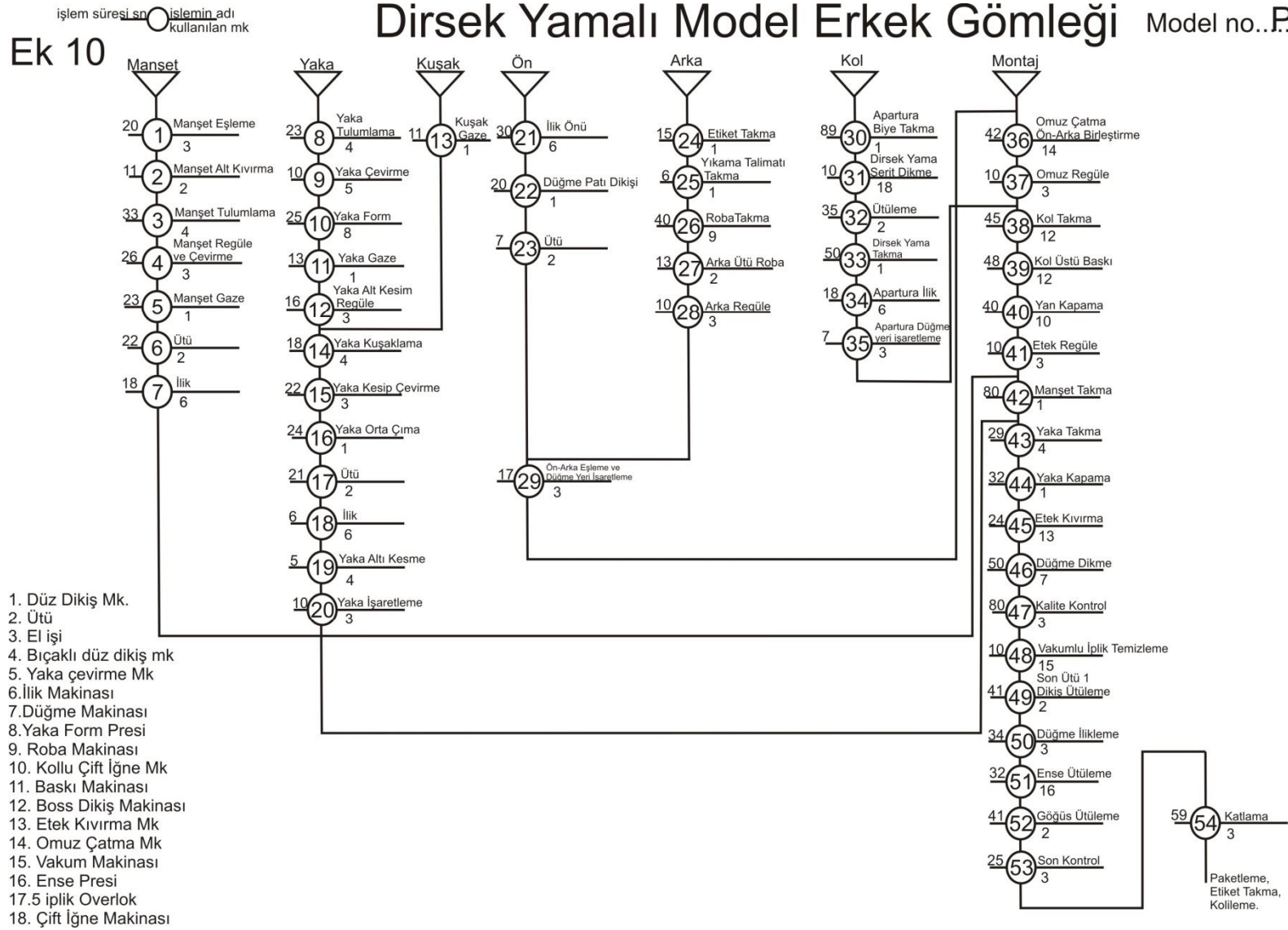
- Robalı
- Ayaklı Gömlek Yakalı
- Uzun Kollu
- Dirsek Yamalı
- Kol Ucu Yırtmaçlı
- Manşetli

ARKA

MODEL TANIMLAMA FORMU

Ek 10

Dirsek Yamalı Model Erkek Gömleği Model no..P.5..



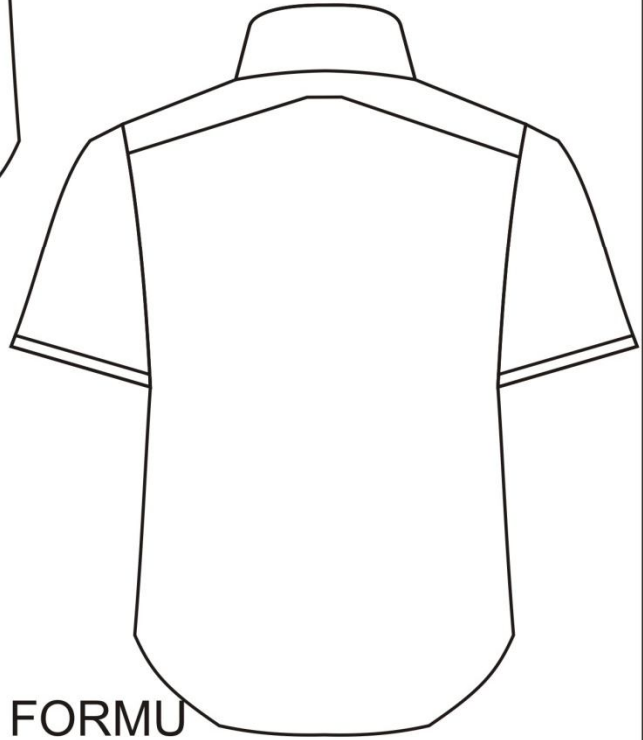
Ek 11

KISA KOLLU SLİM ERKEK GÖMLEĞİ

Model No: P6

Model Özellikleri

- Arka Robalı
- Ayaklı Gömlek Yakalı

ÖNARKA

MODEL TANIMLAMA FORMU

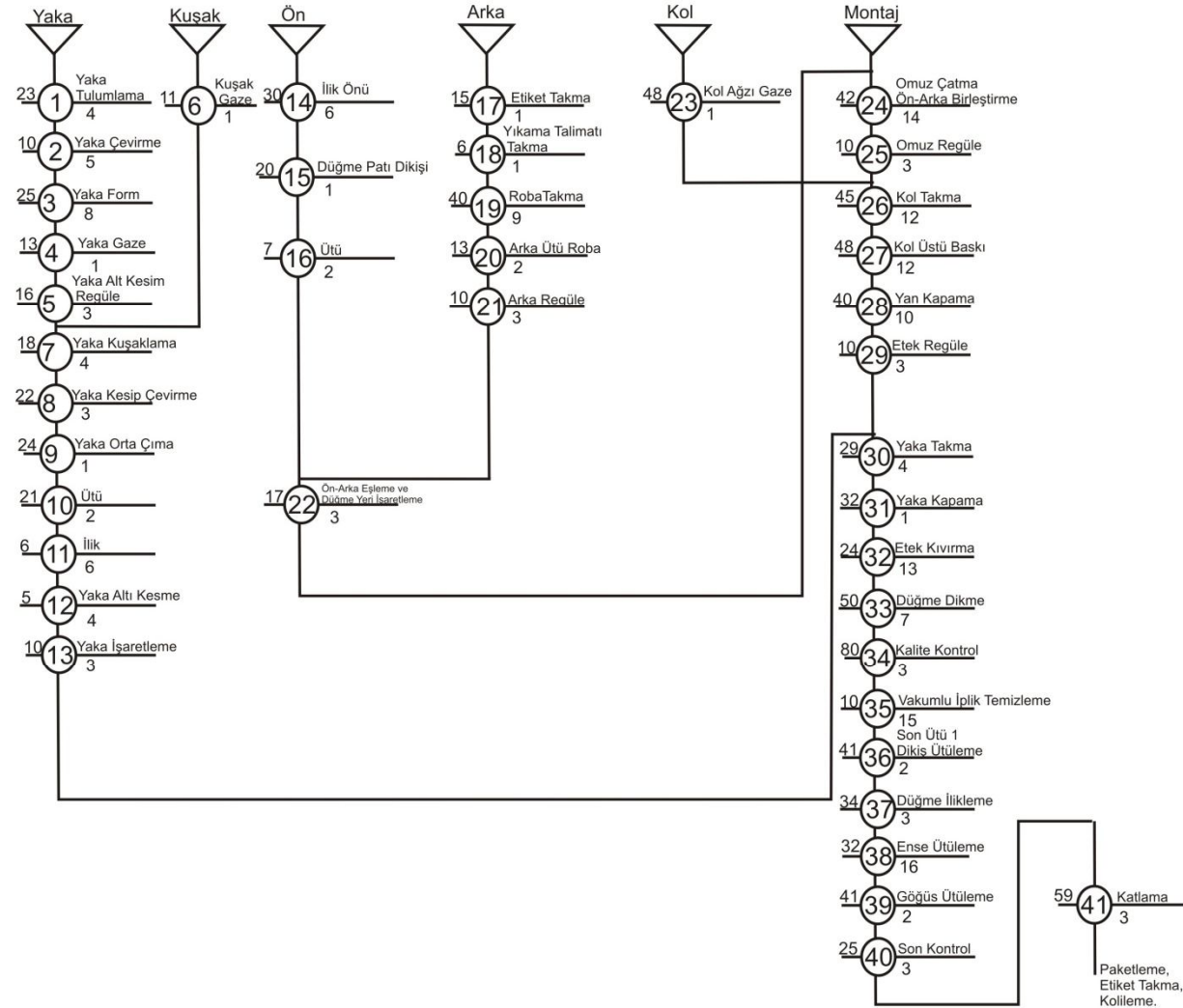
işlem süresi sn işlemin adı
kullanılan mk

Ek 12

Kısa Kollu Slim Erkek Gömleği

Model no..P6..

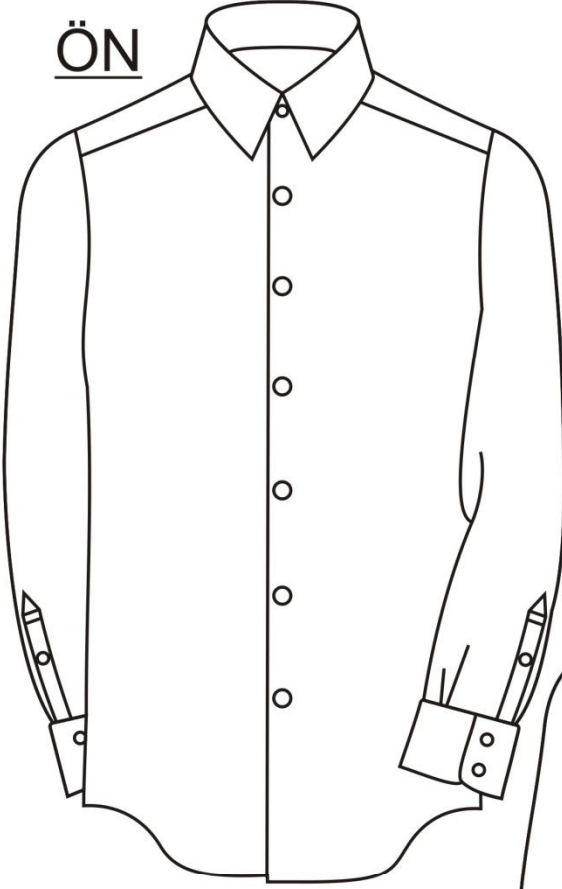
1. Düz Dikiş Makinası
2. Ütü
3. El işi
4. Bıçaklı düz dikiş mk
5. Yaka çevirme Mk
6. İlik Makinası
7. Düğme Makinası
8. Yaka Form Presi
9. Roba Makinası
10. Kollu Çift İğne Mk
11. Baskı Makinası
12. Boss Dikiş Makinası
13. Etek Kıvrırma Mk
14. Omuz Çatırma Mk
15. Vakum Makinası
16. Ense Presi
- 17.5 iplik Overlok
18. Çift İğne Makinası



Ek 13

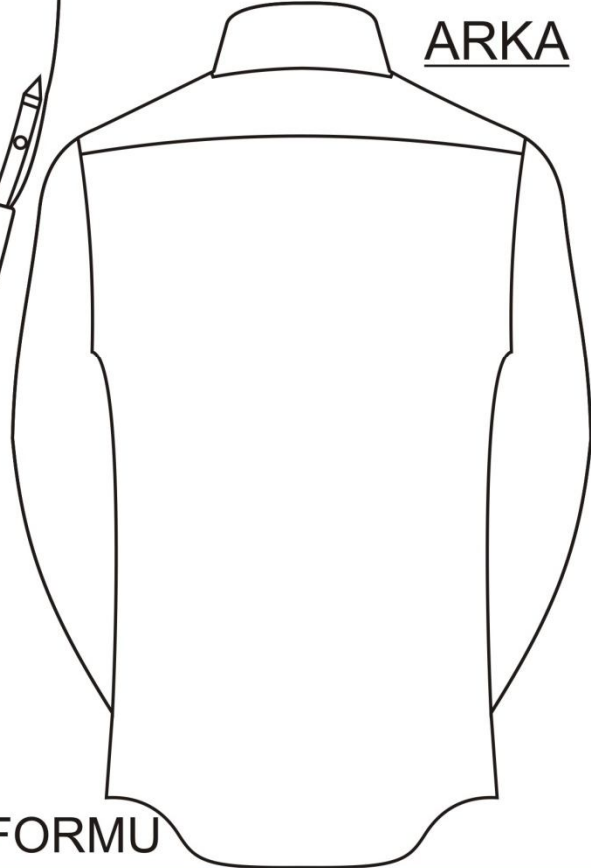
UZUN KOLLU SLİM MODEL ERKEK GÖMLEĞİ

Model No: P7

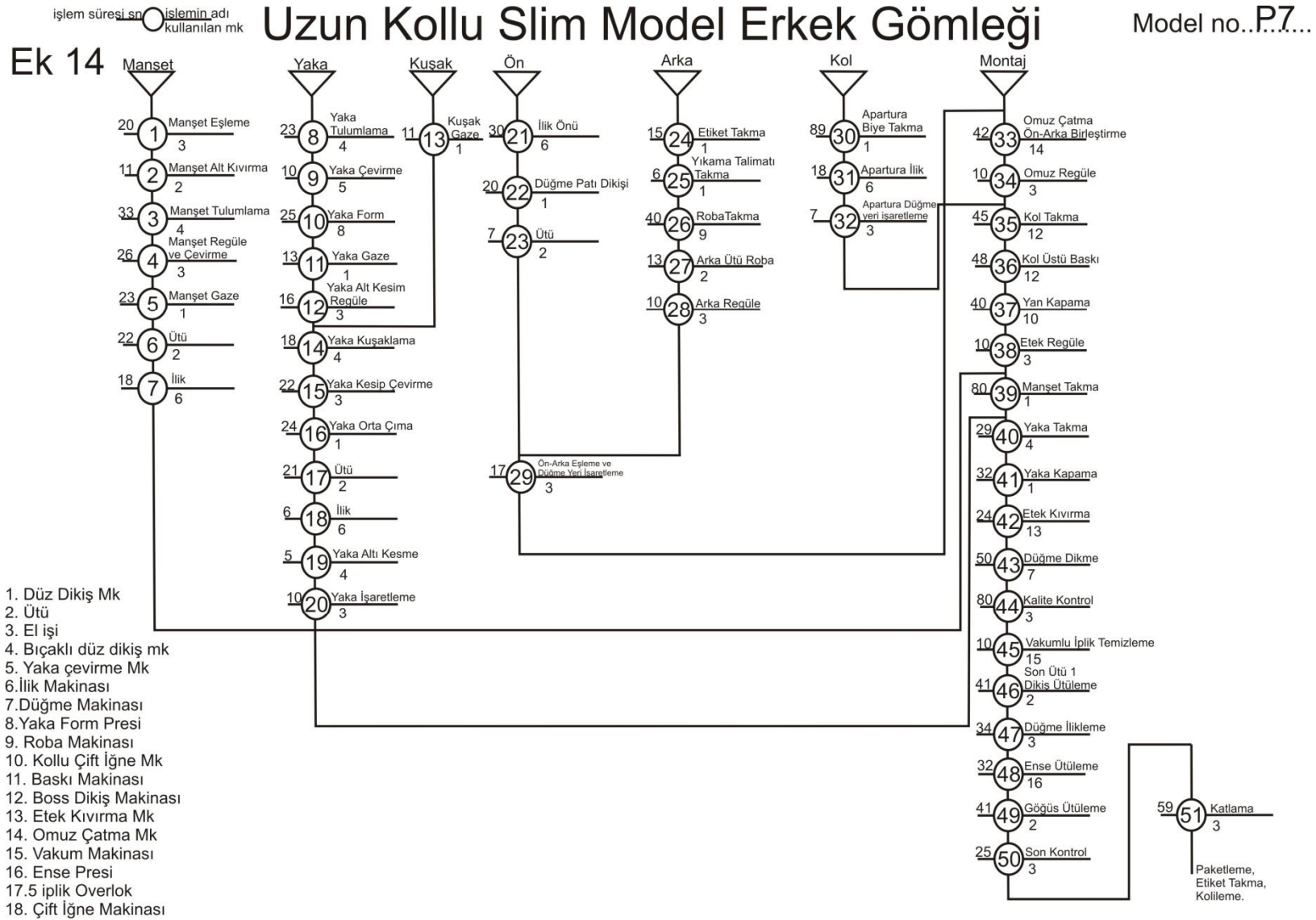
ÖN

Model Özellikleri

- Robalı
- Uzun Kollu
- Ayaklı Gömlek Yakalı
- Manşetli
- Yırtmaçlı

ARKA

MODEL TANIMLAMA FORMU



EK 15: KLASİK MODEL KISA KOLLU GÖMLEK (P2) 620 AD ÜRETİM İÇİN DENGELEME SONUCU 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	1	p2g6_028	Kol Ağzı Gaze	Kilit Dikiş Makinası	29760	4440	12,98
2	2	1	p2g4_014	İlik Önü	İlik Makinası	18600	15600	45,61
3	3	1	p2g5_022	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	9300	24900	61,92
4			p2g5_023	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3720	21180	61,92
5	4	1	p2g5_024	Roba Takma	Roba Makinası	24800	9400	27,48
6	5	1	p2g5_025	Arka Ütü Roba	Ütü	8060	26140	76,43
7	6	1	p2g5_026	Arka Regüle	El İş	6200	28000	81,87
8	7	1	p2g3_006	Kuşak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6820	27380	80,05
9	8	1	p2g4_015	Cep Ağzı Ütüleme	Ütü	8680	25520	74,61
10	9	1	p2g4_016	Cep Ağzı Dikme	Kilit Dikiş Makinası	4340	29860	87,3
11	10	1	p2g4_017	Cep Ütüleme	Ütü	16120	18080	52,86
12	11	1	p2g4_018	Cep Regüle	El İş	3100	31100	90,93
13	12	1	p2g4_019	Cep Takma	Kilit Dikiş Makinası	26040	8160	23,85
14	13	1	p2g4_020	Düğme Patı Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	12400	21800	63,74

EK 15: KLASİK MODEL KISA KOLLU GÖMLEK (P2) 620 AD ÜRETİM İÇİN Dengeleme Sonucu 1000 İterasyon

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
15	14	1	p2g2_001	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	14260	19940	58,3
16	15	1	p2g2_002	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	6200	28000	81,87
17	16	1	p2g2_003	Yaka Form	Yaka Form Presi	15500	18700	54,67
18	17	1	p2g2_004	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	8060	26140	76,43
19	18	1	p2g2_005	Yaka Alt Kesim Regüle	El İşi	9920	24280	70,99
20	19	1	p2g2_007	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	11160	23040	67,36
21	20	1	p2g2_008	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	13640	20560	60,11
22	21	1	p2g2_009	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	14880	19320	56,49
23	22	1	p2g2_010, p2g4_021	Ütü	Ütü	17360	16840	49,23
24	23	1	p2g4_027	Ön-Arka Eşleme ve Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	10540	23660	69,18
25	24	1	p2g7_029	Omuz Çatma Ön Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	26040	8160	23,85
26	25	1	p2g7_030	Omuz Regüle	El İşi	6200	28000	81,87
27	26	1	p2g7_031	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	27900	6300	18,42
28	27	1	p2g7_032	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	29760	4440	12,98

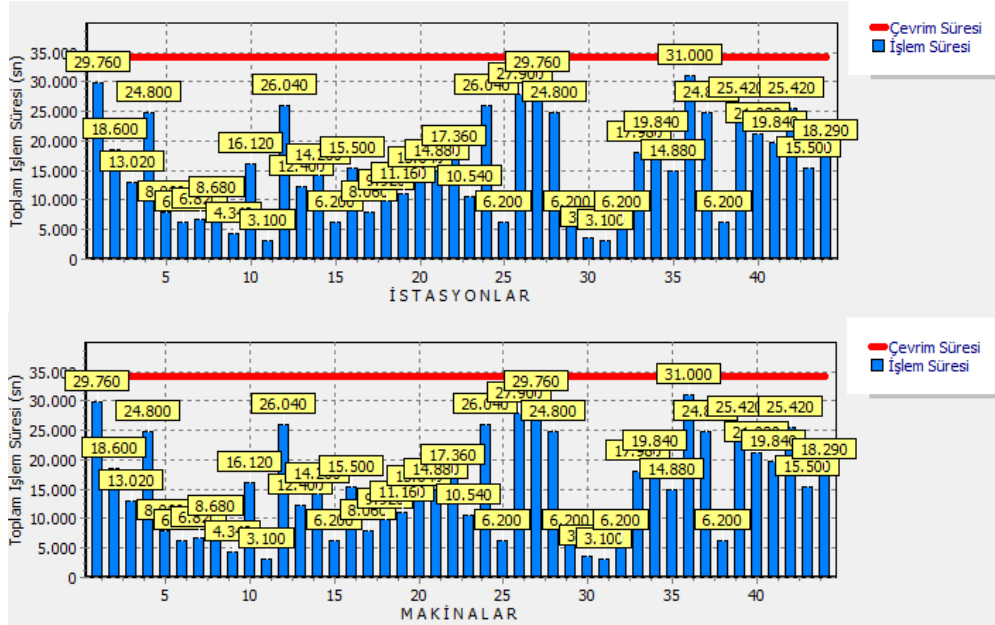
EK 15: KLASİK MODEL KISA KOLLU GÖMLEK (P2) 620 AD ÜRETİM İÇİN DENGELEME SONUCU 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
29	28	1	p2g7_033	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	24800	9400	27,48
30	29	1	p2g7_034	Etek Regüle	El İşi	6200	28000	81,87
31	30	1	p2g2_011	İlik	İlik Makinası	3720	30480	89,12
32	31	1	p2g2_012	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	3100	31100	90,93
33	32	1	p2g2_013	Yaka İşaretleme	El İşi	6200	28000	81,87
34	33	1	p2g7_035	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	17980	16220	47,42
35	34	1	p2g7_036	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	19840	14360	41,98
36	35	1	p2g7_037	Etek Kıvrırma	Etek Kıvrırma Makinası	14880	19320	56,49
37	36	1	p2g7_038	Düğme Dikme	Düğme Makinası	31000	3200	9,35
38	37	2	p2g7_039	Kalite Kontrol	El İşi	49600	18800	27,48
39	38	1	p2g7_040	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	6200	28000	81,87
40	39	1	p2g7_041	Son Ütü 1 Dikiş Ütüleme	Ütü	25420	8780	25,67
41	40	1	p2g7_042	Düğme İlikleme	El İşi	21080	13120	38,36
42	41	1	p2g7_043	Ense Ütüleme	Ense Presi	19840	14360	41,98

EK 15: KLASİK MODEL KISA KOLLU GÖMLEK (P2) 620 AD ÜRETİM İÇİN DENGELEME SONUCU 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
43	42	1	p2g7_044	Göğüs Ütüleme	Ütü	25420	8780	25,67
44	43	1	p2g7_045	Son Kontrol	El İşi	15500	18700	54,67
45	44	2	p2g7_046	Katlama	El İşi	36580	31820	46,52
	44	46					Denge Kaybı :	0,52

**EK 16: KLASİK MODEL KISA KOLLU GÖMLEK (P2) 620 AD ÜRETİM İÇİN
1000 İTERASYON, Dengeleme Sonucu ve Makina Yeterlilik
TABLOSU**



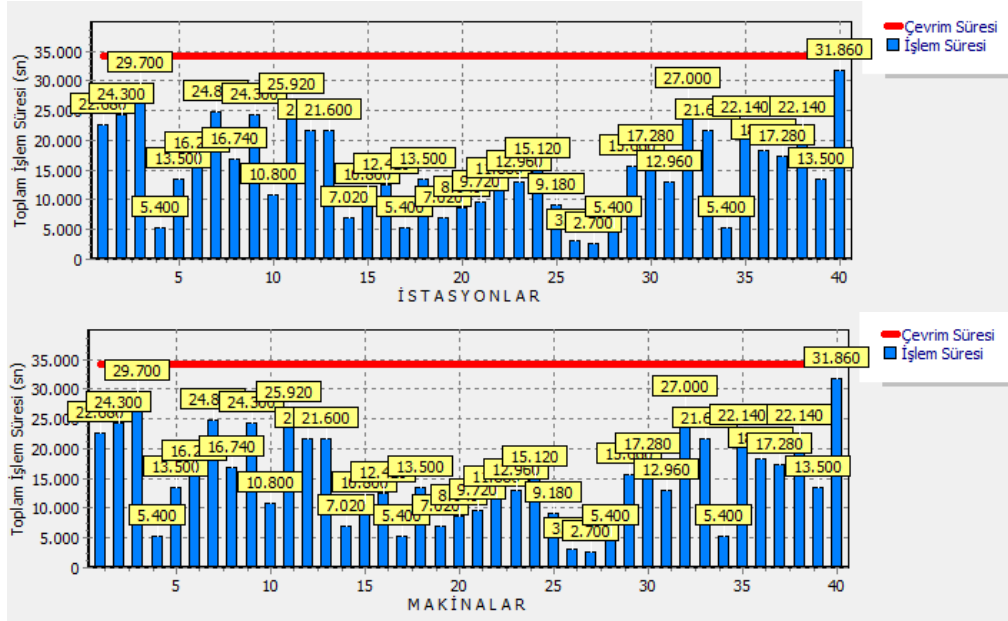
ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmedeki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	9	20	11
2	Ütü	6	13	7
3	El İşi	14	5	-9
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	4	5	1
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	2	3	1
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	0	2	2

EK 17: KISA KOLLU SLİM MODEL, KOL VE OMUZ APOLETLİ GÖMLEK (P3) 540 AD ÜRETİM İÇİN DENGELEME SONUCU, 1000 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	1	p3g7_026	Omuz Çatma Ön Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	22680	11520	33,68
2	2	1	p3g5_017	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	8100	26100	28,94
3			p3g7_027	Omuz Üstü Pat Dikme	Kilit Dikiş Makinası	16200	9900	28,94
4	3	1	p3g7_028	Apolet Dikme	Kilit Dikiş Makinası	16200	18000	13,15
5			p3g7_029	Brit Dikme	Kilit Dikiş Makinası	13500	4500	13,15
6	4	1	p3g7_030	Omuz Regüle	El İşi	5400	28800	84,21
7	5	1	p3g6_023	Kol Ağzı Biye Takma	Çift İğne Makinası	13500	20700	60,52
8	6	1	p3g4_014	İlik Önü	İlik Makinası	16200	18000	52,63
9	7	1	p3g3_006	Kuşak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	5940	28260	27,36
10			p3g6_024	Kol Ağzı Pat ve Apolet Dikme	Kilit Dikiş Makinası	18900	9360	27,36
11	8	1	p3g6_025	Kol Ağzı Köprü Dikme	Kilit Dikiş Makinası	13500	20700	51,05
12			p3g5_018	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3240	17460	51,05
13	9	1	p3g7_031	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	24300	9900	28,94
14	10	1	p3g4_015	Düğme Patı Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	10800	23400	68,42
15	11	1	p3g7_032	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	25920	8280	24,21
16	12	1	p3g7_033	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	21600	12600	36,84

EK 17: KISA KOLLU SLİM MODEL, KOL VE OMUZ APOLETLİ GÖMLEK (P3) 540 AD ÜRETİM İÇİN DENGELEME SONUCU, 1000 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
17	13	1	p3g5_019	Roba Takma	Roba Makinası	21600	12600	36,84
18	14	1	p3g5_020	Arka Ütü roba	Ütü	7020	27180	79,47
19	15	1	p3g5_021	Arka Regüle	El İşi	5400	28800	68,42
20			p3g7_034	Etek Regüle	El İşi	5400	23400	68,42
21	16	1	p3g2_001	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	12420	21780	63,68
22	17	1	p3g2_002	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	5400	28800	84,21
23	18	1	p3g2_003	Yaka Form	Yaka Form Presi	13500	20700	60,52
24	19	1	p3g2_004	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	7020	27180	79,47
25	20	1	p3g2_005	Yaka Alt kesim Regüle	El İşi	8640	25560	74,73
26	21	1	p3g2_007	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	9720	24480	71,57
27	22	1	p3g2_008	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	11880	22320	65,26
28	23	1	p3g2_009	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	12960	21240	62,1
29	24	1	p3g2_010, p3g4_016	Ütü	Ütü	15120	19080	55,78
30	25	1	p3g4_022	Ön-Arka Eşleme ve Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	9180	25020	73,15
31	26	1	p3g2_011	İlik	İlik Makinası	3240	30960	90,52
32	27	1	p3g2_012	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	2700	31500	92,1

EK 17: KISA KOLLU SLİM MODEL, KOL VE OMUZ APOLETLİ GÖMLEK (P3) 540 AD ÜRETİM İÇİN Dengeleme SONUCU, 1000 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
33	28	1	p3g2_013	Yaka İşaretleme	El İşi	5400	28800	84,21
34	29	1	p3g7_035	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	15660	18540	54,21
35	30	1	p3g7_036	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	17280	16920	49,47
36	31	1	p3g7_037	Etek Kıvrırma	Etek Kıvrırma Makinası	12960	21240	62,1
37	32	1	p3g7_038	Düğme Dikme	Düğme Makinası	27000	7200	21,05
38	33	2	p3g7_039	Kalite Kontrol	El İşi	43200	25200	36,84
39	34	1	p3g7_040	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	5400	28800	84,21
40	35	1	p3g7_041	Son Ütü 1 Dikiş Ütüleme	Ütü	22140	12060	35,26
41	36	1	p3g7_042	Düğme İlikleme	El İşi	18360	15840	46,31
42	37	1	p3g7_043	Ense Ütüleme	Ense Presi	17280	16920	49,47
43	38	1	p3g7_044	Göğüs Ütüleme	Ütü	22140	12060	35,26
44	39	1	p3g7_045	Son Kontrol	El İşi	13500	20700	60,52
45	40	1	p3g7_046	Katlama	El İşi	31860	2340	6,84
	40	41						
							Denge Kaybı : 0,53	

EK 18: KISA KOLLU SLİM MODEL, KOL VE OMUZ APOLETLİ GÖMLEK (P3)
540 AD ÜRETİM İÇİN DENGELEME SONUCU VE MAKİNA YETERLİLİK
TABLOSU, 1000 İTERASYON



ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmedeki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	8	20	12
2	Ütü	4	13	9
3	El İşi	11	5	-6
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	4	5	1
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	2	3	1
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	1	2	1

EK 19: KISA KOLLU SLİM MODEL KOL VE OMUZ APOLETLİ GÖMLEK (P3) 200 AD VE KLASİK MODEL UZUN KOLLU GÖMLEK (P1) 400 AD KARMASI DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	1	p3g5_017, p1g5_029	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	9000	25200	73,68
2	2	1	p3g2_001, p1g2_008	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	13800	20400	59,64
3	3	2	p1g6_035	Apartura Biye Takma	Kilit Dikiş Makinası	35600	32800	47,95
4	4	1	p3g4_014, p1g4_021	İlik Önü	İlik Makinası	18000	16200	47,36
5	5	1	p3g2_002, p1g2_009	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	6000	28200	82,45
6	6	1	p1g4_022	Cep Ağzı Ütüleme	Ütü	5600	28600	83,62
7	7	1	p1g6_036	Apartura İlik	İlik Makinası	7200	27000	78,94
8	8	1	p3g6_023	Kol Ağzı Biye Takma	Çift İğne Makinası	5000	29200	85,38
9	9	1	p3g6_024	Kol Ağzı Pat ve Apolet Dikme	Kilit Dikiş Makinası	7000	27200	69
10			p3g5_018, p1g5_030	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3600	23600	69
11	10	1	p3g2_003, p1g2_010	Yaka Form	Yaka Form Presi	15000	19200	56,14
12	11	1	p3g5_019, p1g5_031	Roba Takma	Roba Makinası	24000	10200	29,82
13	12	1	p3g6_025	Kol Ağzı Köprü Dikme	Kilit Dikiş Makinası	5000	29200	85,38
14	13	1	p3g5_020, p1g5_032	Arka Ütü Roba	Ütü	7800	26400	77,19
15	14	1	p3g3_006, p1g3_013	Kuşak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6600	27600	80,7
16	15	1	p1g6_037	Apartura Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	2800	31400	74,26

EK 19: KISA KOLLU SLİM MODEL KOL VE OMUZ APOLETLİ GÖMLEK (P3) 200 AD VE KLASİK MODEL UZUN KOLLU GÖMLEK (P1) 400 AD KARMASI DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
17			p3g5_021, p1g5_033	Arka Regüle	El İşi	6000	25400	74,26
18	16	1	p1g4_023	Cep Ağzı Dikme	Kilit Dikiş Makinası	2800	31400	91,81
19	17	1	p1g4_024	Cep Ütüleme	Ütü	10400	23800	69,59
20	18	1	p1g4_025	Cep Regüle	El İşi	2000	32200	94,15
21	19	1	p1g4_026	Cep Takma	Kilit Dikiş Makinası	16800	17400	15,78
22			p3g4_015, p1g4_027	Düğme Patı Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	12000	5400	15,78
23	20	1	p3g2_004, p1g2_011	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	7800	26400	77,19
24	21	1	p3g2_005, p1g2_012	Yaka Alt Kesim Regüle	El İşi	9600	24600	71,92
25	22	1	p3g2_007, p1g2_014	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	10800	23400	68,42
26	23	1	p3g2_008, p1g2_015	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	13200	21000	61,4
27	24	1	p3g2_009, p1g2_016	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	14400	19800	57,89
28	25	1	p1g1_001	Manşet Eşleme	El İşi	8000	26200	76,6
29	26	1	p1g1_002	Manşet Alt Kıvrıma	Ütü	4400	29800	87,13
30	27	1	p1g1_003	Manşet Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	13200	21000	61,4
31	28	1	p1g1_004	Manşet Regüle ve Çevirme	El İşi	10400	23800	69,59
32	29	1	p1g1_005	Manşet Gaze	Kilit Dikiş Makinası	9200	25000	73,09

EK 19: KISA KOLLU SLİM MODEL KOL VE OMUZ APOLETLİ GÖMLEK (P3) 200 AD VE KLASİK MODEL UZUN KOLLU GÖMLEK (P1) 400 AD KARMASI DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

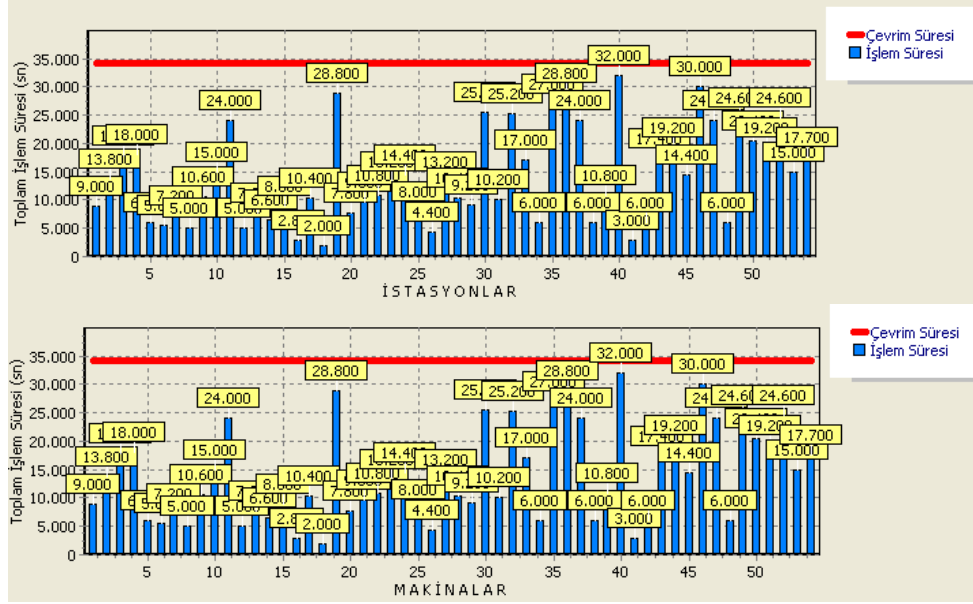
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
33	30	1	p3g2_010, p3g4_016, p1g1_006, p1g2_017, p1g4_028	Ütü	Ütü	25600	8600	25,14
34	31	1	p3g4_022, p1g4_034	Ön-Arka Eşleme ve Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	10200	24000	70,17
35	32	1	p3g7_026, p1g7_038	Omuz Çatma Ön Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	25200	9000	26,31
36	33	1	p3g7_027	Omuz Üstü Pat Dikme	Kilit Dikiş Makinası	6000	28200	50,29
37			p3g7_028	Apolet Dikme	Kilit Dikiş Makinası	6000	22200	50,29
38			p3g7_029	Brit Dikme	Kilit Dikiş Makinası	5000	17200	50,29
39	34	1	p3g7_030, p1g7_039	Omuz Regüle	El İşi	6000	28200	82,45
40	35	1	p3g7_031, p1g7_040	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	27000	7200	21,05
41	36	1	p3g7_032, p1g7_041	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	28800	5400	15,78
42	37	1	p3g7_033, p1g7_042	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	24000	10200	29,82
43	38	1	p3g7_034, p1g7_043	Etek Regüle	El İşi	6000	28200	82,45
44	39	1	p3g2_011, p1g1_007, p1g2_018	İlik	İlik Makinası	10800	23400	68,42
45	40	1	p1g7_044	Manşet Takma	Kilit Dikiş Makinası	32000	2200	6,43
46	41	1	p3g2_012, p1g2_019	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	3000	31200	91,22
47	42	1	p3g2_013, p1g2_020	Yaka İşaretleme	El İşi	6000	28200	82,45

EK 19: KISA KOLLU SLİM MODEL KOL VE OMUZ APOLETLİ GÖMLEK (P3) 200 AD VE KLASİK MODEL UZUN KOLLU GÖMLEK (P1) 400 AD KARMASI DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
48	43	1	p3g7_035, p1g7_045	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	17400	16800	49,12
49	44	1	p3g7_036, p1g7_046	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	19200	15000	43,85
50	45	1	p3g7_037, p1g7_047	Etek Kıvrma	Etek Kıvrma Makinası	14400	19800	57,89
51	46	1	p3g7_038, p1g7_048	Düğme Dikme	Düğme Makinası	30000	4200	12,28
52	47	2	p3g7_039, p1g7_049	Kalite Kontrol	El İş	48000	20400	29,82
53	48	1	p3g7_040, p1g7_050	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	6000	28200	82,45
54	49	1	p1g7_051	Dikiş Ütüleme	Ütü	16400	17800	28,07
55			p3g7_041	Son Ütü 1 Dikiş Ütüleme	Ütü	8200	9600	28,07
56	50	1	p3g7_042, p1g7_052	Düğme İlikleme	El İş	20400	13800	40,35
57	51	1	p3g7_043, p1g7_053	Ense Ütüleme	Ense Presi	19200	15000	43,85
58	52	1	p3g7_044, p1g7_054	Göğüs Ütüleme	Ütü	24600	9600	28,07
59	53	1	p3g7_045, p1g7_055	Son Kontrol	El İş	15000	19200	56,14
60	54	2	p3g7_046, p1g7_056	Katlama	El İş	35400	33000	48,24
	54	57						

Denge Kaybı : 0,56

**EK 20: KISA KOLLU SLİM MODEL KOL VE OMUZ APOLETLİ GÖMLEK (P3)
200 AD VE KLASİK MODEL UZUN KOLLU GÖMLEK (P1) 400 AD KARMASI
DENGELEME SONUÇLARI VE MAKİNA YETERLİLİK TABLOSU, 1000
İTERASYON**



ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmedeki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	14	20	6
2	Ütü	7	13	6
3	El İşi	16	5	-11
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	5	5	0
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	3	3	0
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	1	2	1

EK 21 : KISA KOLLU SLİM MODEL GÖMLEK (P6) 625 AD, DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	1	p6g4_014	İlik Önü	İlik Makinası	18750	15450	45,17
2	2	1	p6g6_023	Kol Ağzı Gaze	Kilit Dikiş Makinası	30000	4200	12,28
3	3	1	p6g5_017	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	9375	24825	4,97
4			p6g3_006	Kuşak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6875	17950	4,97
5			p6g4_015	Düğme Patı Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	12500	5450	4,97
6			p6g5_018	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3750	1700	4,97
7	4	1	p6g5_019	Roba Takma	Roba Makinası	25000	9200	26,9
8	5	1	p6g5_020	Arka Ütü Roba	Ütü	8125	26075	76,24
9	6	1	p6g5_021	Arka Regüle	El İşi	6250	27950	81,72
10	7	1	p6g2_001	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	14375	19825	57,96
11	8	1	p6g2_002	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	6250	27950	81,72
12	9	1	p6g2_003	Yaka Form	Yaka Form Presi	15625	18575	54,31
13	10	1	p6g2_004	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	8125	26075	76,24
14	11	1	p6g2_005	Yaka Kesme Regüle	El İşi	10000	24200	70,76
15	12	1	p6g2_007	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	11250	22950	67,1
16	13	1	p6g2_008	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	13750	20450	59,79

EK 21 : KISA KOLLU SLİM MODEL GÖMLEK (P6) 625 AD, DENGEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

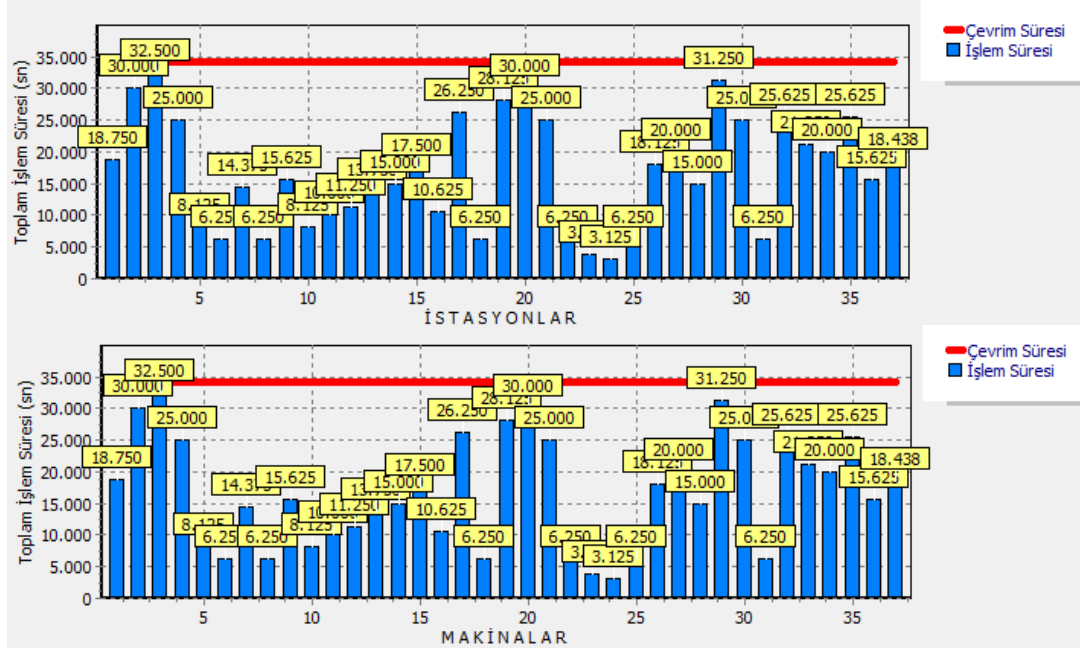
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
17	14	1	p6g2_009	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	15000	19200	56,14
18	15	1	p6g2_010, p6g4_016	Ütü	Ütü	17500	16700	48,83
19	16	1	p6g4_022	Ön-Arka Eşleme ve Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	10625	23575	68,93
20	17	1	p6g7_024	Omuz Çatma Ön Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	26250	7950	23,24
21	18	1	p6g7_025	Omuz Regüle	El İşi	6250	27950	81,72
22	19	1	p6g7_026	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	28125	6075	17,76
23	20	1	p6g7_027	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	30000	4200	12,28
24	21	1	p6g7_028	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	25000	9200	26,9
25	22	1	p6g7_029	Etek Regüle	El İşi	6250	27950	81,72
26	23	1	p6g2_011	İlik	İlik Makinası	3750	30450	89,03
27	24	1	p6g2_012	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	3125	31075	90,86
28	25	1	p6g2_013	Yaka İşaretleme	El İşi	6250	27950	81,72
29	26	1	p6g7_030	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	18125	16075	47
30	27	1	p6g7_031	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	20000	14200	41,52
31	28	1	p6g7_032	Etek Kıvrırma	Etek Kıvrırma Makinası	15000	19200	56,14
32	29	1	p6g7_033	Düğme Dikme	Düğme Makinası	31250	2950	8,62

EK 21 : KISA KOLLU SLİM MODEL GÖMLEK (P6) 625 AD, DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
33	30	2	p6g7_034	Kalite Kontrol	El İşi	50000	18400	26,9
34	31	1	p6g7_035	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	6250	27950	81,72
35	32	1	p6g7_036	Son Ütü 1 Dikiş Ütüleme	Ütü	25625	8575	25,07
36	33	1	p6g7_037	Düğme İlikleme	El İşi	21250	12950	37,86
37	34	1	p6g7_038	Ense Ütüleme	Ense Presi	20000	14200	41,52
38	35	1	p6g7_039	Göğüs Ütüleme	Ütü	25625	8575	25,07
39	36	1	p6g7_040	Son Kontrol	El İşi	15625	18575	54,31
40	37	2	p6g7_041	Katlama	El İşi	36875	31525	46,08
	37	39						

Denge Kaybı : 0,48

EK 22 : KISA KOLLU SLİM MODEL GÖMLEK (P6) 625 AD, Dengeleme SONUÇLARI VE MAKİNA YETERLİLİK TABLOSU,1000 İTERASYON



ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmedeki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	5	20	15
2	Ütü	4	13	9
3	El İşi	13	5	-8
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	4	5	1
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	2	3	1
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	0	2	2

EK 23: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 200 AD, UZUN KOLLU SLİM (P7) 310 AD, KLASİK MODEL KISA KOLLU (P2) 90 AD, KARMA MODEL Dengeleme Sonuçları, 1000 İterasyon

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	2	p1g6_035, p7g6_030	Apartura Biye Takma	Kilit Dikiş Makinası	45390	23010	33.64
2	2	1	p2g6_028	Kol Ağız Gaze	Kilit Dikiş Makinası	4320	29880	87.36
3	3	1	p1g6_036, p7g6_031	Apartura İlik	İlik Makinası	9180	25020	73.15
4	4	1	p1g5_029, p7g5_024, p2g5_022	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	9000	25200	54.38
5			p1g3_013, p7g3_013, p2g3_006	Kusak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6600	18600	54.38
6	5	1	p1g6_037, p7g6_032	Apartura Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	3570	30630	89.56
7	6	1	p1g2_008, p7g2_008, p2g2_001	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	13800	20400	59.64
8	7	1	p1g5_030, p7g5_025, p2g5_023	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3600	30600	89.47
9	8	1	p1g2_009, p7g2_009, p2g2_002	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	6000	28200	82.45
10	9	1	p1g5_031, p7g5_026, p2g5_024	Roba Takma	Roba Makinası	24000	10200	29.82
11	10	1	p1g5_032, p7g5_027, p2g5_025	Arka Ütü Roba	Ütü	7800	26400	77.19
12	11	1	p1g5_033, p7g5_028, p2g5_026	Arka Regüle	El İşi	6000	28200	82.45
13	12	1	p1g4_021, p7g4_021, p2g4_014	İlik Önü	İlik Makinası	18000	16200	47.36
14	13	1	p1g4_022, p2g4_015	Cep Ağız Ütüleme	Ütü	4060	30140	88.12
15	14	1	p1g4_023, p2g4_016	Cep Ağız Dikme	Kilit Dikiş Makinası	2030	32170	94.06

EK 23: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 200 AD, UZUN KOLLU SLİM (P7) 310 AD, KLASİK MODEL KISA KOLLU (P2) 90 AD, KARMA MODEL Dengeleme Sonuçları, 1000 İterasyon

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
16	15	1	p1g2_010, p7g2_010, p2g2_003	Yaka Form	Yaka Form Presi	15000	19200	56.14
17	16	1	p1g4_024, p2g4_017	Cep Ütüleme	Ütü	7540	26660	77.95
18	17	1	p1g4_025, p2g4_018	Cep Regüle	El İşi	1450	32750	95.76
19	18	1	p1g2_011, p7g2_011, p2g2_004	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	7800	26400	6.49
20			p1g4_026, p2g4_019	Cep Takma	Kilit Dikiş Makinası	12180	14220	6.49
21			p1g4_027, p7g4_022, p2g4_020	Düğme Patı Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	12000	2220	6.49
22	19	1	p1g2_012, p7g2_012, p2g2_005	Yaka Alt Kesim Regüle	El İşi	9600	24600	71.92
23	20	1	p1g2_014, p7g2_014, p2g2_007	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	10800	23400	68.42
24	21	1	p1g2_015, p7g2_015, p2g2_008	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	13200	21000	61.4
25	22	1	p1g2_016, p7g2_016, p2g2_009	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	14400	19800	57.89
26	23	1	p1g1_001, p7g1_001	Manşet Esleme	El İşi	10200	24000	70.17
27	24	1	p1g1_002, p7g1_002	Manşet Alt Kivirma	Ütü	5610	28590	83.59
28	25	1	p1g1_003, p7g1_003	Manşet Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	16830	17370	50.78
29	26	1	p1g1_004, p7g1_004	Manşet Regüle Ve Çevirme	El İşi	6130	28070	82.07

EK 23: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 200 AD, UZUN KOLLU SLİM (P7) 310 AD, KLASİK MODEL KISA KOLLU (P2) 90 AD, KARMA MODEL Dengeleme Sonuçları, 1000 İterasyon

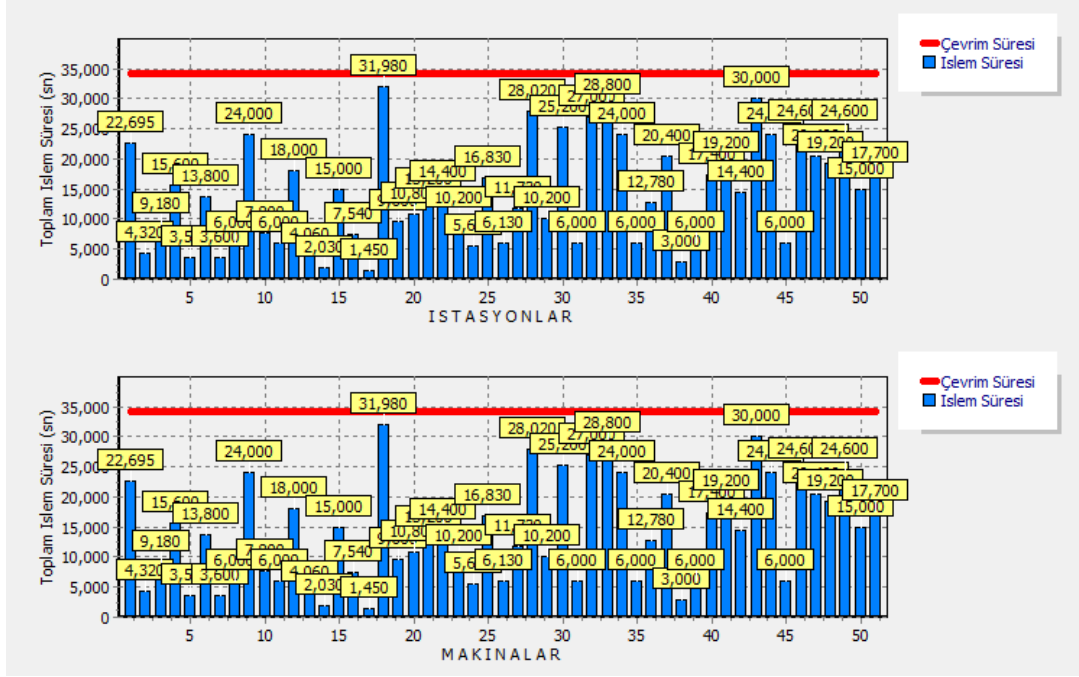
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
30	27	1	p1g1_005, p7g1_005	Manşet Gaze	Kilit Dikiş Makinası	11730	22470	65.7
31	28	1	p1g1_006, p1g2_017, p1g4_028, p7g1_006, p7g2_017, p7g4_023, p2g2_010, p2g4_021	Ütü	Ütü	28020	6180	18.07
32	29	1	p1g4_034, p7g4_029, p2g4_027	Ön-Arka Esleme ve Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	10200	24000	70.17
33	30	1	p1g7_038, p7g7_033, p2g7_029	Omuz Çatma Ön Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	25200	9000	26.31
34	31	1	p1g7_039, p7g7_034, p2g7_030	Omuz Regüle	El İşi	6000	28200	82.45
35	32	1	p1g7_040, p7g7_035, p2g7_031	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	27000	7200	21.05
36	33	1	p1g7_041, p7g7_036, p2g7_032	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	28800	5400	15.78
37	34	1	p1g7_042, p7g7_037, p2g7_033	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	24000	10200	29.82
38	35	1	p1g7_043, p7g7_038, p2g7_034	Etek Regüle	El İşi	6000	28200	82.45
39	36	1	p1g1_007, p1g2_018, p7g1_007, p7g2_018, p2g2_011	İlik	İlik Makinası	12780	21420	62.63
40	37	2	p1g7_044, p7g7_039	Manşet Takma	Kilit Dikiş Makinası	40800	27600	40.35
41	38	1	p1g2_019, p7g2_019, p2g2_012	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	3000	31200	91.22
42	39	1	p1g2_020, p7g2_020, p2g2_013	Yaka İşaretleme	El İşi	6000	28200	82.45
43	40	1	p1g7_045, p7g7_040, p2g7_035	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	17400	16800	49.12

EK 23: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 200 AD, UZUN KOLLU SLİM (P7) 310 AD, KLASİK MODEL KISA KOLLU (P2) 90 AD, KARMA MODEL Dengeleme SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
44	41	1	p1g7_046, p7g7_041, p2g7_036	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	19200	15000	43.85
45	42	1	p1g7_047, p7g7_042, p2g7_037	Etek Kıvrırma	Etek Kıvrırma Makinası	14400	19800	57.89
46	43	1	p1g7_048, p7g7_043, p2g7_038	Düğme Dikme	Düğme Makinası	30000	4200	12.28
47	44	2	p1g7_049, p7g7_044, p2g7_039	Kalite Kontrol	El İş	48000	20400	29.82
48	45	1	p1g7_050, p7g7_045, p2g7_040	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	6000	28200	82.45
49	46	1	p1g7_051	Dikis Ütüleme	Ütü	8200	26000	28.07
50			p7g7_046, p2g7_041	Son Ütü 1 Dikis Ütüleme	Ütü	16400	9600	28.07
51	47	1	p1g7_052, p7g7_047, p2g7_042	Düğme İlikleme	El İş	20400	13800	40.35
52	48	1	p1g7_053, p7g7_048, p2g7_043	Ense Ütüleme	Ense Presi	19200	15000	43.85
53	49	1	p1g7_054, p7g7_049, p2g7_044	Göğüs Ütüleme	Ütü	24600	9600	28.07
54	50	1	p1g7_055, p7g7_050, p2g7_045	Son Kontrol	El İş	15000	19200	56.14
55	51	2	p1g7_056, p7g7_051, p2g7_046	Katlama	El İş	35400	33000	48.24
	51	55						

Denge Kaybı: 0,54

EK 24: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 200 AD, UZUN KOLLU SLİM (P7) 310 AD, KLASİK MODEL KISA KOLLU (P2) 90 AD, KARMA MODEL DENGEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON



ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmedeki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	12	20	8
2	Ütü	7	13	6
3	El İşi	17	5	-12
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	5	5	0
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	3	3	0
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	0	2	2

EK 25: UZUN KOLLU SLİM MODEL (P7) 380 AD, KLASİK MODEL UZUN KOLLU GÖMLEK (P1)230 AD, KARMA MODEL DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	2	p7g6_030, p1g6_035	Apartura Biye Takma	Kilit Dikiş Makinası	54290	14110	20,62
2	2	1	p7g5_024, p1g5_029	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	9150	25050	73,24
3	3	1	p7g6_031, p1g6_036	Apartura İlik	İlik Makinası	10980	23220	67,89
4	4	1	p7g5_025, p1g5_030	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3660	30540	69,67
5			p7g3_013, p1g3_013	Kuşak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6710	23830	69,67
6	5	1	p7g6_032, p1g6_037	Apartura Düğme Yeri İşaretleme	El İş	4270	29930	87,51
7	6	1	p7g2_008, p1g2_008	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	14030	20170	58,97
8	7	1	p7g5_026, p1g5_031	Roba Takma	Roba Makinası	24400	9800	28,65
9	8	1	p7g2_009, p1g2_009	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	6100	28100	82,16
10	9	1	p7g5_027, p1g5_032	Arka Ütü Roba	Ütü	7930	26270	76,81
11	10	1	p7g5_028, p1g5_033	Arka Regüle	El İş	6100	28100	82,16
12	11	1	p7g4_021, p1g4_021	İlik Önü	İlik Makinası	18300	15900	46,49
13	12	1	p1g4_022	Cep Ağzı Ütüleme	Ütü	3220	30980	90,58
14	13	1	p1g4_023	Cep Ağzı Dikme	Kilit Dikiş Makinası	1610	32590	95,29
15	14	1	p1g4_024	Cep Ütüleme	Ütü	5980	28220	82,51
16	15	1	p7g2_010, p1g2_010	Yaka Form	Yaka Form Presi	15250	18950	55,4

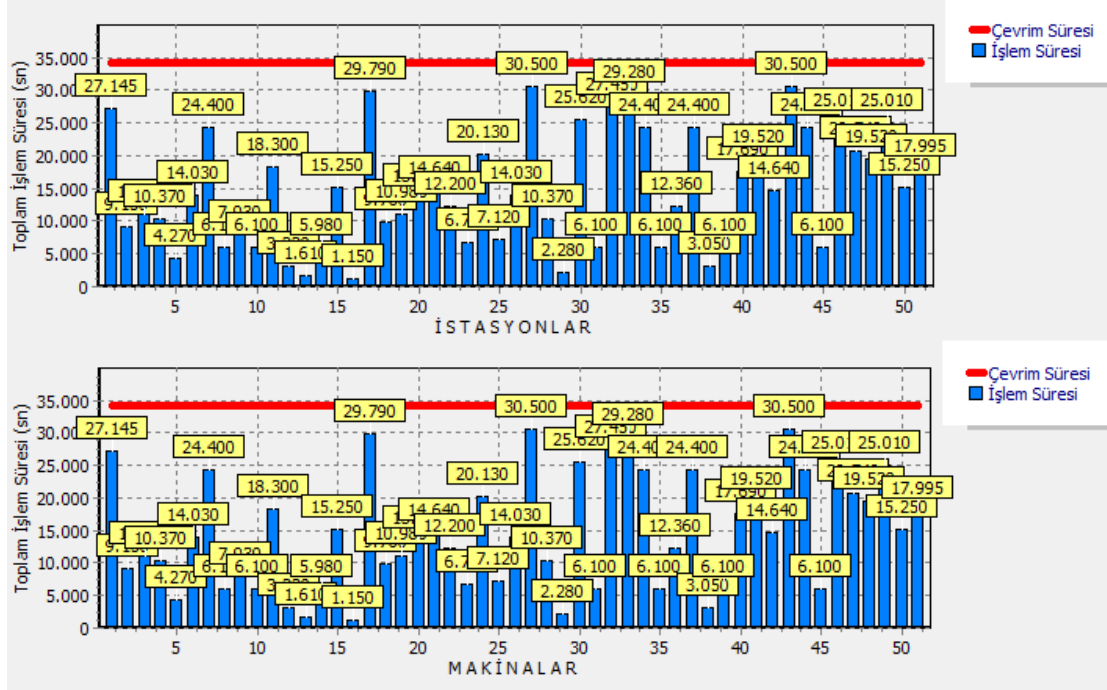
EK 25: UZUN KOLLU SLİM MODEL (P7) 380 AD, KLASİK MODEL UZUN KOLLU GÖMLEK (P1)230 AD, KARMA MODEL DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
17	16	1	p1g4_025	Cep Regüle	El İşi	1150	33050	96,63
18	17	1	p1g4_026	Cep Takma	Kilit Dikiş Makinası	9660	24540	12,89
19			p7g2_011, p1g2_011	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	7930	16610	12,89
20			p7g4_022, p1g4_027	Düğme Patı Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	12200	4410	12,89
21	18	1	p7g2_012, p1g2_012	Yaka Alt Kesim Regüle	El İşi	9760	24440	71,46
22	19	1	p7g2_014, p1g2_014	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	10980	23220	67,89
23	20	1	p7g2_015, p1g2_015	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	13420	20780	60,76
24	21	1	p7g2_016, p1g2_016	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	14640	19560	57,19
25	22	1	p7g1_001, p1g1_001	Manşet Eşleme	El İşi	12200	22000	64,32
26	23	1	p7g1_002, p1g1_002	Manşet Alt Kıvrıma	Ütü	6710	27490	80,38
27	24	1	p7g1_003, p1g1_003	Manşet Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	20130	14070	41,14
28	25	1	p7g1_004, p1g1_004	Manşet Regüle ve Çevirme	El İşi	7120	27080	79,18
29	26	1	p7g1_005, p1g1_005	Manşet Gaze	Kilit Dikiş Makinası	14030	20170	58,97
30	27	1	p7g1_006, p7g2_017, p7g4_023, p1g1_006, p1g2_017, p1g4_028	Ütü	Ütü	30500	3700	10,81
31	28	1	p7g4_029, p1g4_034	Ön-Arka Eşleme ve Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	10370	23830	69,67

EK 25: UZUN KOLLU SLİM MODEL (P7) 380 AD, KLASİK MODEL UZUN KOLLU GÖMLEK (P1)230 AD, KARMA MODEL DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
32	29	1	p7g2_018	ilik	İlik Makinası	2280	31920	93,33
33	30	1	p7g7_033, p1g7_038	Omuz Çatma Ön Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	25620	8580	25,08
34	31	1	p7g7_034, p1g7_039	Omuz Regüle	El İşi	6100	28100	82,16
35	32	1	p7g7_035, p1g7_040	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	27450	6750	19,73
36	33	1	p7g7_036, p1g7_041	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	29280	4920	14,38
37	34	1	p7g7_037, p1g7_042	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	24400	9800	28,65
38	35	1	p7g7_038, p1g7_043	Etek Regüle	El İşi	6100	28100	82,16
39	36	1	p7g1_007, p1g1_007, p1g2_018	İlik	İlik Makinası	12360	21840	63,85
40	37	2	p7g7_039, p1g7_044	Manşet Takma	Kilit Dikiş Makinası	48800	19600	28,65
41	38	1	p7g2_019, p1g2_019	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	3050	31150	91,08
42	39	1	p7g2_020, p1g2_020	Yaka İşaretleme	El İşi	6100	28100	82,16
43	40	1	p7g7_040, p1g7_045	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	17690	16510	48,27
44	41	1	p7g7_041, p1g7_046	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	19520	14680	42,92
45	42	1	p7g7_042, p1g7_047	Etek Kıvrırma	Etek Kıvrırma Makinası	14640	19560	57,19
46	43	1	p7g7_043, p1g7_048	Düğme Dikme	Düğme Makinası	30500	3700	10,81
47	44	2	p7g7_044, p1g7_049	Kalite Kontrol	El İşi	48800	19600	28,65

EK 25: UZUN KOLLU SLİM MODEL (P7) 380 AD, KLASİK MODEL UZUN KOLLU GÖMLEK (P1)230 AD, KARMA MODEL DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
48	45	1	p7g7_045, p1g7_050	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	6100	28100	82,16
49	46	1	p1g7_051	Dikiş Ütüleme	Ütü	9430	24770	26,87
50			p7g7_046	Son Ütü 1 Dikiş Ütüleme	Ütü	15580	9190	26,87
51	47	1	p7g7_047, p1g7_052	Düğme İlikleme	El İşi	20740	13460	39,35
52	48	1	p7g7_048, p1g7_053	Ense Ütüleme	Ense Presi	19520	14680	42,92
53	49	1	p7g7_049, p1g7_054	Göğüs Ütüleme	Ütü	25010	9190	26,87
54	50	1	p7g7_050, p1g7_055	Son Kontrol	El İşi	15250	18950	55,4
55	51	2	p7g7_051, p1g7_056	Katlama	El İşi	35990	32410	47,38
	51	55						

Denge Kaybı : 0,52

EK 26 : UZUN KOLLU SLİM MODEL (P7) 380 AD, KLASİK MODEL UZUN KOLLU GÖMLEK (P1)230 AD, KARMA MODEL DENGELEME SONUÇLARI VE MAKİNA YETERLİLİK ANALİZİ,1000 İTERASYON



ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmedeki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	11	20	9
2	Ütü	7	13	6
3	El İşi	17	5	-12
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	5	5	0
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	4	3	-1
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	0	2	2

EK 27: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 190 AD, KLASİK MODEL KISA KOLLU (P2)220 AD, UZUN KOLLU SLİM MODEL (P7) 200 AD, DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	2	p1g6_035, p7g6_030	Apartura Biye Takma	Kilit Dikiş Makinası	34710	33690	49.25
2	2	1	p2g6_028	Kol Ağzı Gaze	Kilit Dikiş Makinası	10560	23640	69.12
3	3	1	p1g6_036, p7g6_031	Apartura İlik	İlik Makinası	7020	27180	79.47
4	4	1	p1g5_029, p2g5_022, p7g5_024	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	9150	25050	53.62
5			p1g3_013, p2g3_006, p7g3_013	Kuşak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6710	18340	53.62
6	5	1	p1g6_037, p7g6_032	Apartura Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	2730	31470	92.01
7	6	1	p1g2_008, p2g2_001, p7g2_008	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	14030	20170	58.97
8	7	1	p1g5_030, p2g5_023, p7g5_025	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3660	30540	89.29
9	8	1	p1g2_009, p2g2_002, p7g2_009	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	6100	28100	82.16
10	9	1	p1g5_031, p2g5_024, p7g5_026	Roba Takma	Roba Makinası	24400	9800	28.65
11	10	1	p1g5_032, p2g5_025, p7g5_027	Arka Ütü Roba	Ütü	7930	26270	76.81
12	11	1	p1g5_033, p2g5_026, p7g5_028	Arka Regüle	El İşi	6100	28100	82.16
13	12	1	p1g4_021, p2g4_014, p7g4_021	İlik Önü	İlik Makinası	18300	15900	46.49
14	13	1	p1g4_022, p2g4_015	Cep Ağzı Ütüleme	Ütü	5740	28460	83.21
15	14	1	p1g4_023, p2g4_016	Cep Ağzı Dikme	Kilit Dikiş Makinası	2870	31330	91.6
16	15	1	p1g2_010, p2g2_003, p7g2_010	Yaka Form	Yaka Form Presi	15250	18950	55.4

EK 27: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 190 AD, KLASİK MODEL KISA KOLLU (P2)220 AD, UZUN KOLLU SLİM MODEL (P7) 200 AD, DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
17	16	1	p1g4_024, p2g4_017	Cep Ütüleme	Ütü	10660	23540	68.83
18	17	1	p1g4_025, p2g4_018	Cep Regüle	El İşi	2050	32150	94
19	18	1	p1g2_011, p2g2_004, p7g2_011	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	7930	26270	26.46
20			p1g4_026, p2g4_019	Cep Takma	Kilit Dikiş Makinası	17220	9050	26.46
21	19	1	p1g4_027, p2g4_020, p7g4_022	Düğme Patı Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	12200	22000	64.32
22	20	1	p1g2_012, p2g2_005, p7g2_012	Yaka Alt Kesim Regüle	El İşi	9760	24440	71.46
23	21	1	p1g2_014, p2g2_007, p7g2_014	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	10980	23220	67.89
24	22	1	p1g2_015, p2g2_008, p7g2_015	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	13420	20780	60.76
25	23	1	p1g2_016, p2g2_009, p7g2_016	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	14640	19560	57.19
26	24	1	p1g1_001, p7g1_001	Manşet Esleme	El İşi	7800	26400	77.19
27	25	1	p1g1_002, p7g1_002	Manşet Alt Kıvrırma	Ütü	4290	29910	87.45
28	26	1	p1g1_003, p7g1_003	Manşet Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	12870	21330	62.36
29	27	1	p1g1_004, p7g1_004	Manşet Regüle Ve Çevirme	El İşi	5540	28660	83.8
30	28	1	p1g1_005, p7g1_005	Manşet Gaze	Kilit Dikiş Makinası	8970	25230	73.77
31	29	1	p1g1_006, p1g2_017, p1g4_028, p2g2_010, p2g4_021, p7g1_006, p7g2_017, p7g4_023	Ütü	Ütü	25660	8540	24.97

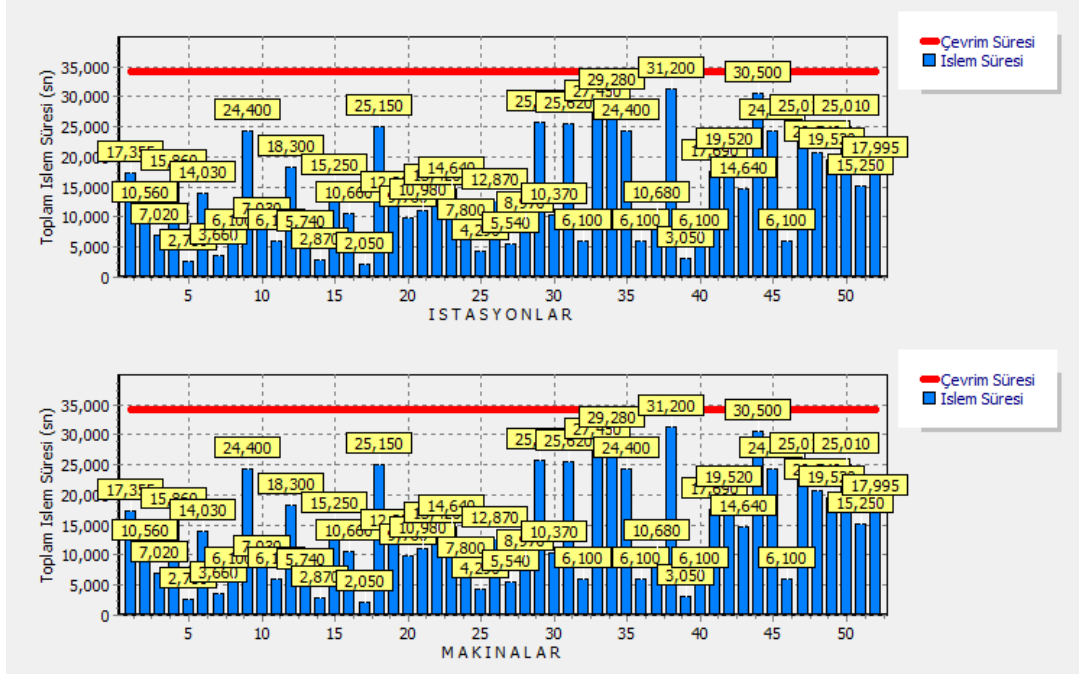
EK 27: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 190 AD, KLASİK MODEL KISA KOLLU (P2)220 AD, UZUN KOLLU SLİM MODEL (P7) 200 AD, DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
32	30	1	p1g4_034, p2g4_027, p7g4_029	Ön-Arka Esleme ve Düğme Yeri İşaretleme	El İş	10370	23830	69.67
33	31	1	p1g7_038, p2g7_029, p7g7_033	Omuz Çatma Ön Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	25620	8580	25.08
34	32	1	p1g7_039, p2g7_030, p7g7_034	Omuz Regüle	El İş	6100	28100	82.16
35	33	1	p1g7_040, p2g7_031, p7g7_035	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	27450	6750	19.73
36	34	1	p1g7_041, p2g7_032, p7g7_036	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	29280	4920	14.38
37	35	1	p1g7_042, p2g7_033, p7g7_037	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	24400	9800	28.65
38	36	1	p1g7_043, p2g7_034, p7g7_038	Etek Regüle	El İş	6100	28100	82.16
39	37	1	p1g1_007, p1g2_018, p2g2_011, p7g1_007, p7g2_018	İlik	İlik Makinası	10680	23520	68.77
40	38	1	p1g7_044, p7g7_039	Manşet Takma	Kilit Dikiş Makinası	31200	3000	8.77
41	39	1	p1g2_019, p2g2_012, p7g2_019	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	3050	31150	91.08
42	40	1	p1g2_020, p2g2_013, p7g2_020	Yaka İşaretleme	El İş	6100	28100	82.16
43	41	1	p1g7_045, p2g7_035, p7g7_040	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	17690	16510	48.27
44	42	1	p1g7_046, p2g7_036, p7g7_041	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	19520	14680	42.92
45	43	1	p1g7_047, p2g7_037, p7g7_042	Etek Kıvrırma	Etek Kıvrırma Makinası	14640	19560	57.19
46	44	1	p1g7_048, p2g7_038, p7g7_043	Düğme Dikme	Düğme Makinası	30500	3700	10.81

EK 27: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 190 AD, KLASİK MODEL KISA KOLLU (P2)220 AD, UZUN KOLLU SLİM MODEL (P7) 200 AD, Dengeleme Sonuçları, 1000 İterasyon

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
47	45	2	p1g7_049, p2g7_039, p7g7_044	Kalite Kontrol	El İşi	48800	19600	28.65
48	46	1	p1g7_050, p2g7_040, p7g7_045	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	6100	28100	82.16
49	47	1	p1g7_051	Dikiş Ütüleme	Ütü	7790	26410	26.87
50			p2g7_041, p7g7_046	Son Ütü 1 Dikiş Ütüleme	Ütü	17220	9190	26.87
51	48	1	p1g7_052, p2g7_042, p7g7_047	Düğme İlikleme	El İşi	20740	13460	39.35
52	49	1	p1g7_053, p2g7_043, p7g7_048	Ense Ütüleme	Ense Presi	19520	14680	42.92
53	50	1	p1g7_054, p2g7_044, p7g7_049	Göğüs Ütüleme	Ütü	25010	9190	26.87
54	51	1	p1g7_055, p2g7_045, p7g7_050	Son Kontrol	El İşi	15250	18950	55.4
55	52	2	p1g7_056, p2g7_046, p7g7_051	Katlama	El İşi	35990	32410	47.38
	52	55	Denge Kaybı : 0,55					

EK 28: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 190 AD, KLASİK MODEL KISA KOLLU (P2)220 AD, UZUN KOLLU SLİM MODEL (P7) 200 AD, DENGELEME SONUÇLARI VE MAKİNE YETERLİLİK TABLOSU,1000 İTERASYON



ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmedeki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	12	20	8
2	Ütü	7	13	6
3	El İşi	17	5	-12
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	5	5	0
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	3	3	0
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	0	2	2

EK 29: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 265 AD, KISA KOLLU SLİM MODEL (P6) 350 AD, KARMA MODEL DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	1	p1g2_008, p6g2_001	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	14145	20055	58.64
2	2	1	p1g3_013, p6g3_006	Kusak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6765	27435	80.21
3	3	1	p1g2_009, p6g2_002	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	6150	28050	82.01
4	4	1	p1g2_010, p6g2_003	Yaka Form	Yaka Form Presi	15375	18825	55.04
5	5	1	p1g5_029, p6g5_017	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	9225	24975	73.02
6	6	1	p1g4_021, p6g4_014	İlik Önü	İlik Makinası	18450	15750	46.05
7	7	1	p1g4_022	Cep Ağzı Ütüleme	Ütü	3710	30490	89.15
8	8	1	p1g4_023	Cep Ağzı Dikme	Kilit Dikiş Makinası	1855	32345	25.61
9			p1g6_035	Apartura Biye Takma	Kilit Dikiş Makinası	23585	8760	25.61
10	9	1	p1g6_036	Apartura İlik	İlik Makinası	4770	29430	86.05
11	10	1	p1g6_037	Apartura Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	1855	32345	94.57
12	11	1	p6g6_023	Kol Ağzı Gaze	Kilit Dikiş Makinası	16800	17400	40.08
13			p1g5_030, p6g5_018	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3690	13710	40.08
14	12	1	p1g5_031, p6g5_019	Roba Takma	Roba Makinası	24600	9600	28.07
15	13	1	p1g4_024	Cep Ütüleme	Ütü	6890	27310	79.85
16	14	1	p1g2_011, p6g2_004	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	7995	26205	76.62

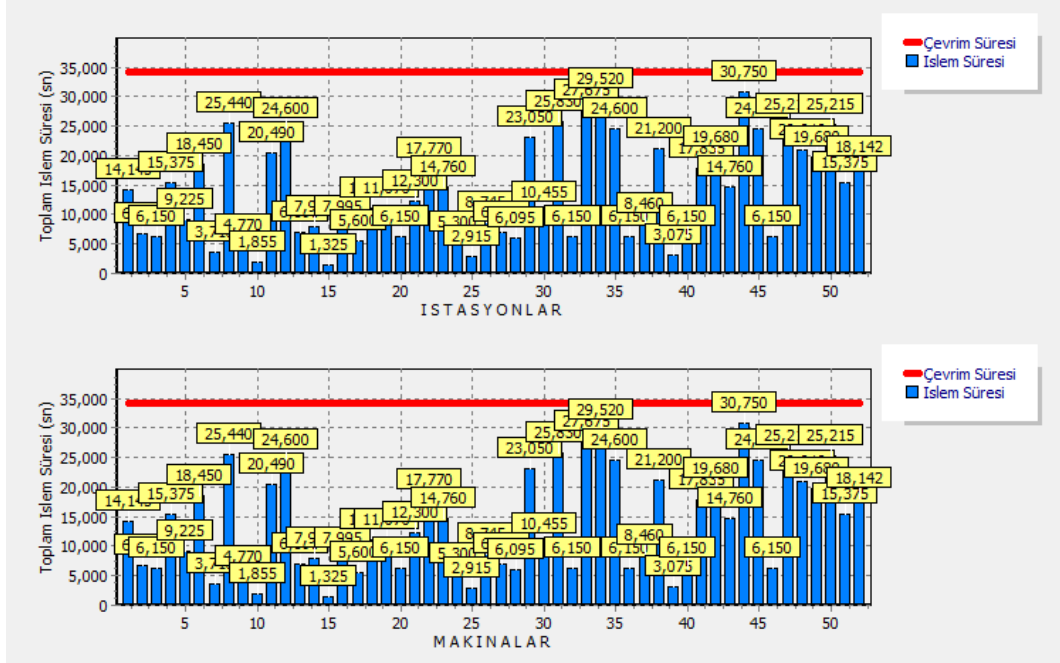
EK 29: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 265 AD, KISA KOLLU SLİM MODEL (P6) 350 AD, KARMA MODEL DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
17	15	1	p1g4_025	Cep Regüle	El İşi	1325	32875	96.12
18	16	1	p1g5_032, p6g5_020	Arka Ütü Roba	Ütü	7995	26205	76.62
19	17	1	p6g2_005	Yaka Kesme Regüle	El İşi	5600	28600	83.62
20	18	1	p1g4_026	Cep Takma	Kilit Dikiş Makinası	11130	23070	67.45
21	19	1	p1g2_014, p6g2_007	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	11070	23130	67.63
22	20	1	p1g5_033, p6g5_021	Arka Regüle	El İşi	6150	28050	82.01
23	21	1	p1g4_027, p6g4_015	Düğme Pati Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	12300	21900	64.03
24	22	1	p1g2_012	Yaka Alt Kesim Regüle	El İşi	4240	29960	48.04
25			p1g2_015, p6g2_008	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	13530	16430	48.04
26	23	1	p1g2_016, p6g2_009	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	14760	19440	56.84
27	24	1	p1g1_001	Manşet Esleme	El İşi	5300	28900	84.5
28	25	1	p1g1_002	Manşet Alt Kıvrırma	Ütü	2915	31285	91.47
29	26	1	p1g1_003	Manşet Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	8745	25455	74.42
30	27	1	p1g1_004	Manşet Regüle ve Çevirme	El İşi	6890	27310	79.85
31	28	1	p1g1_005	Manşet Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6095	28105	82.17
32	29	1	p1g1_006, p1g2_017, p1g4_028, p6g2_010, p6g4_016	Ütü	Ütü	23050	11150	32.6

EK 29: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 265 AD, KISA KOLLU SLİM MODEL (P6) 350 AD, KARMA MODEL DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
33	30	1	p1g4_034, p6g4_022	Ön-Arka Esleme ve Düğme Yeri İşaretleme	El İşi	10455	23745	69.42
34	31	1	p1g7_038, p6g7_024	Omuz Çatma Ön Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	25830	8370	24.47
35	32	1	p1g7_039, p6g7_025	Omuz Regüle	El İşi	6150	28050	82.01
36	33	1	p1g7_040, p6g7_026	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	27675	6525	19.07
37	34	1	p1g7_041, p6g7_027	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	29520	4680	13.68
38	35	1	p1g7_042, p6g7_028	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	24600	9600	28.07
39	36	1	p1g7_043, p6g7_029	Etek Regüle	El İşi	6150	28050	82.01
40	37	1	p1g1_007, p1g2_018, p6g2_011	İlik	İlik Makinası	8460	25740	75.26
41	38	1	p1g7_044	Manşet Takma	Kilit Dikiş Makinası	21200	13000	38.01
42	39	1	p1g2_019, p6g2_012	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	3075	31125	91
43	40	1	p1g2_020, p6g2_013	Yaka İşaretleme	El İşi	6150	28050	82.01
44	41	1	p1g7_045, p6g7_030	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	17835	16365	47.85
45	42	1	p1g7_046, p6g7_031	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	19680	14520	42.45
46	43	1	p1g7_047, p6g7_032	Etek Kıvrırma	Etek Kıvrırma Makinası	14760	19440	56.84
47	44	1	p1g7_048, p6g7_033	Düğme Dikme	Düğme Makinası	30750	3450	10.08

EK 29: KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 265 AD, KISA KOLLU SLİM MODEL (P6) 350 AD, KARMA MODEL DENGELEME SONUÇLARI, 1000 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
48	45	2	p1g7_049, p6g7_034	Kalite Kontrol	El İşi	49200	19200	28.07
49	46	1	p1g7_050, p6g7_035	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	6150	28050	82.01
50	47	1	p1g7_051	Dikiş Ütüleme	Ütü	10865	23335	26.27
51			p6g7_036	Son Ütü 1 Dikiş Ütüleme	Ütü	14350	8985	26.27
52	48	1	p1g7_052, p6g7_037	Düğme İlikleme	El İşi	20910	13290	38.85
53	49	1	p1g7_053, p6g7_038	Ense Ütüleme	Ense Presi	19680	14520	42.45
54	50	1	p1g7_054, p6g7_039	Göğüs Ütüleme	Ütü	25215	8985	26.27
55	51	1	p1g7_055, p6g7_040	Son Kontrol	El İşi	15375	18825	55.04
56	52	2	p1g7_056, p6g7_041	Katlama	El İşi	36285	32115	46.95
	52	54					Denge Kaybı : 0,57	

EK: 30 KLASİK MODEL UZUN KOLLU (P1) 265 AD, KISA KOLLU SLİM MODEL (P6) 350 AD, KARMA MODEL Dengeleme Sonuçları ve Makina Yeterlilik Tablosu, 1000 İterasyon



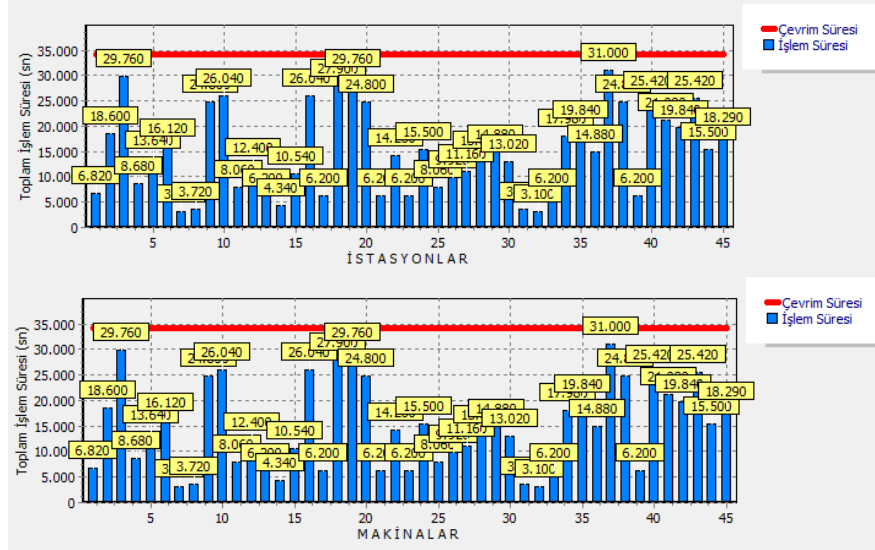
ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	İşletmedeki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	11	20	9
2	Ütü	7	13	6
3	El İşi	17	5	-12
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	5	5	0
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	3	3	0
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	0
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	0	2	2

EK 31: KISA KOLLU KLASİK MODEL (P2) 620 AD, DENGELEME SONUÇLARI, 9:5 SAAT (55 SN ÇEVİRİM SÜRESİ), 1 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	1	p2g3_006	Kuşak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6820	27380	80,05
2	2	1	p2g4_014	İlik Önü	İlik Makinası	18600	15600	45,61
3	3	1	p2g6_028	Kol Ağzı Gaze	Kilit Dikiş Makinası	29760	4440	12,98
4	4	1	p2g4_015	Cep Ağzı Ütüleme	Ütü	8680	25520	74,61
5	5	1	p2g4_016	Cep Ağzı Dikme	Kilit Dikiş Makinası	4340	29860	60,11
6			p2g5_022	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	9300	20560	60,11
7	6	1	p2g4_017	Cep Ütüleme	Ütü	16120	18080	52,86
8	7	1	p2g4_018	Cep Regüle	El İş	3100	31100	90,93
9	8	1	p2g5_023	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3720	30480	89,12
10	9	1	p2g5_024	Roba Takma	Roba Makinası	24800	9400	27,48
11	10	1	p2g4_019	Cep Takma	Kilit Dikiş Makinası	26040	8160	23,85
12	11	1	p2g5_025	Arka Ütü Roba	Ütü	8060	26140	76,43
13	12	1	p2g4_020	Düğme Patı Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	12400	21800	63,74
14	13	1	p2g5_026	Arka Regüle	El İş	6200	28000	81,87
15	14	1	p2g4_021	Ütü	Ütü	4340	29860	87,3

EK 31: KISA KOLLU KLASİK MODEL (P2) 620 AD, DENGELEME SONUÇLARI, 9:5 SAAT (55 SN ÇEVİRİM SÜRESİ), 1 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
16	15	1	p2g4_027	Ön-Arka Eşleme ve Dügme yeri işaretleme	El İşi	10540	23660	69,18
17	16	1	p2g7_029	Omuz Çatma Ön- Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	26040	8160	23,85
18	17	1	p2g7_030	Omuz Regüle	El İşi	6200	28000	81,87
19	18	1	p2g7_031	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	27900	6300	18,42
20	19	1	p2g7_032	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	29760	4440	12,98
21	20	1	p2g7_033	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	24800	9400	27,48
22	21	1	p2g7_034	Etek Regüle	El İşi	6200	28000	81,87
23	22	1	p2g2_001	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	14260	19940	58,3
24	23	1	p2g2_002	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	6200	28000	81,87
25	24	1	p2g2_003	Yaka Form	Yaka Form Presi	15500	18700	54,67
26	25	1	p2g2_004	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	8060	26140	76,43
27	26	1	p2g2_005	Yaka Alt Kesim Regüle	El İşi	9920	24280	70,99
28	27	1	p2g2_007	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	11160	23040	67,36
29	28	1	p2g2_008	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	13640	20560	60,11
30	29	1	p2g2_009	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	14880	19320	56,49

EK 31: KISA KOLLU KLASİK MODEL (P2) 620 AD, Dengeleme Sonuçları, 9:5 Saat (55 Sn Çevrim Süresi), 1 İterasyon								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
31	30	1	p2g2_010	Ütü	Ütü	13020	21180	61,92
32	31	1	p2g2_011	İlik	İlik Makinası	3720	30480	89,12
33	32	1	p2g2_012	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	3100	31100	90,93
34	33	1	p2g2_013	Yaka İşaretleme	El İş	6200	28000	81,87
35	34	1	p2g7_035	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	17980	16220	47,42
36	35	1	p2g7_036	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	19840	14360	41,98
37	36	1	p2g7_037	Etek Kıvrırma	Etek Kıvrırma Makinası	14880	19320	56,49
38	37	1	p2g7_038	Düğme Dikme	Düğme Makinası	31000	3200	9,35
39	38	2	p2g7_039	Kalite Kontrol	El İş	49600	18800	27,48
40	39	1	p2g7_040	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	6200	28000	81,87
41	40	1	p2g7_041	Sonütü 1 Dikiş Ütüleme	Ütü	25420	8780	25,67
42	41	1	p2g7_042	Düğme İlikleme	El İş	21080	13120	38,36
43	42	1	p2g7_043	Ense Ütüleme	Ense Presi	19840	14360	41,98
44	43	1	p2g7_044	Göğüs Ütüleme	Ütü	25420	8780	25,67
45	44	1	p2g7_045	Son Kontrol	El İş	15500	18700	54,67
46	45	2	p2g7_046	Katlama	El İş	36580	31820	46,52
45		47	Denge Kaybı : 0,53					

EK: 32 KISA KOLLU KLASİK MODEL (P2) 620 AD,9:5 SAAT (55 SN ÇEVİRİM SÜRESİ), MODEL Dengeleme Sonuçları ve Makina Yeterlilik Tablosu, 1 İterasyon



ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	Makine Parkındaki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	9	20	11
2	Ütü	7	13	6
3	El İşi	14	5	-9
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	4	5	1
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	2	3	1
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	0	2	2

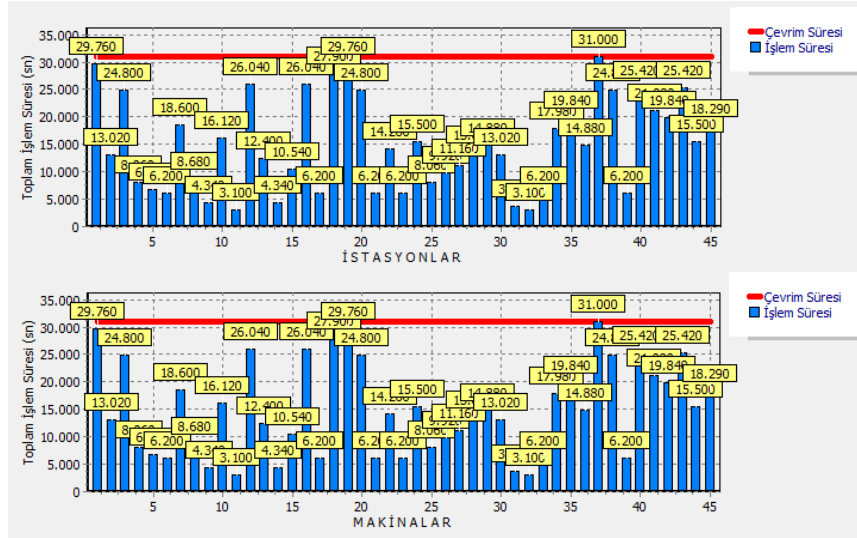
EK 33: KISA KOLLU KLASİK MODEL (P2) 620 AD, DENGELEME SONUÇLARI, 8:61 SAAT (50 SN ÇEVİRİM SÜRESİ), 1 İTERASYON								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
1	1	1	p2g6_028	Kol Ağız Gaze	Kilit Dikiş Makinası	29760	1240	4
2	2	1	p2g5_022	Etiket Takma	Kilit Dikiş Makinası	9300	21700	58
3			p2g5_023	Yıkama Talimatı Takma	Kilit Dikiş Makinası	3720	17980	58
4	3	1	p2g5_024	Roba Takma	Roba Makinası	24800	6200	20
5	4	1	p2g5_025	Arka Ütü Roba	Ütü	8060	22940	74
6	5	1	p2g3_006	Kuşak Gaze	Kilit Dikiş Makinası	6820	24180	78
7	6	1	p2g5_026	Arka Regüle	El İş	6200	24800	80
8	7	1	p2g4_014	İlik Önü	İlik Makinası	18600	12400	40
9	8	1	p2g4_015	Cep Ağız Ütüleme	Ütü	8680	22320	72
10	9	1	p2g4_016	Cep Ağız Dikme	Kilit Dikiş Makinası	4340	26660	86
11	10	1	p2g4_017	Cep Ütüleme	Ütü	16120	14880	48
12	11	1	p2g4_018	Cep Regüle	El İş	3100	27900	90
13	12	1	p2g4_019	Cep Takma	Kilit Dikiş Makinası	26040	4960	16
14	13	1	p2g4_020	Düğme Patı Dikişi	Kilit Dikiş Makinası	12400	18600	60
15	14	1	p2g4_021	Ütü	Ütü	4340	26660	86
16	15	1	p2g4_027	Ön-Arka Eşleme ve Düğme yeri işaretleme	El İş	10540	20460	66

EK 33: KISA KOLLU KLASİK MODEL (P2) 620 AD, DENGELEME SONUÇLARI, 8:61 SAAT (50 SN ÇEVİRİM SÜRESİ), 1 İTERASYON

Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
17	16	1	p2g7_029	Omuz Çatma Ön- Arka Birleştirme	Omuz Çatma Makinası	26040	4960	16
18	17	1	p2g7_030	Omuz Regüle	El İşi	6200	24800	80
19	18	1	p2g7_031	Kol Takma	Boss Dikiş Makinası	27900	3100	10
20	19	1	p2g7_032	Kol Üstü Baskı	Boss Dikiş Makinası	29760	1240	4
21	20	1	p2g7_033	Yan Kapama	Kollu Çift İğne Makinası	24800	6200	20
22	21	1	p2g7_034	Etek Regüle	El İşi	6200	24800	80
23	22	1	p2g2_001	Yaka Tulumlama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	14260	16740	54
24	23	1	p2g2_002	Yaka Çevirme	Yaka çevirme Makinası	6200	24800	80
25	24	1	p2g2_003	Yaka Form	Yaka Form Presi	15500	15500	50
26	25	1	p2g2_004	Yaka Gaze	Kilit Dikiş Makinası	8060	22940	74
27	26	1	p2g2_005	Yaka Alt Kesim Regüle	El İşi	9920	21080	68
28	27	1	p2g2_007	Yaka Kuşaklama	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	11160	19840	64
29	28	1	p2g2_008	Yaka Kesip Çevirme	El İşi	13640	17360	56
30	29	1	p2g2_009	Yaka Orta Çıma	Kilit Dikiş Makinası	14880	16120	52
31	30	1	p2g2_010	Ütü	Ütü	13020	17980	58

EK 33: KISA KOLLU KLASİK MODEL (P2) 620 AD, Dengeleme Sonuçları, 8:61 Saat (50 Sn Çevrim Süresi), 1 İterasyon								
Sn	İstasyon	Operator	Kod	İşlem Adı	Makina Adı	Süre (sn)	Kayıp Süre (sn)	Geçikme (%)
32	31	1	p2g2_011	İlik	İlik Makinası	3720	27280	88
33	32	1	p2g2_012	Yaka Altı Kesme	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	3100	27900	90
34	33	1	p2g2_013	Yaka İşaretleme	El İşi	6200	24800	80
35	34	1	p2g7_035	Yaka Takma	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	17980	13020	42
36	35	1	p2g7_036	Yaka Kapama	Kilit Dikiş Makinası	19840	11160	36
37	36	1	p2g7_037	Etek Kıvrırma	Etek Kıvrırma Makinası	14880	16120	52
38	37	1	p2g7_038	Düğme Dikme	Düğme Makinası	31000	0	0
39	38	2	p2g7_039	Kalite Kontrol	El İşi	49600	12400	20
40	39	1	p2g7_040	Vakumlu İplik Temizleme	Vakum Makinası	6200	24800	80
41	40	1	p2g7_041	Sonütü 1 Dikiş Ütüleme	Ütü	25420	5580	18
42	41	1	p2g7_042	Düğme İlikleme	El İşi	21080	9920	32
43	42	1	p2g7_043	Ense Ütüleme	Ense Presi	19840	11160	36
44	43	1	p2g7_044	Göğüs Ütüleme	Ütü	25420	5580	18
45	44	1	p2g7_045	Son Kontrol	El İşi	15500	15500	50
46	45	2	p2g7_046	Katlama	El İşi	36580	25420	41
45		47						
							Denge Kaybı :	0,49

EK: 34 KISA KOLLU KLASİK MODEL (P2) 620 AD, 8:61 SAAT (50 SN ÇEVİRİM SÜRESİ), MODEL DENGELEME SONUÇLARI VE MAKİNA YETERLİLİK TABLOSU, 1 İTERASYON



ID	Makine Adı	Kullanılan Makine Sayısı	Makine Parkındaki Mevcut Makine Sayısı	Fark
1	Kilit Dikiş Makinası	9	20	11
2	Ütü	7	13	6
3	El İşi	14	5	-9
4	Bıçaklı Kilit Dikiş Makinası	4	5	1
5	Yaka Çevirme Makinası	1	1	0
6	İlik Makinası	2	3	1
7	Düğme Makinası	1	3	2
8	Yaka Form Presi	1	1	0
9	Roba Makinası	1	1	0
10	Kollu Çift İğne Makinası	1	2	1
11	Baskı Makinası	0	1	1
12	Boss Dikiş Makinası	2	4	2
13	Etek Kıvrırma Makinası	1	1	0
14	Omuz Çatma Makinası	1	1	0
15	Vakum Makinası	1	1	0
16	Ense Presi	1	1	0
17	Overlok	0	3	3
18	Çift İğne Makinası	0	2	2