

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ ve PAZARLAMA BİLİM DALI

MONTAJ HATTI DENGELEME PROBLEMLERİ İÇİN
YENİ MODELLER VE PANEL MOBİLYA
ÜRETEN İŞLETMELERDE UYGULAMALAR

Cevdet SAÇLI

DOKTORA TEZİ

Danışman
Prof. Dr. Mahmut TEKİN

Konya-2010



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

CEVDET SAÇLI



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



DOKTORA TEZİ KABUL FORMU

Cevdet SAÇLI tarafından hazırlanan “Montaj Hattı Dengeleme Problemleri İçin Yeni Modeller Ve Panel Mobilya Üreten Bir İşletmede Bir Uygulama” başlıklı bu çalışma 30/06/2010 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mahmut TEKİN	Başkan	
Doç. Dr. Doğan UYSAL	Üye	
Doç. Dr. Muammer ZERENLER	Üye	
Doç.Dr.Hakan IŞIK	Üye	
Yrd.Doç.Dr.Rüştü GÜNTÜRKÜN	Üye	

ÖNSÖZ

Günümüz küreselleşen piyasa ve küresel rekabet koşulları bütün sektörleri etkilediği gibi mobilyacılık sektörünü de etkilemektedir. Organizasyonlar artık küresel düzeydeki rakipleri ile mücadelelerinde çok çeşitli ve kısa süre zarflarında düzensiz olarak değişkenlik gösteren müşteri taleplerine yanıt vermeye çalışmaktadırlar. Müşteri taleplerindeki bu durum üretim sistemlerinin esnekleştirilmesini gerekli kılmasının yanında küresel düzeydeki rakipleri karşısında tutunabilmek ve varlıklarını sürdürebilmek için organizasyonlar, esnekleştirdikleri üretim sistemlerini aynı zamanda etkinleştirmek ve verimlileştirmek durumundadırlar.

Esnekleştirilen üretimin etkin ve verimli kılınmasında montaj hattı dengeleme konusu büyük bir öneme sahiptir. Bu çalışma ile elde edilen bilgilerin ve ortaya konulan sonuçların daha sonraki çalışmalara ışık tutacağı ve işletmelere içinde bulundukları küresel rekabette umut vereceği kanısındayım.

Bilimsel ve Sektörel açıdan faydalı sonuçlar elde ettiğimizi düşündüğüm bu çalışmamda emeği geçen herkese, özellikle tez çalışmamın başından sonuna kadar her konuda bilgi, deneyim ve gönül desteğini esirgemeyen çok değerli hocam ve danışmanım Sayın Prof. Dr. Mahmut TEKİN' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın uygulama kısmını gerçekleştirmemdeki katkı ve desteklerinden dolayı Tepe Mobilya A.Ş. Genel Müdürü Sayın Hanifi ARABACI, Teknik Koordinatör Sayın Yılmaz ERTÜRK, Üretim Müdürü Sayın Abdullah ÇETİNKOL, tüm Tepe Mobilya çalışanları, Kenzel Mobilya Pazarlama Sanayi ve Ticaret Limitet Şirketi Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Hasan YILMAZ, İşletme Müdürü Sayın Ali İhsan YILMAZ ve Kenzel çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tez sürecinde desteklerini esirgemeyen Selçuk Üniversitesi İİBF İşletme Bölümü öğretim üyelerine, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü yöneticilerine, çalışma sonucunda tasarlanan programın yazılımında gösterdikleri özveriyle yardımlarından dolayı Sayın Zekeriya DOĞAN' a ve Selçuk Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Arş. Gör. Sayın Murat KÖKLÜ' ye teşekkürü bir borç bilirim.

Beni özveri ile yetiştirip bu günlere getiren biricik anacığım Ünzile SAÇLI' ya ve biricik babacığım rahmetli Mahmut SAÇLI' ya şükranlarımı sunarım. Ayrıca

gerek sosyal, gerekse mesleki hayatımın her döneminde ilgi, sevgi ve destekleriyle beni hiç yalnız bırakmayan sevgili eşim Tülay Saçlı ile çocuklarım Çağrı ve Gaye İpek Saçlı' ya teşekkürlerimi sunarım.

Babam Mahmut SAÇLI' nın aziz hatırasına.

Haziran 2010

Cevdet SAÇLI



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	Cevdet SAÇLI	Numarası : 074127001018
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı	
	Danışmanı	Prof. Dr. Mahmut TEKİN	
Tezin Adı		Montaj Hattı Dengeleme Problemleri İçin Yeni Modeller ve Panel Mobilya Üreten Bir İşletmede Bir Uygulama	

ÖZET

Bu çalışmada, çok modelli montaj hattı dengeleme problemleri ile ilgili hat etkinliğini eniyilemeye yönelik yeni bir paket program geliştirilmiş, geliştirilen bu yeni program Tepe Mobilya A. Ş. ve Kenzel Mobilya Sanayi ve Ticaret Limitet Şirketinde uygulanmış ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

Tez çalışması; giriş, beş tane temel bölüm ile sonuç ve öneriler olmak üzere yedi bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde genel olarak üretim kavramlarından, üretimin tarihsel gelişiminden ve üretim sistemlerinden bahsedilmiştir.

İkinci bölümde montaj hatları konusuna girilmiş, montaj hatları, montaj hatlarının yerleşimi, montaj hattı dengeleme problemlerinin sınıflandırılması ile montaj hattı dengelenmesine etki eden etmenler ve kısıtlar incelenmiştir.

Üçüncü bölümde montaj hattı dengeleme problemleri ile ilgili literatür taraması yapılmış, 1995-2009 yılları arasında montaj hattı dengeleme problemi ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Dördüncü bölüm, bu çalışmanın özgün kısmı olan geliştirilmiş yeni paket programı içermektedir. Bu bölümde programın tasarımı, yazıldığı programın dili, algoritmaların akış diyagramları ve nasıl çalıştığı verilmiştir.

Beşinci bölümde; bulunan bu yeni program ile yeni modeller ve panel mobilya üreten iki ayrı fabrikada yapılan uygulama ve elde edilen sonuçlar verilmiş ve bu

program ile işletmelerin kendi isteklerine göre hat etkinliğini nasıl konfigüre edebilecekleri anlatılmıştır.

Bu tez çalışması, araştırma sonucu elde edilen bulgular ve bu konuda ileride yapılabilecek çalışmalar için önerilerin bulunduğu Sonuç ve Öneriler bölümü ile sona ermektedir.

Anahtar kelimeler: Çok modellenli montaj hattı dengeleme, Montaj Hattı Dengeleme Programı, C#.



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	Cevdet SAÇLI	Numarası : 074127001018
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi Ve Pazarlama Bilim Dalı	
	Danışmanı	Prof. Dr. Mahmut TEKİN	
Tezin İngilizce Adı		Montaj Hattı Dengeleme Problemleri İçin Yeni Modeller Ve Panel Mobilya Üreten Bir İşletmede Bir Uygulama	

SUMMARY

In this study, a new packaged software about multi-model assembly line balancing problems has been developed in order to optimize assembly line activity. This new software is operated in Tepe Mobilya A.Ş. and Kenzel Mobilya Sanayi ve Ticaret Limitet Şirketi and acquired results are provided.

Thesis study consists of seven sections including introduction, five main sections, and conclusion and suggestions.

In the first section, mostly manufacturing concepts, historical development of manufacturing and manufacturing systems are mentioned.

In the second section, assembly lines subject is introduced. Assembly lines, positioning of the assembly lines, classification of the assembly line balancing problems, and factors and constraints that affect assembly line balancing are examined.

In the third section, literature survey about assembly line balancing problems is performed. This section includes surveys that performed between 1995 and 2009.

Fourth section includes the new developed packaged software which is the individual part of this study. In this section, the design of the program, programming language, flowcharts of the algorithms are given. And it is explained that how program works

In the fifth section, applications that are performed in two different factories which manufacture new models and panel furniture, and the results of these applications are given. And it is explained that how companies can configure line activity for their own purposes with this new program.

The thesis study ends with conclusion and suggestions section which consists of the results of the research and suggestions for the future studies.

Key words: Multi-models assembly line balancing, Assembly line balancing Program, C#.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
Bilimsel Etik Sayfası.....	iii
Tez Kabul Formu.....	iv
Önsöz / Teşekkür.....	v
Özet.....	vii
Summary.....	ix
İçindekiler.....	xi
Tablolar Listesi.....	xvi
Şekiller Listesi.....	xvii
Resimler Listesi.....	xix
Giriş.....	xx

BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM KAVRAMI ve SINIFLANDIRILMASI

1.1. Üretim Kavramı Ve Yönetimi.....	1
1.2. Üretimin Tarihsel Gelişimi.....	2
1.3. Sanayi ve Hizmet İşletmeleri.....	5
1.3.1. Sınıflandırma Biçimleri.....	5
1.3.2. Üretim Yöntemlerine Göre Üretim Sistemleri.....	6
1.3.3. Ürün Cinslerine Göre Üretim Sistemleri.....	7
1.3.4. Üretim Miktarına Veya Üretim Akışına Göre Üretim Sistemleri.....	7
1.3.4.1. Sürekli Tip (Seri) Üretim.....	7
1.3.4.2. Kesikli Tip Üretim.....	8
1.3.4.3. Karma Üretim.....	8
1.3.4.4. Proje Tipi Üretim.....	8
1.4. Akış Hatları Ve Sınıflandırılması.....	9

İKİNCİ BÖLÜM

MONTAJ HATLARI TASARIMINA GİRİŞ

2.1. Montaj Hatları İle İlgili Temel Kavramlar.....	11
2.1.1. Montaj Hatları ile İlgili Temel Kavramlar ve Ölçütler.....	11
2.2. Montaj Sistemlerinin Sınıflandırılması.....	23
2.2.1. Elle (İnsanlı-Manüel) Montaj Sistemi.....	24
2.2.2. Otomatik ve Yarı Otomatik Montaj Sistemi.....	26
2.2.3. Robot Montajı ve Esnek Montaj Sistemleri.....	28
2.3. Montaj Sistemlerinde İş İstasyonları Arasında İş Transferi ve Malzeme Taşıma.....	29
2.3.1. Mekanik Olmayan Hatlar.....	29
2.3.2. Hareketli Bant Hatları (Mekanik Hatlar).....	30
2.3.2.1. Birimlerin Banttan Alınabilir Olduğu Durum.....	31
2.3.2.2. Birimlerin Bant Üzerinde Sabit ve Banttan Alınamaz Olduğu Durum.....	32
2.3.3. Montaj Sistemlerinde Malzeme Taşıma.....	33
2.4. Montaj Hatlarının Yerleşimi.....	34
2.4.1. Tek-Modelli Hatlar.....	36
2.4.2. Karışık Modelli Hatlar.....	36
2.4.3. Çok Modelli Hatlar.....	37
2.4.4. Uygun Adımlı ve Uygun Adımsız Hatlar.....	37
2.5. Montaj Hattı Dengeleme.....	38
2.5.1. Montaj Hattı Dengelemenin Amaçları.....	38
2.5.2. Montaj Hattı Dengeleme Problemlerinin Sınıflandırılması.....	42
2.5.2.1. Üretim Sistemlerinin Yerleşimi.....	42
2.5.2.2. İstasyon Tipi.....	48

2.5.2.3. Yükleme Kuralları.....	49
2.5.2.4. Donanım Seçimi ve Süreç Alternatifleri.....	50
2.5.2.5. Üretim Hacmi.....	51
2.5.2.6. İstasyon Kullanım Çeşitleri.....	51
2.5.3. Montaj Hattı Dengelenmesini Etkileyen Temel Etmenler.....	53
2.5.4. Montaj Hattı Dengelemeyi Etkileyen Kısıtlar.....	53
2.5.4.1. Temel Kısıtlar.....	53
2.5.4.2 Yan Kısıtlar.....	54
2.5.4.3. Atama Kısıtları.....	55

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MONTAJ HATTI Dengeleme Programı

3.1. Programın Yazıldığı Program Dili Hakkında.....	68
3.1.1. Programlama Dillerinin Tarihçesi	68
3.2. Programın Arayüz Tanıtımı.....	71
3.2.1. Dosya İşlemleri.....	73
3.2.2. Kayıt İşlemleri.....	74
3.2.3. Veri girişi.....	79
3.2.4. Gantt İşlemleri.....	81

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

MONTAJ HATTI Dengeleme Programı Uygulamaları

4.1.	Tepe	Mobilya
Uygulamaları.....	84	
4.1.1. Dilara 4 Kapaklı Çekmeceli Konsol (DİLARA KONSOL)	Uygulaması.....	85
4.1.1.1. Dilara Konsolun Çevrim Süresi 110s ve 10 Adet Ürün	İçin Dengeleme Uygulaması.....	85
4.1.1.2. Dilara Konsolun Çevrim Süresi 110 ve 10 Adet Ürün	İçin Gelişmiş Uygulaması.....	93
4.1.2. Tepe Mobilya Dilara TV Dolabı (DİLARA TV).....	95	
4.1.2.1. Dilara TV Dolabı Çevrim Süresi 110s ve 10 Adet Ürün	İçin Dengeleme Uygulaması.....	96
4.1.2.2. Dilara TV Dolabı Çevrim Süresi 110 ve 10 Adet Ürün	İçin Gelişmiş Uygulaması.....	102
4.2. Kenzel Mobilya Uygulamaları.....	104	
4.2.1. Kenzel Mobilya K120 Plazma TV Ünitesi.....	105	
4.2.1.1. K120 Çevrim Süresi 90s ve 10 Adet Ürün İçin	Dengeleme Uygulaması.....	106
4.2.1.2. K120 Çevrim Süresi 90s Ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş	Uygulaması.....	112
4.2.2. Kenzel Mobilya K133 Konsollu Plazma TV	Ünitesi.....	114
4.2.2.1. K133 Çevrim Süresi 90s ve 10 Adet Ürün İçin	Dengeleme Uygulaması.....	115
4.2.2.2 K133 Çevrim Süresi 90s ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş	Uygulaması.....	120
4.3. Gantt Uygulaması.....	123	
4.4. Montaj Hattı Dengeleme Performans Ölçümü.....	125	
4.4.1. Dilara Konsol İçin Performans Ölçümü.....	125	

4.4.1.1. İdeal çevrim süresi 110 saniye için performans ölçümü.....	125
4.4.1.2. İdeal Çevrim Süresi 224 Saniye İçin Performans Ölçümü.....	126
4.4.2. Dilara TV Dolabı İçin Performans Ölçümü.....	127
4.4.2.1 İdeal Çevrim Süresi 110 Sn İçin Performans Ölçümü.....	127
4.4.2.2. İdeal Çevrim Süresi 379 Sn İçin Performans Ölçümü.....	128
4.4.3. K120 Plazma TV Ünitesi İçin Performans Ölçümü.....	129
4.4.3.1. İdeal Çevrim Süresi 90 Sn İçin Performans Ölçümü.....	129
4.4.3.2. İdeal Çevrim Süresi 215 Sn İçin Performans Ölçümü.....	130
4.4.4. Kenzel Mobilya KA133 Konsollu Plazma TV Ünitesi İçin Performans Ölçümü.....	131
4.4.4.1. İdeal Çevrim Süresi 90 Sn İçin Performans Ölçümü.....	131
4.4.4.2. İdeal çevrim süresi 169 sn için performans ölçümü.....	132
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	134
KAYNAKÇA.....	137
EKLER.....	
Ek 1.Program Yazılım Kodları.....	146
Ek 2. Dilara Konsol Montaj Resmi.....	232
Ek 3. Dilara TV Dolabı Montaj Resmi.....	240
Ek 4. K120.....	245

Tablolar Listesi

Sayfa No

Tablo 2.1. Problemin Tanımlanmasında Kullanılan Kısaltmalar.....	12
Tablo4.1. Çevrim Süresi: 110s, 224s ve 501s İçin Atıl Zaman Değerleri Uygulaması.....	92
Tablo 4.2. Dilara konsol İçin Farklı Çevrim Zamanlarında Hat Dengeleri.....	94
Tablo 4.3. Çevrim Süresi: 110s, 164s ve 379s İçin Atıl Zaman Değerleri	101
Tablo 4.4. Dilara TV D0labıl için Farklı Çevrim Zamanlarında Hat Dengeleri.....	103
Tablo 4.5. Çevrim Süresi: 90s, 131s ve 283s İçin Atıl Zaman Değerleri.....	111
Tablo 4.6. K120 için Farklı Çevrim Zamanlarında Hat Dengeleri.....	113
Tablo 4.7. Çevrim Süresi: 90s, 156s ve 331s İçin Atıl Zaman Değerleri.....	120
Tablo 4.8. K120 için Farklı Çevrim Zamanlarında Hat Dengeleri.....	122
Tablo 4.9. İdeal Çevrim Süresi 110 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu.....	126
Tablo 4.10. İdeal Çevrim Süresi 224 Sn İçin Performans Ölçümü Tablosu.....	127
Tablo 4.11. İdeal Çevrim Süresi 110 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu.....	128
Tablo 4.12. İdeal çevrim süresi 379 sn için performans ölçüm tablosu.....	129
Tablo 4.13. İdeal Çevrim Süresi 90 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu.....	130
Tablo 4.14. İdeal Çevrim Süresi 169 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu.....	131
Tablo 4.15. İdeal Çevrim Süresi 90 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu.....	132
Tablo 4.16. İdeal Çevrim Süresi 168 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu.....	133

Şekiller Listesi

Sayfa No

Şekil 2.1. Sekiz Görevli Örnek Öncelik Diyagramı	15
Şekil 2.2. Sekiz Görevli Örnek Öncelik Matrisi.....	15
Şekil 2.3. Ürün (A) ile 2.Ürün (B) için Birleştirilmiş (C) Teknolojik Diyagramları..	16
Şekil 2.4. Tek Modelli Montaj Hattı Yapısı.....	21
Şekil 2.5. Çok Modelli Montaj Hattı Yapısı.....	22
Şekil 2.6. Montaj Hattı Dengeleme Problemlerinin Sınıflandırılması	23
Şekil 2.7. Montaj Analizi İçin Tasarım Aşamaları.....	24
Şekil 2.8. Mekanik Olmayan Hatların Çalışma Biçimi.....	30
Şekil :2.9. Çeşitli Montaj Hattı Yerleşimleri.....	35
Şekil 2.10. İşlevsel Montaj Hattı Tipleri.....	36
Şekil 2.11. Tek ve Çok Ürün İçin Montaj Hatları.....	37
Şekil 2.12. Mobilya Sektöründe Kullanılan Geleneksel Montaj Hattı Örneği.....	42
Şekil 2.13. Mobilya Sektöründe Uygulaması Yapılan Montaj Hattı Şeması.....	46
Şekil 3.1. Programın Tanıtım Görüntüsü.....	72
Şekil 3.2. Montaj Hattı Dengeleme Programının Ekran Görüntüsü.....	72
Şekil 3.3. Dosya İşlemleri Ekran Görüntüsü.....	73
Şekil 3.4. Kayıt İşlemleri Ekran Görüntüsü.....	74
Şekil 3.5. İşlem Öncesi Ekran Görüntüsü.....	75
Şekil 3.6. İşlem Öncesi Veri Girişi Algoritmasının Akış Şeması.....	76
Şekil 3.7. Montaj Hattı Ekran Görüntüsü.....	77
Şekil 3.8. Montaj Hattı Veri Girişi Algoritmasının Akış Şeması.....	78
Şekil 3.9. Veri Giriş Ekran Görüntüsü.....	79
Şekil 3.10. Gantt İşlemleri Ekran Görüntüsü.....	81
Şekil 3.11. Gantt İşlemleri Sonuç Görüntüsü.....	82

Şekil 3.12. Gantt İşlemleri Bilgi Giriş Görüntüsü.....	82
Şekil 4.1. Dilara Konsolun Çevrim Süresi 110 ve 10 Adet Ürün Dengeleme.....	86
Şekil 4.2. Dilara Konsolun Çevrim Süresi 110 ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş.....	93
Şekil 4.3. Dilara TV Dolabı Çevrim Süresi 110 ve 10 Adet Ürün İçin Dengeleme Uygulaması.....	96
Şekil 4.4. Dilara TV Dolabı Çevrim Süresi 110s ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması.....	102
Şekil 4.5. K120 Çevrim Süresi 900 Ve 10 Adet Ürün İçin Dengeleme Uygulaması.....	106
Şekil 4.6. K120 Çevrim Süresi 90 ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması.....	112
Şekil 4.7. K133 Çevrim Süresi 90 ve 10 Adet Ürün İçin Dengeleme Uygulaması..	115
Şekil 4.8. K120 Çevrim Süresi 90s ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması...	121

Resimler Listesi**Sayfa No**

Resim 4.1. Dilara Yemek Odası Takımı.....	85
Resim 4.2. Kenzel K120 Plazma TV Ünitesi.....	105
Resim 4.3. Kenzel K133 Plazma TV Ünitesi.....	114

BİRİNCİ BÖLÜM

ÜRETİM KAVRAMI ve SINIFLANDIRILMASI

1.1. Üretim Kavramı Ve Yönetimi

Üretim; ekonomistler ve mühendisler tarafından ayrı biçimlerde tanımlanır. Ekonomistlere göre üretim "fayda yaratmak" tır. Mühendisler ise üretimi, "fiziksel bir varlık üzerinde, onun değerini artıracak bir değişiklik yapmak veya hammadde ya da yan ürünleri, kullanılabilir bir ürüne dönüştürmek" olarak tanımlarlar.

“Üretim, insan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla mal ve hizmetlerin meydana getirilmesi işlemine denir. Üretim işlemi fiziki bir malın üretimiyle olduğu kadar, aynı zamanda hizmet üretimiyle de yakından ilgili bulunmaktadır. Üretim belirli girdilerin bir takım işlemlerden geçirilerek bir mal ya da hizmet haline dönüştürülmesine denir. Bu tanıma göre üretim işleminin üç önemli unsuru bulunmaktadır. Bunlar; girdi, işlem ve çıktıdır (Tekin, 2009, s.3.).

Üretim, temel amacı topluma değer (ürün veya hizmet) yaratmak olan ve insan gereksinimlerinin, doğa tarafından tam olarak karşılanamaması sonucu ortaya çıkan, insana özgü bir etkinliktir. Üretimin bu temel amacını gerçekleştirebilmek için, üretim etmenlerinin, belirli koşullar ve yöntemlerle bir araya getirilmesi gerekir.

Üretim etmenleri klasik olarak üç tanedir: Toprak (hammadde kaynakları), işçilik (insan gücü kaynakları) ve sermaye. Ancak gelişen teknolojiyle birlikte üretim sistemlerinin karmaşılaşması ve üretim kaynaklarının verimli kullanılması gereksinimi gibi etkenlerden dolayı yönetim kavramı da üretim faktörü olarak düşünülebilir.

Bu etmenlerden toprak; ülkenin maden yataklarını, ormanlarını, suyunu, enerji kaynaklarını vb. öğeleri içerir. İşçilik; ülkenin nüfusunu oluşturan insanların fiziksel ve düşünsel yeteneklerini içerir. Otomasyon ile üretimde az da olsa, yine insan gücünün payı vardır. Sermaye, aslında toprak ve işçilikten türeyen; para, alet, makine veya teknoloji şekline dönüşme yoluyla oluşan bir üretim faktörüdür (Kobu, 1979,

s.2). Yönetim ise, üretim amacıyla bir araya getirilen faktörlerin yönlendirilmesi, eşgüdümü ve kontrolü işlevidir.

Günümüzde bir yandan sürekli olarak yükselen yaşam düzeyinin, diğer yandan hızla artan dünya nüfusunun etkisiyle geçmişe göre daha karmaşık ürünlerin büyük miktarda üretilmesi zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Çok sayıda parçadan oluşan bir ürünün üretilmesi için; gerekli hammadde ve yarı mamullerin, çeşitli kaynaklardan uygun fiyatla ve istenilen zamanda sağlanması, her parçanın değişik standart ve özelliklere göre işlenmesi, işlenen parçaların istenilen yerlerde ve yeterli miktarlarda hazır bulundurulması ve tüm bu faaliyetlerin, işgücü ve makinelerden optimum şekilde yararlanılarak son derece sınırlı süreler içinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Bu sorunlar, üretim yönetiminin özel bir anlam ve önem kazanmasına yol açmıştır. Bir işletmenin yaşamını sürdürmesi, üretim yapmasına bağlıdır. Bu ilişkilerdeki aksamalar, işletmenin bir kısmının veya tümünün önemli kayıplara uğraması sonucunu doğurur.

Üretim yönetimi için şöyle bir tanım yapılabilir: Üretim yönetimi; işletmenin elinde bulunan malzeme, makine ve işgücü kaynaklarının, belirli miktarlardaki ürünün, istenilen niteliklerde, istenilen zamanda ve olanaklı ise en düşük maliyetle üretimini gerçekleştirecek biçimde bir araya getirilmesidir.

1.2. Üretimin Tarihsel Gelişimi

İnsanın, yaşamı için doğanın kendisine verdikleri ile yetinmesi durumunda fabrikasyon veya çağdaş bir üretim faaliyetinden söz edilemez. Dolayısıyla üretimin, insanoğlunun uygarlık yolunda ilk adımları atmaya başladığı tarihe kadar uzanan bir geçmişi olduğu söylenebilir. Ancak bugünkü anlamda üretimin doğuşu, insanlık tarihi içinde oldukça yenidir. Bunun nedeni, teknolojik gelişmelerin izlediği çizgidir. Makinenin, insan gücünün yerini almaya başlaması en fazla 200 yıllık bir geçmişe sahiptir.

Endüstri Devriminin 18. Yüzyılın sonlarında başlaması bugünkü üretim kavramlarının oluşmasında en önemli neden olup tek neden değildir. İnsanlığın eğitim ve toplumsal alanda gösterdiği ilerlemelerin ve yönetim yeteneğinin geliştirilmesinin ve bunlara bağlı diğer faktörlerin, üretim yönetiminin bugünkü durumuna ulaşmasında payları vardır (Kobu, 1979, s.7).

Çağdaş üretim yönetiminin aşamaları şöyle özetlenebilir (Tekin, 2009, s.7-9):

- 1776 yılında yaptığı çalışmalarda Adam Smith işin kısımlara ayrılması veya işbölümü ile üretim artışında sağlanacak gelişmeleri belirtmiştir,
- 1799 yılında Eli Whitney ve diğer araştırmacılar işin kısımlara ayrılması ve maliyet muhasebesi ile ilgili çalışmalarda bulunmuşlardır,
- 1830'larda Charles Babbage işbölümü ilkesinin uygulanması ile sağlanacak yararların ayrıntılarının saptaması, iş basitleştirme, uzmanlaşma ve reorganizasyon ile üretkenliğin artırılması yolunda deneyler yapmıştır,
- 1900 yılında Frederick Taylor bilimsel yönetimin kurallarını ortaya atmıştır,
- Aynı yıllarda Frank B. Gilbreth iş ve hareket ekonomisi konusunda çalışmıştır,
- 1901 yılında Henry L. Gantt makine, iş ve işçiler için şemalar geliştirmiştir,
- 1915 te F.W. Haris stok malları ile ilgili çalışmalar yapmıştır,
- 1927'de Elton Mayo tarafından insan ilişkilerinin araştırılmasına yönelik Hawthorne araştırmaları yapılmıştır,
- Yine 1931'de W.Shewhart ürün kalitesinin istatistiksel dağılımı ve kalite kontrol grafikleri ile ilgili çalışmalar yapmıştır,
- 1935'de H.F. Dodge ve H.G. Romig kalite kontrolünde istatistiksel örnekleme, muayene örnekleme planı ile ilgili uygulamalar yapmıştır,
- 1940'ta P.M.S. Blacket ve diğerleri yöneylem araştırmasını 2. Dünya Savaşında uygulamışlardır,
- 1947'de George B. Dantzig, William Orchard Hays ve diğerleri doğrusal programlama tekniğini bulmuştur,

- 1950’de A.Charnes, W.W. Cooper, H.Raiffa ve diğerleri, matematiksel programlama, doğrusal olmayan programlama ve stokastik modeller üzerinde çalışmalar yapmıştır,
- 1951’de Sperry Univac tarafından geniş boyutlu ticari hesaplamalar yapabilen dijital bilgisayarlar geliştirilmiştir,
- 1960 yılında L. Cummings, L. Porter ve diğerleri tarafından iş ve insan ilişkilerini konu alan organizasyonlarda davranış biçimleri üzerine çalışmalar yapılmıştır
- 1970’de W. Skinner tarafından iş geliştirme stratejileri ve politikaları üzerine araştırmalar yapılmıştır,
- 1970 yılından sonra üretim yönetiminde iki önemli gelişme ortaya çıkmıştır.

Bunlardan birincisi üretim teknolojisindeki gelişmelerle birlikte üretim sistemlerinde bilgisayarların kullanılması sonucu kitle halinde üretim yapılmasıyla üretim sistemlerinin ekonomideki öneminin artmasıdır. İkincisi ise üretim yönetiminde sadece belirli analizler yapılması yerine uygulamalı olarak yapılan araştırmaların önem kazanmaya başlamasıdır.

İşletmelerin yapısal değişimleri de üretim yönetimi fonksiyonunun gelişmesini etkilemiştir. İlk zamanlarda, küçük atölyeler şeklindeki işletmelerde üretimin planlama ve kontrolü (ÜPK) çalışmaları, ustabaşılar tarafından yürütülüyordu. İşletmenin büyümesi ile bu ustabaşılara yardımcıları verilmesi gerekmiştir. Böylece giderek ÜPK birimleri oluşmuştur. 2. Dünya Savaşı’nın olağandışı çalışma koşulları, üretim yönetimine bir izleyici ve kontrolcü niteliği kazandırmıştır. Ancak yine aynı devre içinde sorunların bilimsel yöntemlerle çözümlenmesi amacıyla yapılan yoğun çalışmalar, üretim yönetiminde araştırmacı, sistem geliştirici ve planlayıcı işlevlerin yer almasını sağlamıştır. Bugün izleme ve kontrol etme, üretim yönetiminin işlevlerinden sadece iki tanesidir. Üretim yönetiminin, diğer işletme bölümlerinin faaliyetleri ile ilgilenmesi ve bunların arasında bir koordinatör rolü oynaması, çok karmaşık bir haberleşme sistemi içinde yüklü bir evrak işlemi yapılmasını ve toplanan bilgilerin hızla değerlendirilmesini gerektirir. Bu nedenle sistem-otomasyon (bilgi-işlem) yöntemleri, üretim yönetiminin en önemli konularından biridir.

Gelecekte iki konuda sağlanacak gelişmelerin üretim yönetimini etkileyeceği söylenebilir. Bunlar; daha büyük kapasiteli ve hızlı bilgisayarların geliştirilmesi ve akademik çalışmalardan elde edilen bulguların uygulama oranının artmasıdır.

1.3. Sanayi ve Hizmet İşletmeleri

“Üretim sistemi, işletme sistemi içerisinde yer alan bir alt sistemdir. Üretim sistemi; işgücü, malzeme, bilgi, enerji, sermaye gibi girdilerin belirli bir dönüştürme sürecinden geçirilerek mal veya hizmetin üretildiği bir sistemdir” (Tekin, 2009, s.33)

1.3.1. Sınıflandırma Biçimleri

Ürün veya hizmet üretiminde üretim yönetimi açısından fark yoktur. Örneğin; bir cins üründen, büyük partiler halinde çok sayıda üretmek ile bu ürünü ülkenin çeşitli kentlerine dağıtmak üretim yönetimi açısından aynıdır. Ölçme birimi birincide adet olarak ürün, ikincide ise taşınan ton / km olabilir. Ancak bu da, ne planlama, ne de kontrol yöntemlerinde bir farklılık yaratmaz. Bu bölümde fiziksel üretim yani ürün üretimi ile ilgili sınıflandırmalar yapılacaktır.

Fiziksel üretimin yapıldığı belirli ve sabit bir alan içinde yer alan bina ve tesislere fabrika denir. Fabrika ile endüstri kavramlarının genellikle eş anlamda kullanıldığı görülür. Oysa endüstri, belirli tipteki bir üretim faaliyetine verilen ortak bir addır. Örneğin; çelik, kimya, ilaç, plastik ve tekstil endüstrilerinin her biri ayrı şirketlere ait fabrikalardan oluşur.

Ürünün mal veya hizmet oluşu, ürünün cinsi, fabrikanın durumu ve endüstri dalının özellikleri ile üretim yönetiminde görev alan elemanların bu konulardaki bilgileri arasında güçlü bir bağlantı bulunmadığı varsayılabilir. Üretim planlama ve kontrolünün üst düzeylerinde görev alan yöneticiler için, genel planlama ve yönetim tekniklerini bilmenin yeterli olacağı, alt düzeylere inildikçe üretim üzerinde ayrıntılı bilgi ve deneyim sahibi olmanın ağırlık kazandığı ifade edilebilir.

Üretim sistemlerini; üretim yöntemi, ürün cinsi, üretim miktarı veya üretim akışı gibi üç ölçüte göre farklı biçimlerde sınıflandırmak olanaklıdır.

1.3.2. Üretim Yöntemlerine Göre Üretim Sistemleri

Üretimin oluşmasında uygulanan genel yöntemlere göre şöyle bir sınıflandırma yapılmaktadır (Kobu, 1979, s.38):

a) Birincil Üretim: Doğada var olan hammaddelerin, işlenmek veya kullanılmak üzere çıkarılması söz konusudur. Üretilen maddeler, temel hammaddeler olarak adlandırılan demir, bakır ve diğer madenler ile kömür ve petrol gibi hammaddelerdir.

b) Analitik Üretim: Temel hammaddelerin bazıları, daha sonra ayırıcı işlemlerle parçalanıp işlenerek çeşitli ürünlere dönüştürülür. Bu üretimde ısı işlem, elektrokimyasal tepkime ve damıtma teknikleri kullanılır. Şeker pancarından şeker, petrolden benzin üretimi gibi.

c) Sentetik Üretim: Doğadan elde edilen temel hammaddelerin bazıları da birleştirici işlemlerle yeni ürünlere dönüştürülür. Sentetik kauçuk, alaşımlı çelik gibi.

d) Fabrikasyon Üretim: Temel veya diğer hammaddelerden şekil verme yoluyla yeni ürünler elde edilmesidir. Döküm, tornalama vb. yöntemlerle şekil vererek ürün üreten sistemler gibi.

e) Montaj Üretimi: Çeşitli hammadde, yan ürün ve parçaları sistematik biçimde bir araya getirilerek bir ürün üretmektir.

Bir fabrikanın, üretim yöntemlerine göre tanımlanan yukarıdaki sınıflardan salt birinin içinde olması şart değildir. Örneğin, bir demir-çelik fabrikasında hem analitik, hem fabrikasyon üretim vardır. Bazı parçaları kendi atölyelerinde üreten bir otomobil fabrikasında ise fabrikasyon ve montaj üretim yöntemleri birlikte uygulanır (Kobu, 1979, s.42).

1.3.3. Ürün Cinslerine Göre Üretim Sistemleri

Bazı durumlarda, üretilen ürünün nitelikleri, üretim sisteminin özelliklerinin belirlenmesinde daha fazla önem taşır. Fabrika binasının yapısı, kullanılan makineler, işgücü yapısı, belirli tip bir ürüne göre oluşabilir. Ürüne göre adlandırılan belli başlı üretim sistemleri şöyle sıralanabilir:

- Demir-çelik üretimi,
- Kömür üretimi,
- Takım tezgâhları üretimi,
- Kimyasal madde (Ağır kimyasal ürünler (sülfürik asit, soda vb.), gübre ve tarım ilaçları, boyalar, patlayıcı maddeler, ilaç hammaddeleri, temizlik maddeleri, kozmetik ürünleri, fotoğraf malzemeleri ve elektronik kayıt bantları, plastik maddeler, tekstilde kullanılan her çeşit yapay elyaf üretimi,
- Elektriksel araç-gereç üretimi,
- Elektronik ürünlerin üretimi,
- Tekstil ürünleri üretimi.

1.3.4. Üretim Miktarına Veya Üretim Akışına Göre Üretim Sistemleri

Üretim işlemi dört şekilde yapılmaktadır. Bunlar; (1) Sürekli Üretim, (2) Kesikli Üretim, (3) Karma Üretim, (4) Proje Tipi Üretimdir (Tekin, 2009, s.39).

1.3.4.1. Sürekli Tip (Seri) Üretim

Eldeki makine ve tesislerin yalnız belirli bir ürüne veya ürün grubuna ayrılması ile yapılan üretimdir. Burada söz konusu ürünün talep düzeyi ve üretim miktarları çok yüksektir. Bu tip üretim kendi içinde ikiye ayrılır: Kitle üretimi (mass production) ve proses (akış) tipi üretim

İki grup arasında önemli bir fark vardır. Kitle üretiminde standart bir üründen çok büyük miktarlarda ve uzun süre üretilir. Ancak gerekmesi durumunda makine,

yerleşim düzeni, kalıp, tertibat vs. de bazı değişiklikler yapmak suretiyle başka model bir ürünün üretimine geçme olanağı vardır.

1.3.4.2. Kesikli Tip Üretim

Üretimin, yapısı gereği kesikli olarak gerçekleştirildiği bir durumu ifade eder ve ikiye ayrılır: Yerleşik ürün üretimi ve parti tipi üretim

Yerleşik ürün üretimi, üretimin yapıldığı sürelerin düzeni bakımından üç alt gruba ayrılır: Az sayıda ürünün yalnız bir kez üretilmesi, az sayıda ürünün talep geldikçe, belirsiz aralıklarda üretilmesi ve az sayıda ürünün belirli (periyodik) aralıklarda üretilmesi.

Parti tipi üretim ise bir ürünün özel bir siparişini veya aralıklarla oluşan talebini karşılamak amacı ile belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilmesidir. Bir parti ürünün üretimi gerçekleşikten sonra makine ve tesisler, başka cins bir ürünün parti üretiminde kullanılabilir (Kobu, 1979, s.43).

1.3.4.3. Karma Üretim

Karma üretim, sürekli üretim ve kesikli üretimin karışımından meydana gelir. Karma üretimde piyasa talebine bağlı olarak sürekli üretim ön planda tutulur. Ancak müşterilerin özel sipariş şartlarına bağlı olarak sipariş üzerine üretim de yapılır. Gününüz sanayi işletmeleri genellikle karma üretim tipini yaygın bir şekilde uygulamaktadırlar (Tekin, 2009, s.41.).

1.3.4.4. Proje Tipi Üretim

Proje tipi üretimde, üretim sistemi bir tek ürüne göre üretim yapabilecek şekilde düzenlenmiştir. Proje tipi üretim sürekli üretim ve kesikli tip üretimin ortak özelliklerini taşımasına rağmen daha çok kesikli üretimin özelliklerine sahiptir (Tekin, 2009, s.42.).

1.4. Akış Hatları Ve Sınıflandırılması

Sürekli tip (seri) üretim sistemlerinin uygulandığı işletmelerdeki üretim hatları, akış hatları olarak düşünülebilir. Bu hatlarda ürün ya tek tek birimler halinde, ya da sürekli olarak birbirini izleyen iş istasyonlarındaki gerekli işlemlerin yapılmasıyla oluşur. Tesislerin, üretilecek ürünün özelliklerine göre tasarlandığı bu sistemler, teknolojik açıdan en gelişmiş üretim sistemini oluştururlar. Bir akış hattı, tek bir ürünü veya aynı ürünün benzer modellerini farklı işlem sırasıyla üretmek için tasarlanabilir.

Seri üretim sistemleri, dört ana ilke üzerine kurulmuştur: İş akışı ilkesi, birbirlerinin yerine kullanılabilen (ikame edilebilen) parçaların kullanımı, en az uzaklık ilkesi ve iş yükünün bölünmesi.

Bir ürünün akış hattı üzerinde verimli bir şekilde üretilebilmesi için, toplam iş yükünün, hattı oluşturan iş istasyonları arasında oldukça eşit bir şekilde dağıtılması gerekir.

Seri üretim sistemlerinin önemli özelliklerinden birisi de, sistemdeki istasyonların birbirlerine bağımlı olmalarıdır. Diğer bir deyişle, belirli bir aşamadaki aksama, hızla diğer aşamaları da etkileyecektir. Bu durumda böyle sistemlerin alt sistemlerinin işletme açısından güvenilir olmaları zorunludur. Bu da, sistem içinde bakım, malzeme ve kalite planlamasının etkili bir şekilde uygulanmasını gerektirir.

Kesikli seri üretim akış hatları kendi içinde ikiye ayrılır (Wild, 1971, s. 363). Transfer hatları ve montaj hatları (manüel akış hatları).

a) Transfer Hatları: Transfer makineleri olarak da bilinirler. Büyük ve karmaşık makinelerden oluşan üretim sistemleridir. Bu hatlar, düz veya devirli tiplerde olabilir. Genel olarak; transfer donanımı ile birbirine bağlanmış otomatik imalat makine serilerinin oluşturduğu üretim hatları, transfer hatları olarak adlandırılır.

b) Montaj Hatları: Bu hatların en belirgin özelliği, malzemelerin hat boyunca işgücünden yararlanılarak işlenmeleri ve bu işlemlerin de yine bir hat boyunca sıralanmasıdır.

Transfer hatları ve montaj katları kendi içinde de alt gruplara ayrılırlar. Alt gruplar ise değişik üretim hattı tiplerini içerirler (Acar ve Eştaş, 1986, s. 16).

Üretim hatlarının tüm gruplarında, bir veya daha çok tip ürün üretmek olanaklıdır. Tek tip ürünün söz konusu olduğu durumlarda hattın "hazırlanması", diğer bir deyişle tezgâh hazırlama, yeniden iş dağıtımı veya takım değiştirme gibi sorunlarla karşılaşmaz. Birden çok ürün tipinin üretildiği hatlarda ise, oldukça karmaşık sorunlarla karşılaşılır. Bu gibi durumlarda iki seçenek bulunmaktadır:

- İki veya daha çok ürünün/modelin ayrı yığınlarda üretilmesi. Çok ürünli/modelli sistem olarak nitelendirilen bu durumda, partiler arasında akış hattının yeniden düzenlenmesi gereksinimi ortaya çıkar.
- İki veya daha çok ürünün/modelin aynı anda hat üzerinde üretilmesi. Karışık ürünli/modelli sistem olarak nitelendirilen bu durumda ise oldukça karmaşık tasarım sorunlarıyla karşılaşmak olanaklıdır.

Hangi strateji seçilirse seçilsin, eğer hat üzerinde birden çok ürün/model üretiliyorsa, bu ürünlerin/modellerin iş yüklerinin benzer olması zorunludur. Bu benzerlik ne kadar büyük olursa, çok ve karışık ürünli sistemlerin kurulması da o kadar kolay olacaktır. Montaj hatlarında genellikle daha büyük bir esneklik söz konusudur. Örneğin; birçok otomobil montaj hattı, karışık model kuralına göre çalıştığından ve aynı otomobilin değişik modelleri veya farklı taşıt araçlarının art arda aynı hat üzerinde üretilmeleri söz konusu olur. Buna karşılık, transfer hatlarında bu esneklik yoktur. Genellikle transfer hatlarında tek modellenli ve büyük parti-çok modellenli üretim sistemleri görülür.

Transfer hatlarında malzeme, bir hat boyunca otomatik olarak transfer edilir ve parçalar otomatik olarak işlenir. Montaj hatlarında ise hat boyunca çoğunlukla işgücüne dayalı bir şekilde işlenir ve transfer edilir (Baksak, 1998).

İKİNCİ BÖLÜM

MONTAJ HATLARI TASARIMINA GİRİŞ

2.1. Montaj Hatları İle İlgili Temel Kavramlar

Montaj hattı dengeleme, son elli yıldır üzerinde yoğun çalışmalar yapılan ve çözümü için değişik yöntemler geliştirilen bir konudur. Bu problem, çeşitli bölümlere ayrılarak ele almakla birlikte, geliştirilen çözüm yöntemleri bu bölümlere göre farklılıklar göstermektedir. Bu bölümde öncelikle, montaj hattı literatüründe sık kullanılan temel kavramlara ve ölçütlere yer verilmiş, montaj hattı dengeleme problemi tanımlanmış ve sınıflandırılmıştır.

2.1.1. Montaj Hatları ile İlgili Temel Kavramlar ve Ölçütler

Montaj hattı dengeleme problemlerini nitelendiren eden temel kavramlar, problemlerin zorluk derecesini ifade eden ölçütler ve elde edilen çözümlerin kalitesini belirleyen performans ölçütleri aşağıda verilmiştir. Konuya ilişkin kavramların ve ölçütlerin tanımlanmasında kullanılan kısaltmalar aşağıda Tablo 2.1 .'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Problemin Tanımlanmasında Kullanılan Kısaltmalar

Kısaltma	Açıklama
i	Görev
N	Montaj işlemini oluşturan görev sayısı
t_i	i görevinin tamamlanma zamanı; $i = 1, \dots, n$
j	İstasyon
M	Montaj hattındaki toplam istasyon sayısı
M_{min}	Belirli bir çevrim zamanı için teorik minimum istasyon sayısı
S_j	j istasyonunun istasyon zamanı; $j = 1, \dots, m$
S_{max}	En büyük istasyon zamanı
BZ_j	j istasyonunun boş zamanı; $j = 1, \dots, m$
TBZ	Toplam boş zaman
C	Çevrim zamanı
C_{alt}	Çevrim zamanı için alt sınır
$C_{üst}$	Çevrim zamanı için üst sınır
D	Belirlenen dönemde üretimi gerçekleştirilecek ürün miktarı (adet)
T	Belirlenen dönemde aktif olarak kullanılan zaman (gün, saat, dakika, vs.)
DG	Denge gecikmesi
DI	Düzensizlik indeksi
P	Öncelik diyagramındaki bağlantı sayısı
Y	Öncelik matrisindeki toplam “0” sayısı
SK	Sıra kuvveti
EO	Esneklik oranı

Montaj Hattı: Bir montaj hattı, birbirlerine bir malzeme taşıma sistemi ile bağlanmış, belirli sayıda ardışık *istasyondan* meydana gelir. Malzemeler, bu istasyonlar arasında sabit bir taşıma hızıyla hareket ettirilir. Her istasyonda, ürünün işlemlerinin tamamlanması için gerekli olan *görevlerin* bir kısmı tamamlanır ve hattın sonuna geldiğinde, ürünün bütün işlemleri tamamlanmış olur.

Görev (i): Bir montaj hattında yapılması gereken toplam işin bölünebilen en küçük parçasıdır. Örneğin; bilgisayar montajında hard diskin yerine takılarak vidalarının sıkıştırılması, bu montaj işleminin çok sayıdaki en küçük parçalarından biridir ve bir görev olarak adlandırılır.

Görev Zamanı (t_i): Bir görevin tamamlanabilmesi için gereken zamandır. Montaj hattı dengeleme problemlerinin çözümünde bu zamanlar belirli (deterministik) olarak alınabildiği gibi, ortalaması ve standart sapması bilinen belirli bir dağılıma uygunluğu da (stokastik) kabul edilebilmektedir.

İstasyon (J): Montaj hattında yapılması gereken toplam işi oluşturan görevlerden bir kısmı, bu görevler arasındaki öncelik ilişkileri göz önüne alınarak istasyon adı verilen yerlerde gerçekleştirilir.

İstasyon Zamanı (S_j): Montaj hattındaki bir istasyonda yapılan görevlerin görev zamanlarının toplamı bu istasyonun istasyon zamanını (iş yükünü) meydana getirmektedir. İstasyon zamanlarının hesaplanmasında düz montaj hatları ile U-Tipi montaj hatları arasında bazı farklılıklar vardır. U-Tipi montaj hatlarının yapısı gereği, istasyonlardaki işçilerin yürüme zamanlarının da istasyon zamanına dâhil edilmesi gerekebilecektir.

Çevrim Zamanı (C): Standart bir çalışma temposu ile bir montaj hattının ucundan ardı ardına iki ürün çıkışı arasında geçen süredir. Başka bir ifade ile montaj hattını oluşturan bir istasyona, o istasyona atanan görevleri tamamlayabilmesi için ayrılan zamandır. Bir montaj hattının çevrim zamanı, o hattı oluşturan istasyonlara ait istasyon zamanlarının en büyüğüne ($\max \{ S_j \}$) eşittir veya daha büyüktür. Montaj işlemindeki görev zamanlarından en büyüğü ise, çevrim zamanı için alt sınırdır (C_{alt}). Belirli bir üretim döneminde ürüne olan talebin karşılanabilmesi için, çevrim zamanının belirli bir üst sınırı ($C^{üst}$) aşmaması gerekir. Bu üst sınır aşağıdaki Eşitlik 2.1 kullanılarak hesaplanır:

$$C^{üst} = T \div D \text{ (dakika} \div \text{adet)} \quad (2.1)$$

Bu sınırlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

$$\max \{ t_i \} \leq C \leq C^{üst} \quad \{ i = 1, \dots, N; J = 1, \dots, M \}$$

İstasyon Boş Zamanı (BZ): Montaj hattındaki bir istasyonun istasyon zamanı ile hattın çevrim zamanı arasındaki farktır. BZ_j , aşağıdaki Eşitlik 2.2 yardımıyla hesaplanır:

$$BZ_j = C - S_j \{j = 1, \dots, M\} \quad (2.2)$$

Toplam Boş Zaman (TBZ) ve Denge Gecikmesi (DG): Montaj hattındaki istasyonlarının boş zamanlarının toplamı, montaj hattının toplam boş zamanı olarak ifade edilir. TBZ' nin ürünün hat boyunca harcadığı toplam zamana oranı, hattın etkinliğinin bir ölçüsü olup, denge gecikmesi olarak adlandırılır.

DG, aşağıdaki Eşitlik 2.3 yardımıyla hesaplanır:

$$DG = 100 \times [TBZ \div (M \times C)] \quad (2.3)$$

Düzensizlik İndeksi (Dİ): Montaj hattı dengeleme problemlerinde amaç, her bir istasyonun istasyon zamanını çevrim zamanına eşit olacak şekilde düzenlemektir. Bu durumda TBZ ve doğal olarak DG sıfır olacaktır. TBZ' nin sıfıra yakın olması, beraberinde istasyonlar arasındaki iş yükü farkının da sıfıra yaklaşması anlamına gelmektedir. Fakat bu her zaman mümkün olmamaktadır. *Düzensizlik İndeksi* ise, dengeleme performansının bir ölçüsü olarak kullanılır. $Dİ$, her bir istasyon zamanının en büyük istasyon zamanından farklarının kareleri toplamının kareköküdür. Mükemmel dengelenmiş hatlarda $Dİ$ değeri sıfırdır. $Dİ$, aşağıdaki Eşitlik 2.4 yardımıyla hesaplanır:

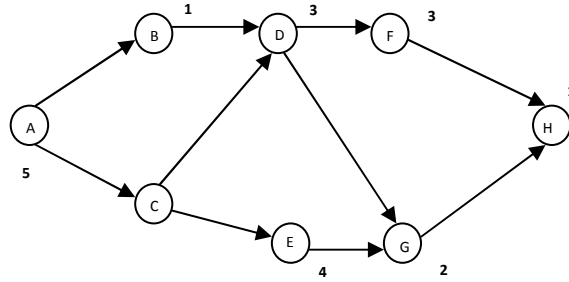
$$Dİ = \sqrt{\sum_{j=1}^M (S_{\max} - S_j)^2} \quad (2.4)$$

Öncelik Diyagramı: Bir ürünün montaj işlemini oluşturan görevler arasında bazı öncelik veya ardıllık ilişkileri söz konusu olmaktadır. Bir montaj hattındaki j görevinin yapılabilmesi için önce i görevinin yapılmış olması gerekiyorsa, i görevi j görevinin *öncülü*, j görevi ise i görevinin *ardılı* 'dır denir.

Aşağıda Sekil 2.1' de sekiz adet görevden meydana gelen bir montaj işleminin görevleri arasındaki öncelik ilişkilerini gösteren bir öncelik diyagramı görülmektedir.

Şekil 2.1 .'deki dairelerin içerisinde bulunan rakamlar görev numaralarını, dairelerin yanında bulunan rakamlar da bu görevlerin belirlenmiş tamamlanma zamanlarını (dakika) ifade göstermektedir.

Şekil 2.1. Sekiz Görevli Örnek Öncelik Diyagramı

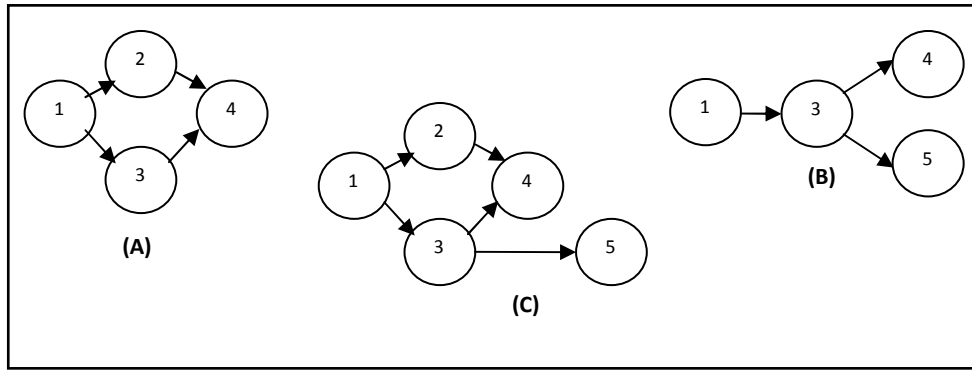


Öncelik matrisi: Bir montaj işleminde bulunan görevler arasındaki öncelik ilişkilerinin ifade edildiği, boyutu montaj işlemindeki görev sayısına eşit olan ve a_{ij} elemanlarından meydana gelen ikili (binary) bir kare matristir. Eğer öncelik diyagramındaki j görevi i görevini takip ediyorsa yani ardılı ise, öncelik matrisinin a_{ij} elemanı "1" değerini, aksi durumda "0" değerini alacaktır. Öncelik matrisi, öncelik ilişkilerinin bir diyagram ile değil de bir matris ile gösterilmesini sağlamaktadır. Şekil 2.1' de verilen öncelik diyagramına ait öncelik matrisi aşağıda Şekil 2.2' de görülmektedir.

Şekil 2.2. Sekiz Görevli Örnek Öncelik Matrisi

	Görev								
		A	B	C	D	E	F	G	H
Görev	A	-	1	1	1	1	1	1	1
	B		-	0	1	0	1	1	1
	C			-	1	1	1	1	1
	D				-	0	1	1	1
	E					-	0	1	1
	F						-	0	1
	G							-	1
	H							-	-

Birleştirilmiş öncelik diyagramı: Birden fazla modelin öncelik ilişkilerinin birleşiminden oluşur. Şekil 2.3'de, iki ayrı modelin teknolojik öncelik diyagramları ve bunların tek bir diyagram halinde birleştirilmiş durumu görülmektedir. Birleştirilmiş diyagram, farklı modeller arasındaki öncelik ilişkilerinde bir çelişkinin olmadığı durumlar için uygundur. Örneğin, eğer A modelinde 1 no.lu iş ögesi 2 no.lu iş ögesinden önce geliyorsa, diğer hiçbir modelde 2 no.lu iş ögesi, 1 no.lu iş ögesinden önce gelemez.



Şekil 2.3. Ürün (A) ile 2.Ürün (B) için Birleştirilmiş (C) Teknolojik Öncelik Diyagramları (Aydoğdu, 2005)

Sıra Kuvveti (SK) ve Esneklik Oranı (EO): Bunlar, montaj hattı dengeleme problemlerinin zorluk derecesini ifade eden ölçütlerden ikisidir. Bu ölçütler, öncelik ilişkileri diyagramı ve öncelik matrisi kullanılarak, montaj hattı dengeleme problemlerindeki öncelik ilişkilerinin göreceli sayısını belirler. Bu ölçütler ayrıca, problemin çözümünde elde edilebilecek uygun çözüm sayısının birer ölçüsü olup, her ikisinin de alabileceği değerler 0 ile 1 arasında değişmektedir. *EO*, *SK*'nin tersi niteliğindedir. *EO*'nun 0'a yaklaşması durumunda *SK* değeri 1'e yaklaşacaktır. *SK* ve *EO* değerleri sırasıyla aşağıdaki Eşitlik 2.5 ve Eşitlik 2.6 kullanılarak hesaplanır:

$$SK = (2 \times P) \div [N \times (N-1)] \quad (2.5)$$

$$EO = (2 \times Y) \div [N \times (N-1)] \quad (2.6)$$

Eşitlik 2.5' deki P değeri, öncelik diyagramdaki görevler arasındaki bağlantıların sayısını, Eşitlik 2.6'daki Y değeri ise öncelik matrisindeki "0" değerlerinin sayısını ifade etmektedir.

Hiçbir öncelik ilişkisi olmayan bir montaj hattı dengeleme probleminde SK değeri 0' a, EO değeri ise 1' e eşittir.

Montaj hattı dengeleme literatüründe sıkça kullanılmakta olan kavramlar ve ölçütler yukarıda açıklanmıştır. Bu kavramlar ışığında aşağıda, montaj hattı dengeleme probleminin tanımlanmasına ve sınıflandırılmasına yer verilmiştir.

Bir montaj hattı, belirli sayıda sıralı iş istasyonlarından meydana gelir. Montajı gerçekleştirilen ürünler, sabit bir akış temposu ile bu istasyonlar arasında hareket eder ve her istasyonda ürünün toplam iş yükünün bir bölümü tamamlanır. Bu bağlamda, montaj hattının işletilmesinde ortaya çıkan önemli bir karar problemi olan montaj hattı dengeleme problemi aşağıda tanımlanmıştır;

Montaj hattı dengeleme, görevler arasındaki öncelik ilişkilerini ihlal etmeyecek, varsa bölgeleme kısıtlarını sağlayacak ve verilen çevrim zamanını aşmayacak şekilde montaj hattındaki görevlerin, belirli bir performans ölçütünü eniyileyecek şekilde istasyonlara atanması problemidir (Baybars, 1986).

Montaj hattı dengeleme problemi, değişik sınıflara ayrılmaktadır ve her sınıfı için problemin sahip olduğu varsayımlar ve kısıtlar farklılık göstermektedir. Montaj hattı dengeleme problemlerinin temeli olan *tek modellenli ve deterministik görev zamanlı düz montaj hattı dengeleme probleminin* temel varsayımları ve başlıca kısıtları şunlardır (Gökçen, 1994).

Problemin varsayımları:

- Montaj hattında tek bir ürünün montajı büyük miktarlarda gerçekleştirilir.
- Görev zamanları deterministiktir.
- Problemin öncelik diyagramı bilinmektedir.
- Bir görev iki ya da daha fazla sayıda istasyon arasında paylaşılamaz.

- Bir görev, kendisinden önce gelen görevler (öncülleri) tamamlanmadan başlayamaz.

Problemin kısıtları:

- *Atama kısıtları:* Bütün görevler tamamlanmak zorundadır. Yani; montaj işlemine ait her görev mutlaka bir istasyona atanmak zorundadır. Bir görev sadece bir istasyona atanabilir.
- *Çevrim zamanı kısıtları:* Herhangi bir istasyonun istasyon zamanı, belirlenen çevrim zamanını aşamaz.
- *Oncelik ilişkileri kısıtları:* Bir görevin bir istasyona atanabilmesi için o görevin bütün öncüllerinin daha önce oluşturulan istasyonlara veya üzerinde atama yapılmakta olan istasyona atanmış olması gerekir.

Yukarıda verilen kısıtlar, düz montaj hattı dengeleme problemlerinin her sınıfı için geçerlidir. Düz montaj hattı dengeleme problemlerinin diğer sınıflarında, problemin yukarıda verilen varsayımlar farklılık göstermektedir.

Denge Kaybı (DK): İş istasyonları arasındaki montaj işlemlerinin dengesiz bir şekilde dağıtılmasından kaynaklanan boş süredir. Bir montaj hattı mükemmel bir şekilde dengelenmiş ise, tüm iş istasyonlarının süreleri eşit olup, hiçbir gecikmeye izin vermeyecek derecede düzgün bir ürün akışı gerçekleşir. Uygulamada daha kısa iş tahsis edilen operatörler her çevrim sonunda gerçekte boş kalmayacak, bunun yerine daha yavaş bir tempo ile çalışmasını sürdürecektir. Denge kaybı, iş istasyonlarındaki ortalama boş zamanın çevrim süresine oranı olarak ifade edilmektedir.

Hat Etkinliği (HE): Toplam iş süresi, iş istasyonlarına atanan iş öğelerinin süreleri toplamı olan iş istasyonu süresi değerlerinin genel toplamıdır. Bir anlamda bu süre, hat nasıl dengelenirse dengelensin, etkin olarak gerçekleştirilen işlerin toplam süresidir. İşte bu toplam etkin sürenin (toplam iş süresinin) dengeleme sonucunda montaj için ayrılması gerektiği saptanan süreye oranı, hat etkinliği olarak adlandırılan değeri verir. Hat etkinliği; montaj hattındaki toplam işgücünün ne kadarlık bir yüzdesinin kullanıldığını gösteren önemli bir ölçektir.

Kuramsal Etkinlik (KE): Hattın, belirlenmiş çevrim süresinden hareketle, en az istasyon sayısı ile kurulması durumundaki etkinliğidir. Hat etkinliğinin üst sınırı olup iş öğelerinde yapılabilecek düzenlemelerle üst düzeye çıkarılabilir (Baskak, 1991).

Yatay Dengeleme (YD): Yatay dengelemenin amacı belirli bir istasyon içerisindeki model sürelerinin birbirine yaklaştırmaktır. Eğer bir istasyondaki çalışanın değişik modellerdeki iş yükü büyük değişimler gösteriyorsa, ortalama çıktısı yeterli olsa bile peş peşe yüksek iş yükü gerektiren modellerle başa çıkamayabilir.

Dikey Dengeleme (DD): Dikey dengeleme yapılırken ortalama istasyon süresi göz önünde bulundurularak model bazında, her bir istasyona dağıtılan iş yükünün ortalama iş yüküne yakın olması sağlanır. Bir diğer deyişle dikey dengelemenin amacı her model için işleri istasyonlara düzgün dağıtmaktır (Merengo ve diğ., 1999).

Montaj hattı, bir ürünü oluşturan parçaların, aralarındaki öncelik ilişkileri gözetilerek, bir hat boyunca sıralanan iş istasyonlarında birleştirildiği üretim sistemleridir. Montaj hatlarının en belirgin özelliği malzemelerin üretim hattı boyunca işgücünden de yararlanarak aktarılmasıdır. Birçok ürün, stok noktaları ve montaj hatları şebekesiyle birleştirilen alt montaj ve parçaların beslediği montaj hattı sistemleri ile üretilmektedir. Montaj hattı, her birinde bir veya birden fazla işlemin yapıldığı iş istasyonları ve bunları birbirine bağlayan taşıyıcıdan oluşmaktadır (Acar ve Eştaş, 1986).

Kitle üretim sistemlerinin en önemli ögesi olan montaj hatları, çeşitli kriterlere göre çok farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Montaj hatları ürün çeşitliliğine göre genel olarak üç gruba ayrılmaktadır (Chakravarty, 1985):

1. Tek modelli (simple) montaj hattı
2. Çok modelli (multi-model) montaj hattı
3. Karma modelli (mixed-model) montaj hattı

Başlangıçta tek bir ürünün üretilmesi için tasarlanan montaj hatları kullanılmakta iken, kitle üretim sistemlerinin gelişmesine paralel olarak çok modelli ve karma modelli montaj hatlarının kullanımı gündeme gelmiştir.

Tek Modelli Hatlar: Bunlar, tek bir model veya ürünün üretimine ayrılmış özel hatlardır. Bu tip hatların tasarımı daha basittir.

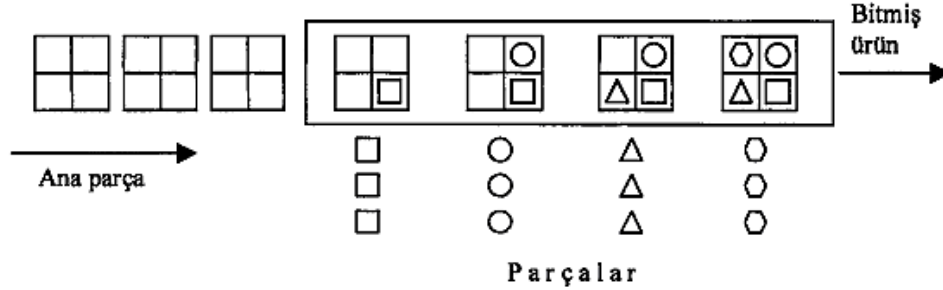
Tek modellenli montaj hatları, tek tip bir ürünün veya modelin üretildiği montaj hatlarıdır. Talep düzeyi montaj hattı kapasitesinin tamamını kullanacak kadar büyüktür. Tek modellenli montaj hatlarının temel yönetim problemleri; çevrim süresinin belirlenmesi, iş istasyonu sayı ve sırasının belirlenmesi ve en önemlisi montaj hattının dengelenmesidir. Montaj hattı dengeleme, işlerin önceden belirlenmiş öncelik kurallarının gözetilerek, istenen bazı özellikleri eniyileyecek şekilde istasyonlara atanması işlemidir (Redford ve Chal, 1994). İş yükünün istasyonlar arasında eşit olarak dağıtılması üretim kaynaklarının verimli kullanılması için gereklidir. Tek modellenli montaj hattı dengeleme problemlerinin çözümü için genellikle "iş istasyonu sayısının enküçüklenmesi" ölçütü kullanılmaktadır. Bunun yanında "toplam boş bekleme süresinin enküçüklenmesi", "verilen bir istasyon sayısı için çevrim süresinin enküçüklenmesi" ve "dengeleme gecikmesinin enküçüklenmesi" literatürde karşılaşılan diğer performans ölçütleridir.

Montaj Hattının Tarihsel Gelişim Süreci 1950'lerde başlamış ve günümüze kadar güncelliğini korumuştur. Yapılan çalışmalarda genellikle hat üzerindeki dengeleme kaybını enküçükleyecek şekilde iş elemanlarının iş istasyonlarına atanması amaçlanmaktadır.

Tek modellenli montaj hatlarının dengelenmesi problemi için çok sayıda yordam ve analitik çözüm yöntemi geliştirilmiştir. Analitik yöntemler, en iyi çözümü vermelerine karşılık, ancak küçük ölçekli problemler için kabul edilebilir bir sürede sonuca ulaşılabilir. Yordamsal yöntemlerle her zaman en iyi çözüm elde edilememekte, ancak daha kısa sürede iyi bir çözüm türetilmektedir.

Talbot ve diğerleri (1986), hat dengeleme için geliştirilen yordamların karşılaştırmalı analizini yapmışlardır. Baybars (1986), montaj hattı dengeleme problemlerine yönelik geliştirilen çalışmaları değerlendirmiştir. Literatürde montaj hattı dengeleme problemlerine yönelik geliştirilen yöntemleri değerlendiren daha pek

çok çalışma vardır. Bunların bir kısmı Hoffmann (1990), Baybars (1984), Groflin ve diğerleri (1989) şeklinde sıralanabilir.



Şekil 2.4. Tek Modelli Montaj Hattı Yapısı (Hasgül, 1999).

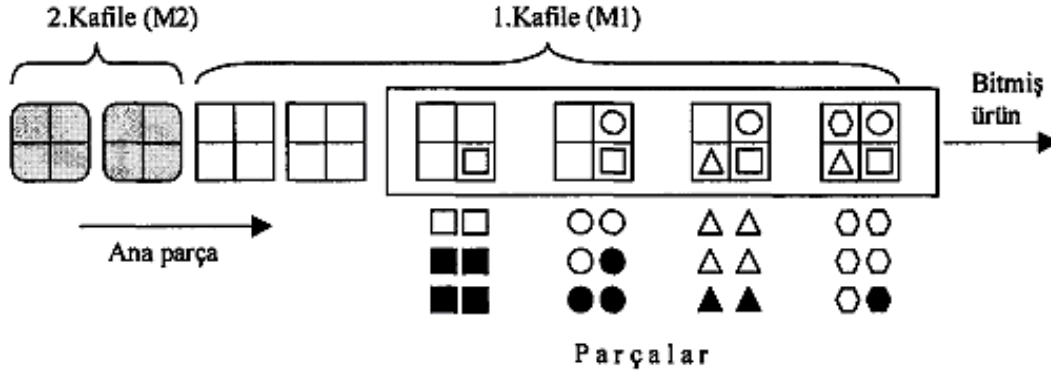
Hasgül'ün, (1999) aktardığına göre, tek modelli montaj hatları için son yıllarda yapılmış bazı özel çalışmalar da literatürde yer almıştır. Bartholdi (1993), montaj hattının iki tarafında yapılmakta olan işlemlerin dengelenmesi için bir yöntem geliştirmiştir.

Çok Modelli Hatlar: Bu tür hatlarda farklı ürünler veya aynı ürünün iki veya daha çok benzer tipi, ayrı yığınlar halinde üretilir. Her model, bu hat üzerinde ayrı bir yığın oluşturur. Ürünler veya modeller, genellikle iş öğelerinin benzer bir sırasını gerektirir. Bu nedenden dolayı, değişik modellerin üretimi için aynı hat kullanılabilir. Çok modelli montaj hatları, yığınlar büyük ise tek modelli montaj hatlarına, küçük ise karışık modelli montaj hatlarına benzerlik gösterirler.

Çok modelli montaj hattı, bir ürünün birden fazla model veya tipinin partiler halinde üretildiği hatlardır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan çok modelli montaj hatlarında, tek model montaj hattı için geçerli olan problemlerin yanı sıra; "Ürün grupları hangi sırayla ve hangi büyüklükte üretilecek?" sorusuna cevap aranır. Eğer katile hacmi çok büyük ise tek model, çok küçük ise karma model montaj hattı özelliği söz konusudur.

Çok modelli hatlarda bir ürünün değişik modelleri veya farklı ürünler üretilir. Her iki durumda da ürünlere benzer montaj işlemleri uygulanır. Başlangıçta montaj hattı belirli bir modelin üretimi için hazırlanır ve istenen üretim

hacminden sonra diğer modellerin üretimleri için montaj hattında gerekli düzenlemeler yapılarak ikinci ürün grubu üretimi gerçekleştirilerek süreç devam eder. Şekil 2.5'te çok modellenli montaj hatlarının işleyişini gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Çok Modelli Montaj Hattı Yapısı (Hasgöl, 1999)

Çok modellenli üretim hatlarının tasarımı için aşağıda belirtilen problemlerinin çözümü gerekir.

- 1) Her parti için montaj hattı nasıl dengelenecek?
- 2) Parti büyüklükleri ne olmalı?
- 3) Partiler hangi sıraya göre üretilecek?

Her bir model türü için parti büyüklüklerin belirlenmesi talep düzeylerine ve hattın işletim maliyetlerine bağlıdır. Farklı modellerin kafele sırası ise montaj hattı hazırlık (ürün değişimi) maliyetlerinden etkilenmektedir. Bu problem belirli bir zamanda, toplam hazırlama maliyetlerini enküçükleyen parti sırasının belirlenmesi şeklinde tanımlanabilir. Parti sırasının önem kazanmasının başlıca nedeni hazırlama maliyetlerinin genellikle sabit olmayıp üründen ürüne değişken bir nitelik taşımasıdır.

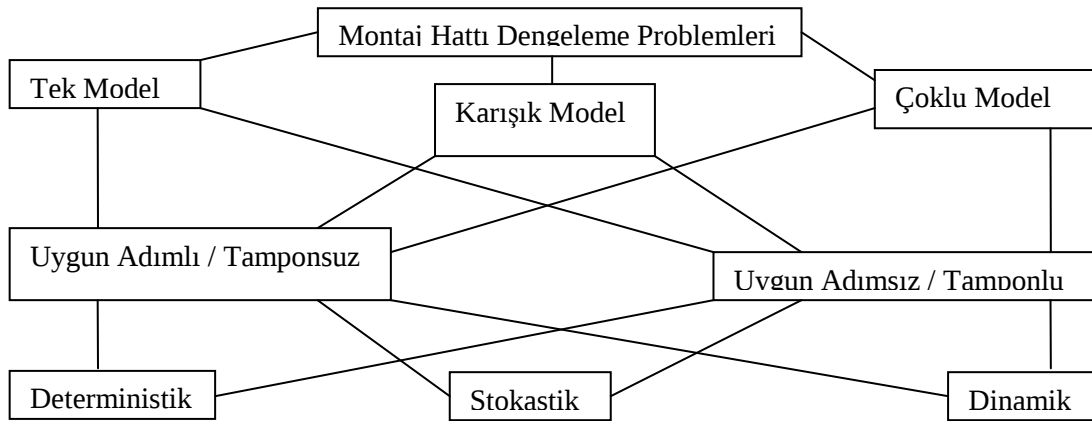
Çok modellenli montaj hatlarında, her modelin üretimi için hat dengeleme problemleri birbirlerinden bağımsız olarak tek model montaj hattı dengeleme yöntemleriyle çözümlenebilir (Hasgöl, 1999).

Karma Modelli Hatlar: İki veya daha çok benzer ürünün veya bir ürünün değişik modellerinin, aynı anda ve karışık olarak üretildiği montaj hatlarıdır (Acar ve Eştaş,

1991). Bu tür üretimde, kuramsal olarak büyük miktarlarda bitmiş ürün stoklarına gereksinim olmayıp, çok modellenli hatların tersine, tüketicinin istekleri, sürekli bir şekilde yapılan üretimle karşılanır. Otomobil ve kamyon montaj hatları, bu duruma örnek olarak verilebilir. Karma modellenli hatlarda gözlenen temel olumsuzluk, modellerin özelliğinden kaynaklanan, ayrı iş parçalarının; eşit olmayan iş akışlarına, boş istasyon sürelerine ve daha fazla istasyon sayısına neden olmasıdır.

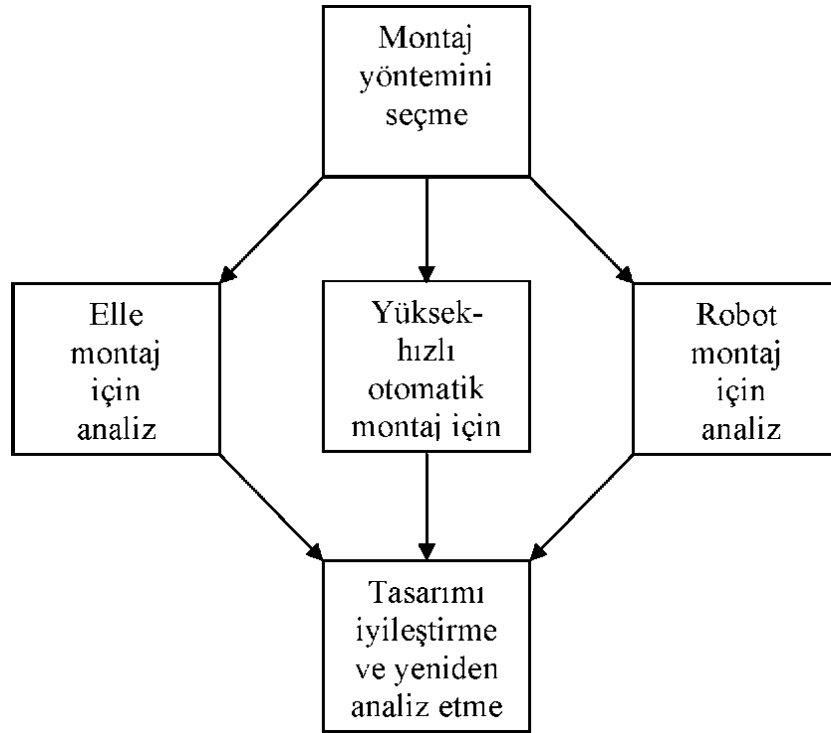
2.2. Montaj Sistemlerinin Sınıflandırılması

Montaj hattı üretim sistemleri, farklı endüstri ortamlarında görülmekte olup çok çeşitli ürünleri üretmek için kullanılır. Örneğin; özellikle, araba, motor, ev aletleri, mobilya, televizyon, bilgisayar ve diğer elektrikli aletler gibi tüketim maddelerini üretmek için kullanılır. Bu ürünler, oldukça çeşitlidir ve çeşitli üretim sistemlerinin oluşturulmasını gerektirir. Sonuç olarak, çok sayıda dengeleme problemi göz önüne alınmaktadır. Bu kısımda, literatürde göz önüne alınmış dengeleme problemlerinin özelliklerinden ve varsayımlardan bahsedilecektir. Şekil 2.6. literatürde göz önüne alınmış montaj hattı dengeleme problemlerinin başlıca özellikleri ve birbirleriyle olan ilişkilerini göstermektedir.



Şekil 2.6. Montaj Hattı Dengeleme Problemlerinin Sınıflandırılması (Scholl, 1995)

Üç temel montaj sistemi vardır: Elle çalışan (manüel), otomatik/yarı otomatik ve robotlar. Bu yöntemlerin her biri ayrı ayrı kullanıldığı gibi, bunlar arasında bir kombinasyon yapılarak da kullanılmaktadırlar. Uygulamada en başta, montajın ekonomikliği ve uygunluğu göz önünde bulundurularak bir analiz (Şekil 2.7.) yapılmalıdır.



Şekil 2.7. Montaj Analizi İçin Tasarım Aşamaları (Baskak, 2005)

2.2.1. Elle (İnsanlı-Manüel) Montaj Sistemi

Bu sistemde oldukça basit âletler kullanılır ve küçük miktardaki partiler için uygundur. İnsan elinin ve parmaklarının yetenekleri ve insanın herhangi bir yanlış duyu organlarını kullanarak hissettiğinde hemen bir geri bildirimde bulunarak düzeltmeler yapması nedeniyle, işçilerin montajı, hatta karmaşık parçaların montajını bile az bir zorlukla elle yapabilmesi olanaklıdır. Elle montajda operatör önemli yeteneklere sahiptir. Operatörler, parçayı farklı yerlerden, farklı konumlarda alabilirler ve oldukça verimli bir şekilde yerine yerleştirirler. Ancak bunun istisnalarının olduğu durumlar da vardır:

- Çok küçük parçalar
- Çok büyük veya ağır parçalar
- Tutulması zor parçalar (keskin yüzeyli, ince, kırılgan vb.)
- Tek olarak tutulması ve/veya alınması zor parçalar
- Hemen hemen aynı görünümüne sahip parçalar

Burada belirtilen kolaylık ya da zorluk, işlemin aldığı süre ile doğru orantılıdır. Yukarıda belirtilen istisnalar zaman alan işlemlerdir. Tipik elle montaj hatlarına; otomobil, kamera, elektrik motoru, mobilya ve pompa üretimleri örnek olarak verilebilir. Paralel veya seri olabilen elle montaj sistemleri kendi içinde iki alt sınıfa ayrılır:

Tek istasyonlu elle montaj sistemi: Tek İstasyonlu elle montajda, hareketin kontrolü ve montaj operatörünün karar verme yeteneği, iyi eğitilmiş bir operatör varsayımı altında, temel makine ve yapay zekâ sistemlerine kıyasla daha üstündür. Bu tip bir sistemde, çoğunlukla karışık yapılı ancak kısıtlı miktarlarda üretilen ürünler için kullanım söz konusudur. Üretim süreci boyunca taşınması ekonomik olmayan yüksek hacimli fırınların, uçakların ve deniz taşıtlarının üretimi için kullanılan montaj sistemleridir.

Çok istasyonlu elle montaj sistemi: Bu tip montaj sistemleri, yapılacak işlemlerin alt işlemlere bölünerek birden fazla istasyonda gerçekleştirilmesi esasına dayanır. Montaj hattı mantığının ve bugün kullanılan pek çok karmaşık montaj hattı yapısının oluşması, bu sistemin evrimleşmesi sayesinde gerçekleşmiştir.

Çok istasyonlu insanlı montaj hatlarında, her istasyonda yapılacak iş ile ilgili ayrıntıların belirli bir kısmı gerçekleştirilerek, hatta işlem gören yarı ürün bir sonraki istasyona aktarılır. İstasyonlarda çalışan işçiler sürekli aynı işi yaptıklarından, bu iş üzerinde bir uzmanlaşma söz konusu olmaktadır. Bu nedenle işçiler belirli bir süre sonra aynı işi daha hızlı ve daha kaliteli gerçekleştirebilmektedirler. Bu tip bir montaj sisteminin ekonomik olması için üretimin yüksek miktarlarda gerçekleşmesi gerekir.

2.2.2. Otomatik ve Yarı Otomatik Montaj Sistemi

Montaj için özel olarak tasarlanmış transfer mekanizmaları kullanılır. Salt paralel olabilen otomatik montaj, birçok avantaj sunmaktadır. Bunlardan en önemlisi, mekanik montajda bulunan operatörün yerini otomatik araçların almasıdır. Böylece, basit işler otomatik olarak yapılırken; kişi, otomasyonla ekonomik olmayan işlere yönlendirilir (Baskak, 2005).

Diğer avantajlar aşağıdaki gibidir:

- Montaj maliyeti düşer.
- Verimlilik artar.
- Daha uygun ve tutarlı ürün üretilebilir.
 - Güvenlik (operatörün tehlikeli işlemlerden uzaklaştırılması) sağlanır.

Otomatik montajda dikkat edilmesi gerekenler ise şunlardır:

- Parçaları aşırı yükleme ve rotalama en küçüklenmelidir.
- Tasarım salt basit hareketlere gereksinim duymalıdır.
- Bağlama elemanları düşey ya da diğer bir yönde en az şekilde yönlendirilmelidir.
- Vida, cıvata, perçin gibi bağlama elemanları kullanılmamalıdır.
- Montaj; koparma, birleştirme, etiketleme, delme ve çeşitli presleme işlemlerinden oluşmalıdır.
- Bağlama elemanları standart olmalı ve olanaklı ise boyutları aynı olacak şekilde ayarlanmalıdır.

Otomatik montaj sistemleri iki tiptir (Baskak, 2005):

a) Özel amaçlı montaj sistemleri: Bu tip montaj sistemleri, genellikle özel (tek tip) bir ürünün üretimi için kurulurlar. Tek amaçlı çalışma başlığından oluşan bir transfer aygıtı ve çeşitli istasyonlardaki besleyicilerden oluşur. Transfer aygıtı, senkronize veya asenkronize ilke ile çalışıyor olabilir.

b) Programlanabilir montaj sistemleri: Programlanabilir çalışma başlıkları veya robotlar ile kurulan bu sistemler, her bir istasyonda birden fazla farklı işlemin yapılabilmesi esnekliğini sağlarlar. Böylece üretim hacminde azalma olmadan, tasarım değişikliklerine ve ürün çeşitliliğine izin veren montaj sistemleri kurulmuş olmaktadır.

Otomatik montaj sistemleri; montajı yapılan parçaları bir istasyondan diğerine taşıyan taşıma sistemleri, montaj işlemini gerçekleştiren otomatik iş kafaları, operatörün daha karmaşık montajları yapması için gereken boş iş istasyonları ve operasyonların başarısını kontrol eden denetim istasyonlarından oluşur. Otomatik iş kafaları, magazin ile elle ya da otomatik besleyiciler tarafından beslenebilir.

Montaj makineleri genellikle, taşıma sistemine uygun tasarlanır. Örneğin, düz hat montaj makinesinde iş parçaları düz bir hat üzerinde hareket eder. Dönel montaj makinelerinde ise, taşıma dairesel bir yol üzerinde olur. Her iki tür makine için de, taşıma sürekli ya da kesikli olabilir. Sürekli taşımada, iş parçaları sabit bir hızla hareket ederken iş kafaları da ileri ve geri yönde çalışır.

Otomatik montaj makineleri ile ilgili ciddi sorunlardan biri, makine beklemelerinden kaynaklanan üretim kayıplarıdır. İnsanlı montaj hatlarında, operatör hatalı parçaları hızla çıkarabilir ve böylelikle az üretim kaybı olur ya da hiç olmaz. Hatalı bir parça ile beslenmiş otomatik iş kafası, hata bulunup giderilene kadar makinenin beklemesine neden olur. Dolayısıyla, otomatik montajda kullanılacak parçaların kalite düzeyi, düşünülmesi gereken ilk etmendir.

Otomatik montaj sistemleri, üretim hacminin çok yüksek olduğu durumlarda karlıdır. Yaklaşık olarak, yıllık üretim miktarının 500.000 adet'in üzeri olduğu durumlarda başarı şansının çok yüksek olduğu ileri sürülmektedir. Bu da, sistemin ekonomik açıdan değerlendirilmesinde ikinci etmen olarak düşünülebilir.

Diğer bir etmen ise, parçaların beslenmesi ve montajıdır. Bu noktada, karar vericinin karşısına dört olası durum çıkar:

- Otomatik besleme ve montaj

- Elle besleme ve montaj
- Otomatik besleme ve elle montaj
- Elle besleme ve otomatik montaj

İşletme bunları ve benzeri birçok etmeni göz önünde bulundurmalı ve otomatik montaj sisteminin kurulup kurulmayacağı kararını vermelidir.

2.2.3. Robot Montajı ve Esnek Montaj Sistemleri

Bir veya iki genel amaçlı robot, tek bir istasyonda veya robotlar çok istasyonlu bir montaj sisteminde çalışırlar. Paralel veya seri olabilirler.

Basit montaj ve malzeme taşıma robotları bilgisayar kontrolü altında basit mekanik bir kol olup bugün endüstride en çok kullanılan türdür. Robotlar için çok sayıda farklı boyut, kapasite ve yetenek seçenekleri vardır. Montaj robotları alanında, x-y-z doğrusal hareketli, elektro optik konum merkezleme sistemli, sıkıştırıcı, tornavida gibi donanımlara sahip küçük montaj robotları vardır. Özel aletler, tork ve güç duyarlılığı için geri besleme sinyalli, servo sürümlü ve bilgisayar kontrollüdür. Böyle bir robot, küçük montaj uygulamalarında kullanılır. Robot montajının dört adet parametresi vardır:

- Taşınan parçaların ağırlığı
- Montajın doğru gerçekleştirilmesini sağlayan yinelenebilirlik
- İşlemcinin hızı
- Yapılacak işin büyüklüğü

Esnek Montaj Sistemleri, kısa üretim süreçlerinde maliyet düşüşü sağlamaktadır. Sistem, seçilen işin, gerekli olmayan istasyonları geçerek, seçilen montaj istasyonunda yapılmasına izin verir. Montajı yapılacak ürünlerin birden fazla hatta sahip olduğu durumlarda esnek montaj sistemleri şu tip büyük avantajları sağlamaktadır:

- Süreç içi iş azalır.
- Ürün kalitesi artar.
- Alan kullanımını eniyiler.

- Sermaye gereksinimini en küçükler.
- Montaj sisteminin en az maliyetle, istenen şekilde değiştirilmesini ve yeniden düzenlenmesini sağlar.

Sağladığı bu faydaların yanında esnek montaj sistemleri, geleneksel montaj hattı ile karşılaştırıldığında, daha büyük işçi hoşnutluğu, daha kaliteli ürün, model değişikliklerinin uzlaşımı için artmış yetenek ve tüm üretim hattını durdurmak için gerekli olandan daha çok süre gerektiren sorunlarla başa çıkmada daha büyük yetenek sağlar.

Esnek montaj sistemi ile değişiklikler, saat ya da gün değil, dakikalar almaktadır. Sistemde, otomatik yükleme ve boşaltma araçları, otomatik rehberli taşıma sistemleri, otomatik rotalama sistemleri için barkot tarayıcıları ve bilgisayar ya da başka kontrolörler kullanılır.

2.3.Montaj Sistemlerinde İş İstasyonları Arasında İş Transferi Ve Malzeme Taşıma

Montaj sistemlerinde önemli olan bir diğer nokta da montajı yapılan ürünün istasyonlar arası transferidir. Bu transfer için kurulacak iletim hattı, ürünün hassasiyetine, yerleşim tipine, seçeneklerin çevrim süresine etkisine ve maliyet öğelerine uygun olarak seçilmelidir. Bu iletim hatları, mekanik olmayan hatlar ve hareketli bant hatları olmak üzere iki grupta incelenebilir.

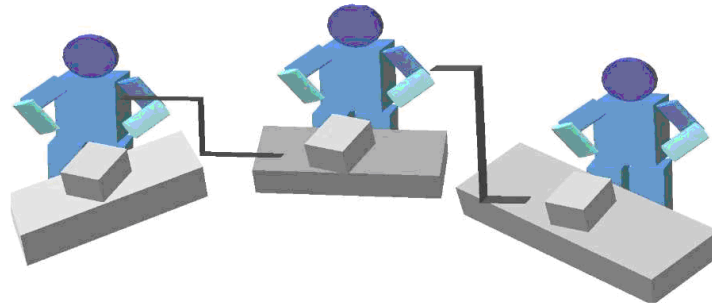
2.3.1. Mekanik Olmayan Hatlar

Mekanik olmayan hatlarda, operatörler tarafından montajı yapılan ürünler bir istasyondan diğerine insanlar tarafından aktarılmaktadır. Mekanik olmayan hatlar, çoğunlukla küçük hacimli ürünlerin taşınmasında kullanılır. Bu etkinlik modunda aşağıdaki sorunlar görülür:

- İstasyonlarda İşin Beklenmesi: İşlemci işini tamamlamış ama önceki istasyondan gelecek parçalar için beklemektedir.

- İstasyonların Tıkanması: İşlemci işini tamamlamış ama bitirdiği parçayı bir sonraki istasyona geçirmeden önce, bir sonraki işlemcinin görevini tamamlamasını beklemektedir.

Bu sorunların sonucu olarak, mekanik olmayan bir hat üzerindeki iş akışı düzensiz gelişir. İş istasyonlarında aksamalar olur. Çevrim süresi değişir. İş istasyonları arasındaki parçalara ilişkin güvenlik stokları, üretim akışını düzeltmek için kullanılır. Ancak bu, maliyeti artırıcı bir durumdur. Şekil 2.8.'de mekanik olmayan hatların çalışma biçimi görülmektedir.



Şekil 2.8. Mekanik Olmayan Hatların Çalışma Biçimi (Baskak, 2005)

2.3.2. Hareketli Bant Hatları (Mekanik Hatlar)

Hareketli bantta sahip sistemlerde, montajı yapılan ürünü istasyonlar arasında hareket ettiren bir bant (Örneğin bir hareketli kayış, taşıyıcı zemin zinciri vb.) bulunur. Bu bant ile montajı yapılan ürünlerin taşınması hızlandırılır, hat üzerindeki iş akışı düzenlenir ve çalışanların iş yükü azaltılmış olur. Taşıma sistemi; sürekli, aralıklı (kesikli) veya eşzamanlı olmayan (düzensiz) şekilde olabilir (Acar ve Eştaş, 1991).

Hareketli bant hatları için genelde iki durum söz konusudur. Bunlar;

- Birimlerin banttandır alınabilir olduğu durum,
- Birimlerin bant üzerinde sabit ve banttandır alınamaz olduğu durum.

2.3.2.1. Birimlerin Banttın Alınabilir Olduğu Durum

Hareketli bant sistemlerinde üretim hattının işleyişi çeşitli şekillerde olabilir. En karmaşık şekillerden biri; işçilerin, birimleri hareketli bant üzerinden alarak, işi tamamlayıp banda geri koymaları ve yeni birimi (iş parçasını) almalarıdır. Böyle bir üretim hattı üzerindeki herhangi bir istasyonda, iki farklı durumla karşılaşılır:

a) İstasyonun boş kalması: Elindeki işi tamamlayan istasyon, kendinden önceki istasyonun görevini tamamlayamaması işi beklemek zorunda kalır. Bu nedenle, istasyonda boş zaman ve dolayısıyla düşük kapasite kullanımı oluşur. İstasyonların bloke olması olasılığı, bandın sürekli hareketi sayesinde ortadan kalkacaktır.

b) Eksik birim üretimi: Düzenli harekete sahip bantlarda, hatalı malzeme, işi bitmemiş parça vb. nedenlerle çevrim süresi içinde tamamlanmamış ürünler, sonraki istasyonlara, gereken işlem eksik yapılarak veya hiç yapılmadan taşınacaklarından hattın düzeni bozulabilir. Bu nedenle çoğunlukla hareketli bant sistemlerinde hatalı ürünü hattın alabilecek destek sistemleri de kurulmaktadır. Bazı sistemlerde ise hattın bir bölümü bu tip ürünlerin taşınmasına ayrılır. Hatalı veya tamamlanamamış ürünler, çoğunlukla hat sonunda bulunan özel bir alanda yeniden işlenir, eksik işlemler tamamlanır.

Bu üretim hatlarında, genellikle ilk istasyon için sabit bir besleme oranı saptanmıştır ve birimler, düzenli aralıklarla hareketli banda yüklenirler. Ancak sonraki istasyonlarda bu sabit oran giderek düzensizleşir ve istasyonların servis sürelerine göre değişen bir hareket görülür. Dolayısıyla, iş akışının düzensiz olduğu bu hatlarda çıktı oranı, ilk istasyon için saptanmış sabit yükleme oranı veya ortalama yükleme oranı tarafından belirlenir (Acar ve Eştaş, 1991).

Eğer işçiler, bir parçayı işlerken, arkadan gelen parçaların önlerinden geçmesi yerine, bunları hattın çıkarıyorlarsa, bu hatlarda güvenlik stokları kullanılabilir. Güvenlik stokları en üst düzeye ulaşsa bile, bunlar üretim hattından çıkarıldıkları için, istasyonları bloke etmeleri söz konusu olmayacaktır.

2.3.2.2. Birimlerin Bant Üzerinde Sabit ve Banttın Alınamaz Olduğu Durum:

Hareketli bantların kullanıldığı üretim sistemlerinde, işlenecek parçaların bant üzerine sabit olarak yerleştirildikleri durumlarla sık sık karşılaşılır. "Sabit olarak yerleştirme" çeşitli anlamlarda olabilir: Parçalar hat üzerine tutturulmuşlardır, ağırlıkları fazla veya başka bir nedenle banttın alınmaları olanaksızdır. Bu tür sistemlere, motorlu taşıt araçları üretimi, örnek olarak verilebilir. Bu durumda iki farklı hat tipi ile karşılaşılır:

a) Sürekli hat

Sürekli hatlarda parçalar, paletler üzerinde sabit bir hızda hareket eder ve hareket ediyorken monte edilir. Sürekli hatlarda dört çeşit istasyon mevcuttur.

Açık istasyon: Bu tip istasyonlarda iş gören önündeki ve ardındaki istasyonlara belirli bir mesafede geçebilir.

Kapalı istasyon: Bu tip istasyonlarda iş gören önündeki ve ardındaki istasyonlara geçemez.

Sağa kapalı istasyon: Sağa kapalı istasyonlarda iş gören önündeki istasyona belirli bir mesafede geçebilir, ancak ardındaki istasyona geçemez.

Sola kapalı istasyon: Sola kapalı istasyonlarda iş gören ardındaki istasyona belirli bir mesafede geçebilir, ancak önündeki istasyona geçemez (Thomopoulos, 1970).

b) Adımlı hat

Adımlı hatlar, istasyon uzunluklarının, ürünlerin her bir istasyonu kat etme süresinin, çevrim süresi olacak şekilde ayarlandığı hareketli hatlar olarak düşünülebilir. Ürün, bir istasyona ulaştığı zaman hat çevrim süresi kadar durur. Bunun ardından, bir sonraki istasyona iletilir. Başka bir deyişle, adımlı hatlarda periyodik hareket söz konusudur.

2.3.3. Montaj Sistemlerinde Malzeme Taşıma

Hat üzerindeki makinelerin arasına otomatik veya yarı otomatik taşıma donanımları kurmak, var olan üretim sistemine otomasyonun kolayca girişini sağlar. Bazı malzeme taşıma sistemleri aşağıda açıklanmıştır:

Çekmeli veya tel ayarlamalı taşıma: Bu sistemde iş parçaları zeminin altında yerleştirilmiş bir zincir vasıtasıyla çekilen arabaların üzerinde taşınan palet sabitlerine veya platformlara yerleştirilmişlerdir. Bu yöntemin avantajı, paletteki parçaların doğru biçimde yerleştirilmesi ve her montaj işlemi veya makinesi için doğru biçimde konumlandırılmasıdır.

Silindir (merdane) taşıyıcı: Bir eksen üzerinde dönen silindirden oluşan silindir taşıyıcılar, üretimin bir ucundan bir ucuna kadar rahatlıkla kullanılabilen taşıyıcılardır. Taşıyıcı sabit bir hızla hareket eden iş parçalarını imalat hücreleri arasında taşır. Taşıyıcı bu iş parçalarından herhangi birini ilgili imalat hücresine ulaştırdığında, iş parçası bir robot tarafından kaldırılır veya çapraz silindir (İng: cross roller) taşıyıcı ile ilgili hücreye yollanır. Silindir taşıyıcılar ya bir zincir sayesinde ya da bir hareketli kayış vasıtası ile güç (elektrik) alırlar.

Konveyör: Bu malzeme taşıma sisteminde, çelik bir kemer ya da bir zincir makara yardımıyla iş parçaları taşınır. Bu sistem, üç farklı yöntem ile çalışmaktadır:

Sürekli transferlerde iş parçaları, döngü boyunca veya bir robotun iş parçasını hücreye kaldırmasına kadar hareket eder.

Eşzamanlı transfer, esas olarak otomatik montaj hatlarında kullanılır. Montaj istasyonları bu taşıyıcılar arasında eşit aralıklarla yerleştirilirler. Her bir istasyonda iş parçaları, bir robot veya âlet vasıtasıyla monte edilir. Burada taşıyıcı bir ayarlama ürünüdür.

Yani, taşıyıcı kısa bir uzunluk boyunca hareket eder, ürün istasyondayken durur ve montaj her istasyonda eşzamanlı olarak yapılır. Bu yöntem, çevrim sürelerinin hemen hemen eşit olduğu yerlerde uygulanır.

Güç (elektrik) ile ve serbest olarak malzeme taşıma: Her iş parçasına işlenmek için bir sonraki imalat hücresine bağımsız olarak hareket etme izni verir.

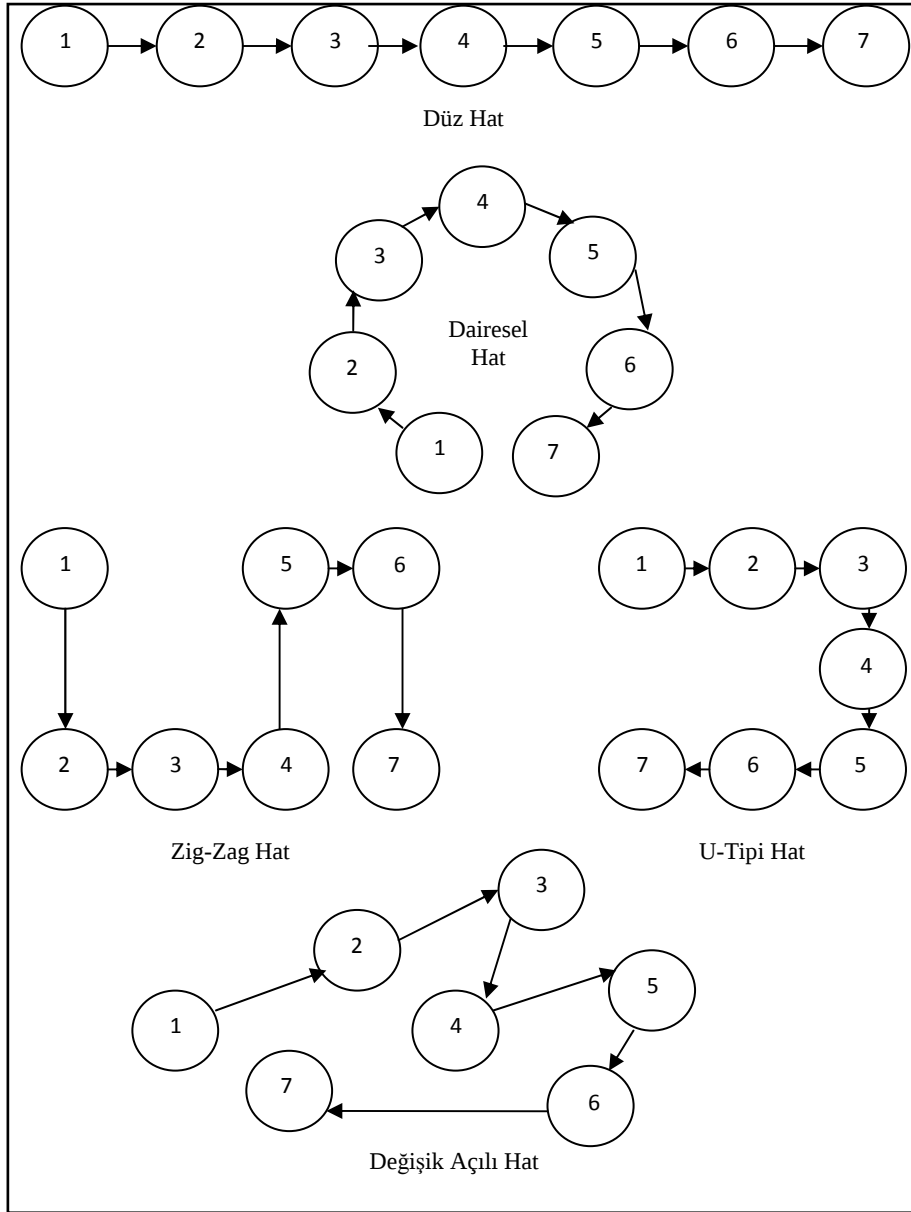
2.4. Montaj Hatlarının Yerleşimi

Donanımın ve iş istasyonlarının yerleşim biçimi, hat tipindeki üretimleri etkileyen önemli bir etmendir. Hattın bulunduğu yer ve üretilecek ürünün özellikleri, hattın alacağı şekli belirler. Fiziksel montaj hatları; düz, dairesel, rastsal, değişik açılı, U şekilli ve zig-zag gibi değişik biçimlerde tasarlanabilir.

Basit ve sistematik olması, kolayca yerleşim yapılabilmesi, servis verme olanaklarının kolaylıkla sağlanabilmesi, konveyör sistemlerinin uygulanabilirliğinin artması ve maliyetlerinin düşmesi, ayrıca köşelerde oluşabilecek transfer zorlukların ortadan kalkması gibi nedenlerle, montaj hatlarının yerleşiminde düz hatlar yeğlenir. Ama aşağıda belirtilen bazı özel durumlarda, değişik şekillerde montaj şekillerinin kullanımı söz konusu olabilir:

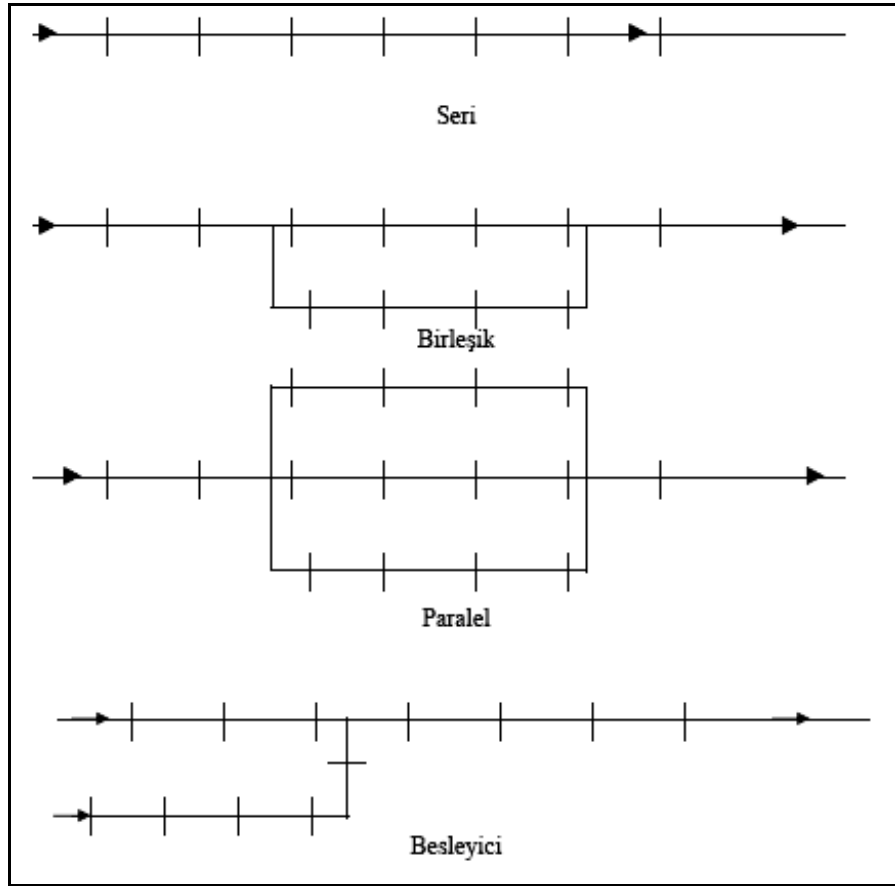
- Hattın boyu uzun ise, var olan yere sığmıyorsa veya düz hat yerleştirme yapıldığında boşta kalacak alanın boyutları büyükse, U-şekilli, L-şekilli veya dairesel hat kullanılır.
- Elektrik ve basınçlı hava gibi tesisat bağlantıları, birden fazla istasyona aynı kaynaktan yapılıyorsa U-şekilli hatlar kullanılır.
- Var olan alan uygun değilse ve çok bitişik düzenlemeler gerektiriyorsa, düz hat dışında kalan uygun bir hat şekli yeğlenir.
- Maliyeti yüksek olan bir makineye, birbirinden ayrık iki etkinlik yaptırılması gerekiyorsa, U-şekilli hatlar yeğlenir.
- Bir işlemci, değişik işlem sıralarındaki ve aynı hat üzerindeki makinelerden birden çoğu ile çalışıyorsa U-şekilli hat kullanılır.

Aşağıda Şekil 2.9.'da Çeşitli Montaj Hattı Yerleşimleri yer almaktadır.



Şekil :2.9.. Çeşitli Montaj Hattı Yerleşimleri (Aydoğdu, 2005)

Fiziksel montaj hatlarından başka ayrıca işlevsel montaj hatları vardır. Bunlar Şekil 2.10'daki gibi dört değişik biçimde olabilir: Seri, birleşik, paralel ve besleyici montaj hattı tipleridir.



Şekil 2.10 İşlevsel Montaj Hattı Tipleri (Aydoğdu, 2005)

2.4.1. Tek-Modelli Hatlar

Tek bir homojen ürünün, büyük miktarlarda sürekli şekilde üretimi yapılır (seri üretim). Tüm istasyonlar, tekrar tekrar eşit miktarda aynı işlemi yapmaktadır. Tüm istasyonların iş yükleri zaman içinde eşit kalır.

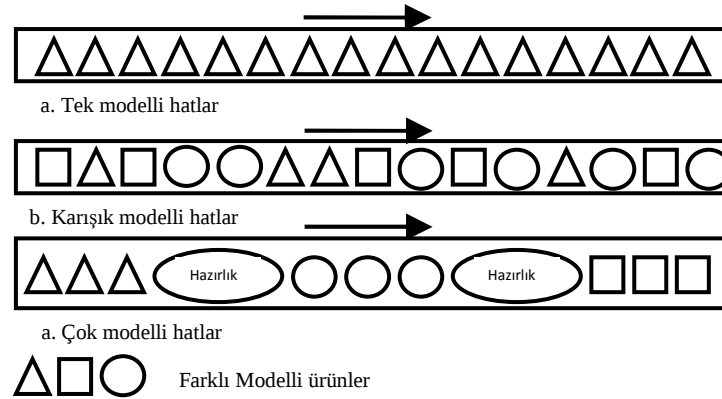
2.4.2. Karışık Modelli Hatlar

Bir ürünün birkaç modeli, aynı hat üzerinde üretilir (örneğin, bir kişisel bilgisayar türleri). Modellerin üretim süreçleri, tamamen benzerdir. Çünkü modeller, ana modelden sadece bazı özellikleri (işlemci tipi, sabit diskin tipi ve kapasitesi gibi) ve tercih durumları (Örneğin, CD-ROM sürücüsünün olup olmaması, ek disket sürücüsünün olup olmaması) açısından farklıdır. Sonuç olarak, temel işlemler her bir modeli üretmek için gereklidir. Bazı işlemler de, tercihe bağlı kısımların olup

olmamasına göre mevcut olabilir veya olmayabilir. Üretim süreçlerinin benzerliği nedeniyle, bir modelden diğerine geçerken, hazırlık işlemleri hiç veya önemsiz miktarda oluşur. Güncel talepleri karşılamak için, modeller, karışık bir sıralama ile hat üstünde aynı anda üretilirler. Bu durumda, denge problemi, etkin bir sıralama gerektiren kısa dönemli problemle ilişkilidir.

2.4.3. Çok Modelli Hatlar

Birkaç (benzer) ürün tek veya birkaç montaj hattı üzerinde üretilir. Üretim süreçlerindeki önemli farklılıklar nedeniyle, ürün değişimi olduğunda hat donanımının yeniden düzenlenmesi gerekir. Çok-modelli hat durumunda verimli olan süre, hazırlık süresi ile azalır. Sonuç olarak, ürünler, hazırlık etkinsizliklerini minimize etmek için ayrı ayrı yığınlar şeklinde üretilir. Hazırlık maliyetleri, büyük yığın büyüklükleri ile azalırken, envanter maliyeti artar. Bu değiş-tokuş tüm ürünlerin ekonomik yığın büyüklüğünün ve çevrim sürelerinin belirlenmesi problemini doğurur. Aynı anda, ürün yığınları, hat üzerinde çizelgelenmelidir. Bu nedenle, bir araya getirilmiş bir yığın büyüklüğü ve çizelgeleme probleminin göz önüne alınması gerekir. Şekil 2.11’de çeşitli hat tiplerini gösterir.



Şekil 2.11. Tek Ve Çok Ürün İçin Montaj Hatları (Scholl, 1995)

2.4.4. Uygun Adımlı ve Uygun Adımsız Hatlar

Bir akış-hattı üretim sistemi, işlem alt-sistemi ve malzeme taşıma alt-sisteminden oluşur. Malzeme taşıma alt-sistemi, işlem alt-sisteminin oluşturduğu istasyonları birbirine bağlar ve hattaki malzeme akışına karar verir.

a) Uygun adımlı hatlar : Konveyör bandı gibi mekanik malzeme taşıma ekipmanları, esnek olmayan bir tarzda istasyonları birbirine bağlar. İş parçaları, hem sabit hızlı konveyör bandı ile istasyondan istasyona durmadan hareket ettirilir, hem de zaman zaman durarak işlem tamamlandıktan sonra transfer ettirilir. Her iki durumda, tüm istasyonlar tüm iş parçaları üzerindeki işlemleri yapmak için aynı miktarda çevrim süresine sahiptir.

b) Uygun adımsız hatlar: Uygun adımsız hatlarda, takip eden istasyon birim üzerinde işlem görürken, istasyonlar iş parçalarını tutan tampon stoklarla birbirine tamamen bağlıdır. Tampon kapasitesi normal şekilde kısıtlanırken, bir istasyon, sonraki tampon dolduğunda durabilir. Göz önüne alınan istasyon, sonraki istasyonun, tamponda stoklanmış bir birime ihtiyaç duyana dek boş kalır. Açlık adı verilen diğer bir etkinsizlik, bir istasyonun girdi tamponu, o anki işlemin yapılmasından sonra boş kaldığında olur. Açlık, düşük bir üretim hızına veya önceki istasyonun işlemez duruma gelmesine yol açabilir. Toplam iş miktarı, istasyonlara eşit şekilde dağıtılmadı ise, açlık durumunun olması uygun adımlı sistemlerde de önlenemeyebilir.

2.5. Montaj Hattı Dengeleme

2.5.1. Montaj Hattı Dengelemenin Amaçları

Montaj hatları, kitle üretiminin önemli bir alt sistemidir. Bu tip sistemler ayrıntıda farklı olmakla beraber, temelde birbiri ardına dizilmiş iş istasyonlarından oluşur. Hammadde ve yarı ürün parçalar, hat içine, hattın başlangıcından veya ara istasyonlardan girerler. Giren parçalar bir iş istasyonundan diğerine geçerek en son istasyondan hattı tamamlanmış olarak terk ederler (Tanyaş ve Baskak, 2003).

Bir montaj hattının kurulmasında ulaşılmak istenen amaçlar aşağıdaki gibidir:

- Düzenli bir malzeme akışını sağlamak.
- İnsan gücü kullanımını en üst düzeye ulaştırmak.
- Makine kapasitelerini en üst düzeyde kullanmak.
- İşlemler için en az miktarda süreyi kullanmak.

- İşlemler için en az miktarda malzeme kullanmak.
- Boş zamanları veya dengeleme kayıplarını en küçüklemek.
- İş istasyonu sayısını en küçüklemek.
- Denge kayıplarını, iş istasyonları arasında düzgün şekilde dağıtmak.
- Var olan tüm kısıtları, sınırları zorlamadan sağlamak.
- Hat dengeleme maliyetini en az düzeyde tutmak.

Montaj hattı dengelemenin amaçları birbirleriyle çeliştiklerinden, hepsini birden en üst düzeye ulaştırmak olası olmayabilir. Dengelemede ana amaç, bu çelişkilerin göz önüne alınarak en uygun çözüme ulaşılmasıdır. Bu yapılırken montaj maliyetinin de en küçük olması sağlanmalıdır. Dengeleme işleminde hesaba katılan etmenler içinde, maliyeti etkileyen tek değişken, işgücüdür.

İşgücü yükünün dengelenmesinde başvurulabilecek yollar şunlardır:

- İki veya daha fazla tezgâhta bir işçi çalıştırılabilir.
- İki kısa işlem süresi, diğerleri kadar veya daha az ise bunlar bir işçiye verilebilir.
- İşçinin yükü artırılabilir.
- İşçiler çalışma hızlarına göre dizilebilir.

Montaj hattı üretim sistemlerinin oluşturulması uzun dönemli bir karar olup, genellikle büyük sermaye yatırımı gerektirir. Bu nedenle, sistemin mümkün olduğu kadar etkin tasarlanması ve dengelenmesi önemlidir. Yeni bir sistemin dengelenmesine karşılık olarak, kurulu bir sistem periyodik olarak veya üretim programında değişiklikler meydana geldikten sonra yeniden dengelenmelidir. Dengeleme kararının uzun dönemli etkisi nedeniyle, kullanılan amaçlar, yatırımın hedeflerini göz önüne alarak dikkatli bir şekilde seçilmelidir. Amaçlar, organizasyonel ve sosyal görünüşlerle ilişkili olarak kapasite, maliyet ve kârı yansıtır. Literatürde, genellikle bir amaç kullanılırken, diğer amaçlar kısıt olarak formüle edilir.

Kapasiteyle ilgili amaçlar: Genellikle, montaj hattı dengeleme problemleri hattın etkinliği ile ölçülen hattın kapasite kullanım maksimizasyonu amacını göz

önüne alır. Deterministik işlem süresi ve tek model üretimi durumunda, hat etkinliği sadece çevrim süresine ve istasyon sayısına bağlıdır. Bu ilişki doğrusal olmadığı için, genellikle şu basit amaçlar göz önüne alınır:

- Verilen bir çevrim süresi için istasyon sayısının enazlanması.
- Verilen bir istasyon sayısı için çevrim süresinin enazlanması.
- Çevrim süresi ve istasyon sayısının ağırlıklı toplamının enazlanması.

Kapasite ve süreyle ilgili amaçlar şöyledir:

- Akış süresinin enazlanması (geçiş süresi, iş parçasının hatta yüklenmesi ile bitmiş ürünün hattan ayrılması arasında geçen zaman aralığı)
- İstasyonların kapasite kullanım düzeyinin eşitlenmesi.
- Tüm istasyonlardaki denge gecikme süresinin ve denge gecikmesinin enazlanması.
- İş parçasının bekleme süresinin enazlanması.

Maliyetle ilgili amaçlar: En önemli amaç, uzun dönemli yatırım maliyetleri ile kısa dönemli işlem maliyetlerini içeren hattın toplam maliyetinin enazlanmasıdır. Montaj hattı üretim sistemleri, çevrim süresi ve istasyon sayısı tarafından etkilenen aşağıdaki maliyet kategorileri ile ilgidir.

Makine ve araçların maliyetleri: Bu maliyetler, makine saati hızıyla ölçülür ve makinelerin ve araçların tipi kadar istasyon sayısına da bağlıdır.

Ücret maliyetleri: Ücretler, işçilerin sayısına, onların kalitesine ve istasyonların iş miktarına bağlıdır. Ücretler, performansa bağlı olarak ödenir ancak sabit oranları içerir. Düzenli çalışma, gerekli üretim hızını karşılamaya yetmediğinde, fazla çalışma ve/veya ek işçilerin çalışması ile ek bir kapasite oluşturulmalıdır. Kısa dönemli kapasite eksiklikleri, ek işçilerle karşılanabilir. Fazla çalışma ve ek çalışma, yüksek ücret oranları nedeniyle düzenli çalışmadan daha pahalıdır.

Malzeme maliyetleri: Malzeme ihtiyacı, çıktı oranı ve böylece çevrim süresi ile belirlenir. Bu nedenle, malzeme maliyetleri, üretim süreçleri ve fire oranları tarafından etkilenir.

Aylak süre maliyetleri: Aylak süreler, kullanılmayan makine ve işçi kapasitelerini gösterir. Eşit olmayan iş paylaşımı, istasyonların farklı üretim hızları veya makine durmaları sonucu oluşabilir. Kullanılmayan kapasite, diğer işleri yapmak için veya yüksek bir üretim hızı elde etmek için kullanılırsa, aylak süre maliyetleri kâr kaybını ölçmek için kullanılabilir. Aylak süre ve kâr kaybı, istasyon sayısı ve çevrim süresine bağlıdır.

Cezalar: Üretim talebi karşılanamadığında yani çevrim süresi çok uzun veya vardiyalar çok kısa olduğunda tamamlanamayan üretim için ceza ödenir.

Tamamlamama maliyetleri: Stokastik işlem süresinin geçerli olduğu durumda, atanan işlemler bitmeden önce iş parçaları istasyondan ayrılabilir. Bu hat durduğu için veya hattın dışında ürün yeniden işlem gördüğü için ek bir maliyet getirir.

Hazırlık maliyetleri: Çok modellenli üretim durumunda, hazırlık işlemleri diğer bir model yığınına üretmek için makine ve aletleri hazırlamak için gerekir. Bu işlemler, aylak süre maliyetleri gibi verimli olan süreyi azaltır ve ek bir maliyet oluşturur.

Envanter maliyetleri: Malzeme, alt montaj ve bitmiş ürünlerin üretken olmayan bir şekilde stoklanması durumunda, yapılması düşünülen yatırımlar engellenir. Buna karşılık gelen kâr kaybı, envanter tutma maliyeti ile ölçülür. Bu nedenle, stoklar sabit ve değişken maliyetlere neden olan pahalı malzeme taşıma ve stok alanları gerektirir.

Malzeme stoklarının envanter düzeyini azaltmak için, malzemenin gerekli olacağı gün mümkün olduğunca kesin olarak belirlenmelidir. Malzemeler gerekli olduğu zamandan önce olmamak üzere tam zamanında dağıtılabilir. Tam zamanında üretim durumunda amaç, eş düzeye getirilmiş parça kullanım oranlarını belirlemek için talepten farklı üretim miktarını belirlemektir.

Süreç içi envanterleri tutan tamponlara ilişkin maliyetler, istasyonların çıktı oranlarını dengeleyerek azaltılır.

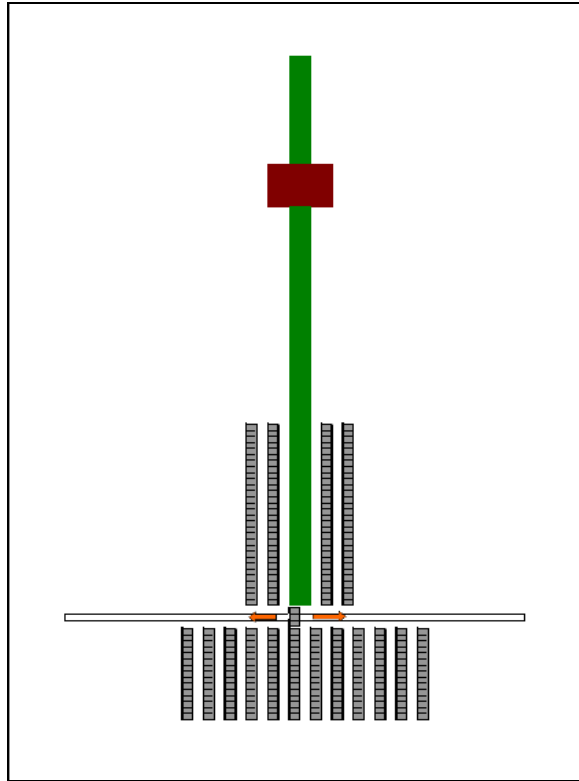
Kârla ilgili amaçlar: Maliyede ilgili amaçlar, üretim miktarının sabit olduğunu ve sabit bir fiyatla satılabileceğini farz ederken, kârla ilgili amaçlar üretim oranı ve fiyatları karar değişkeni olarak almayı gerektirir. Üretim oranı ve fiyatlar birbirini ile ilişkilidir çünkü talep büyüklüğü satış fiyatına bağlıdır. Her bir periyotta bir hattın toplam kârı aşağıdaki şekilde formüle edilebilir:

$$\text{Toplam Kâr} = (\text{birim satış fiyatı} - \text{birim maliyet}) * (\text{çıktı miktarı} - \text{sabit maliyet})$$

2.5.2. Montaj Hattı Dengeleme Problemlerinin Sınıflandırılması

2.5.2.1. Üretim Sistemlerinin Yerleşimi

Değişmeyen süreç kısıtları nedeniyle, çok ve karışık modelli montaj hattı tipi üretim sistemlerinin yerleşimi, malzeme sektörel özelliklere göre belirlenir. Bununla beraber aynı sektör içerisinde de ürün gruplarına göre farklı yerleşim olasılıkları vardır. Şekil 2.12.'de mobilya sektöründe kullanılan geleneksel bir montaj hattı şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Mobilya Sektöründe Kullanılan Geleneksel Montaj Hattı Örneği

Geleneksel montaj hattında alt montaj çalışmaları, hatta paralel montaj tezgâhları üzerinde yapılmaktadır. İşi biten yarı mamuller hareketli ve silindir merdaneli raylı sistem transfer hatları ile ana hattın en yakın paralelindeki çift taraflı silindir merdaneli hatlar üzerine yerleştirilmektedir.

Geleneksel hatlardaki uygulamalar şunlardır;

- Montaj hat tipi doğrusal tiptir.
- Montaj hatlarında tek taraflı çalışılmaktadır.
- Montaj hattında çalışanlardan bir veya ikisi nitelikli işçidir.
- Montaj hatları arası geçişler mevcut değildir.
- Makineler özel niteliklidir.
- Makinelerle montaj hattı arasında bağımlılık yoktur.
- Montaj hatlarında alt ve son montaj arasında senkronizelik yoktur.
- Montaj hatlarında esneklik düşük seviyededir.
- Montaj hatlarının talep çeşitliliğine duyarlılığı azdır.
- Montaj hatları için Gantt şeması uygulaması mevcut değildir.
- Montaj hatlarında kapasite kullanımı genellikle düşüktür.
- Verimlilik düşüktür.
- İşgören verimliliği genellikle düşüktür.
- Malzeme verimliliği düşüktür.
- Hat kullanım etkinliği düşüktür.
- Montaj alanı etkinliği düşüktür.
- İş gücü kaybı yüksektir.
- Enerji kaybı yüksektir.
- Malzeme kaybı yüksektir.
- Hat akışkanlığı düşük seviyededir.

Ana hatta montaj devam ederken bir sonraki montajı yapılacak ürünün parçalarının alt montajı yapılarak ana hat yanındaki bekleme hatlarına taşınıp orada bekletilmektedir. Açıklanan işlem sürekli tekrar edilmekte olup büyük kayıplar bekleme hattından montaj hattına taşımakta ve montaj hattındaki istiflerde malzeme azaldıkça eğilip kalkmaktan dolayı ciddi ergonomik sorunlara sebep vermektedir. Bu durum zaman ve kalite kayıplarına yansımaktadır.

Uygulaması yapılan montaj hattında, makinelerden çıkan malzemeler partiler halinde üretildiği için aşağıda Şekil 2.13.'de görülen mavi renkli, malzeme alındıkça malzeme kalınlığı kadar yukarıya kalkan platform üzerinden alınır. Sarı renkli konveyör bant üzerinde alt montaj işlemleri gerçekleştirilir. Bu bölümde gerektiğinde çift taraflı çalışılabilme imkânı vardır. Yeşil renkli platform ise üzerine alt montajı biten yarı mamullerin koyulduğu ve her koyulan malzemeden sonra konulan malzeme kalınlığı kadar aşağıya inen mekanizmaya sahiptir.

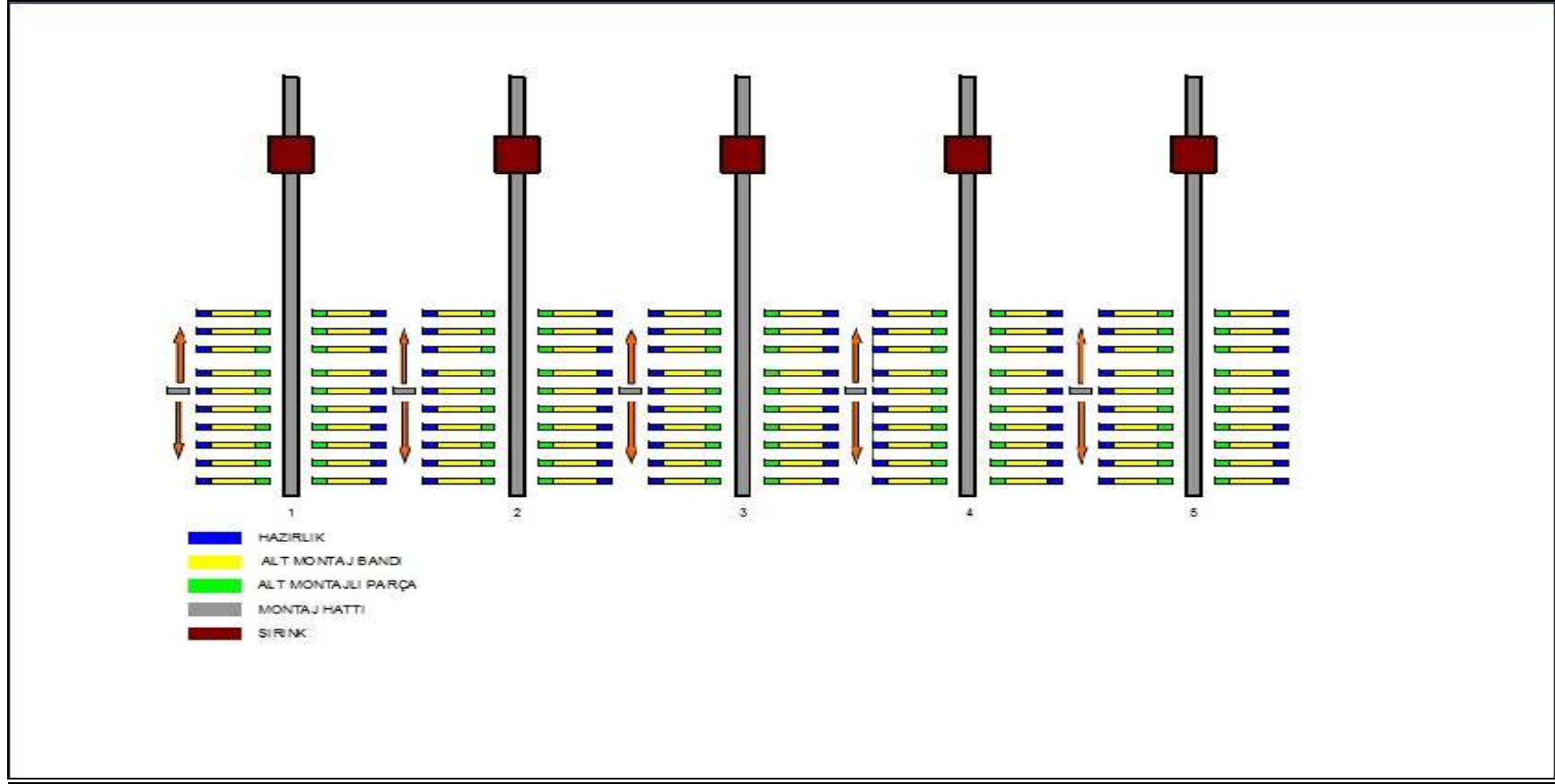
Ana montaj hattına dik gelen hazırlık montaj hattı sayesinde bir taraftan alt montaj yapılırken diğer taraftan da ana montaj çalışmaları yapılabilir. Kesintisiz akış ve iyileştirilmiş ergonomik koşullar sayesinde zaman, kalite, esneklik ve maliyet avantajları elde edebilmek mümkün görülmektedir.

Geliştirilen hatlarda önerilen modeldeki temel varsayımlar aşağıdaki gibidir:

- Nitelikli işçi kullanılmakta olup, değişik hatlarda çalışılabilmektedir.
- Hatlarda çift taraflı çalışılabilmektedir.
- Hat tipi doğrusal (| ve —) tiptir.
- Hat açık model olup hatlar arası geçişler mevcuttur.
- Makineler özel ve genel niteliklidir.
- Genel olarak makinelerle hat arasında bağımlılık yoktur.
- Montaj hattı seri ve siparişe göre üretim yapabilmektedir.
- Hatlarda Çok ve Karışık modellenli ürün montajı yapılabilmektedir.
- Hatlarda üç vardiya ile çalışılabilmektedir.
- Hatlarda alt ve son montajın senkronize olma zorunluluğu vardır.
- Montaj hatlarında %100'e yakın ürün çeşidi esnekliği vardır.
- Kullanılan malzeme çeşidinde talebe göre %100'e yakın esneklik vardır.
- Montaj hatlarında ürün çeşidinde uygun işçi esnekliği vardır.
- Montaj hatları yüksek bir üretim planı esnekliğine sahiptir.
- Hatların talep değişkenliğine duyarlılığı %100'e yakındır.
- Montaj hatlarında Gantt şemasına uygun olmak koşulu ile atama esnekliği yüksektir.

- Makine verimliliği %100'dür.
- İşgücü verimliliği genellikle %100'e yakındır.
- Malzeme verimliliği yüksektir.
- Hat kullanım etkinliği yüksektir.
- Montaj alanı kullanımı yüksektir.
- Montaj hatları talebe göre stokastiktir.
- Zaman kayıpları sıfıra yakındır.
- Enerji kaybı sıfıra yakındır.
- Malzeme kaybı sıfıra yakındır.
- İşgücü kaybı sıfıra yakındır.
- Hat yüksek bilgi akışkanlığına sahiptir.

Aşağıda şekil 2.13.'de mobilya sektöründe uygulaması yapılan montaj hattı şematik olarak gösterilmiştir:



Şekil 2.13. Mobilya Sektöründe Uygulaması Yapılan Montaj Hattı Şeması

Seri hatlar: Bu, geleneksel bir montaj hattı yerleşimidir. İstasyonlar bir konveyör bandı boyunca doğrusal bir hat üzerinde sıralanır.

Paralel hatlar: Esnekliği arttırmak ve sistemin başarısızlığını azaltmak, bir veya birkaç ürünü üretmek için birkaç paralel hat kurulabilir. Paralel hatlar, talep değişimlerine tepki göstermek için oluşturulur. Çünkü çalışan hatların sayısı değiştirilebilir. Ayrıca üretimi durduran makinenin durma riski azalır. Bundan başka, paralel hatların kullanımı, birkaç avantaj sağlayan çevrim süresinin genişletilmesini sağlar. İlk olarak, daha iyi hat dengeleri çıkarılabilir. Çünkü işlemlerin daha fazla kombinasyonları oluşur, ikincisi, yatay iş genişletilmesi sağlanır yani, işçilere daha farklı işler verilebilir. Bundan başka, her paralel üniteye sadece birkaç adet işçi çalıştırıldığı için işçilere ayrılan alan boyutları daha küçüktür. Bu üniteler özerk iş grupları olarak organize edilir.

Ek hatların kurulması, sermaye yatırımını arttırdığı için optimal hat sayısını bulma problemi ortaya çıkar. Hat dengeleme problemine karşılık, kurulan istasyonlara işgücünün atanması problemine benzeyen bir orta dönem problemi ortaya çıkar. Burada, modellerin veya farklı ürünlerin atanması kararı verilir. Paralel hatların sayısındaki esneklik ile sadece tek bir hatla belli bir talebi karşılamak ise, mümkün olmayan (optimal) çevrim sürelerini gerçekleştirmek mümkün olur.

Paralel istasyonlar: Hatları paralel hale getirme avantajları, paralel istasyonlar kurarak kullanılabilir. Yani, iş parçaları, aynı işi yapan birkaç işçi arasında paylaştırılır. Paralel hatlardaki gibi, donanım, birkaç kez kullanılmalıdır. Belirli işlemler, istenen çevrim süresinden daha uzun işlem süresine sahipse, paralel istasyonlar, çevrim süresinin (global) azaltılmasını sağlar. Bu işlemler, paralel istasyonlara atanabilir.

Paralel istasyon ve aşamalar arasında tamponların mevcut olduğu uygun adımsız sistemler melez (karışık) akış sistemi ve esnek akış sistemi olarak tanımlanır.

İki yönlü hatlar: Ağır iş parçalarının montajı için, paralel şeklindeki iki hattı içeren iki yönlü bir hat oluşturmak gerekebilir. Tekli istasyonlardan farklı olarak, hattın her iki yanındaki karşılıklı istasyon çiftleri, paralel şekilde çalışır (sol taraf ve

sağ taraf istasyonları) yani, istasyonlar iş parçalarının her iki tarafında aynı anda çalışır. Bazı işlemler, hattın sol tarafında veya sağ tarafında yapılmak zorunda iken, bazı işlemler hattın her iki tarafında da yapılabilir. Sol taraftaki işlemlerin çoğu, sağ taraftaki işlemlerin aynadaki bir yansıması gibidir ve bunlar karşılıklı olarak yapılır (örneğin arabadaki sol/sağ tekerleklerin takılması). Bu işlem çiftleri, karşılıklı istasyon çiftlerinde yapılmalıdır.

İki yönlü hatlar, küçük birimlerin montajı için de kullanılabilir, çünkü seri bir hat ile aynı sayıdaki istasyonlar, daha kısa bir hat uzunluğu gerektirir. İki yönlü hatlar, aynı anda iki işçinin aynı iş parçası üzerinde çalışabilmesini gerektirir.

Besleyici hatlar ve tamamlayıcı birimler: Esnek üretim sistemlerinde, ürünlerin son montajında montaj hatları çoğu kez kullanılır. Bileşenler (alt montaj parçaları), atölye, esnek imalat hücreleri veya besleyici hatlar şeklinde oluşturulabilen farklı tamamlayıcı birimler tarafından üretilir. Dengeleme problemi, farklı üretim süreçlerinin eş zamanlı sürdürülmesi problemi ile ilişkilidir. Yani, tamamlayıcı birimlerin üretim hızı belirlenmelidir.

2.5.2.2. İstasyon Tipi

Donanım ve üretim kontrol tipine bağlı olarak, istasyonlar, farklı düzeylerde otomasyon ve esnekliğe sahip olabilirler. Hat yerleşimi ve işlemlerin içeriklerine bağlı olarak, istasyonlar açık veya kapalı olabilir.

Otomasyon ve esneklik düzeyi: İstasyonlar, manüel, yarı otomatik ve otomatik istasyonlar olarak sınıflandırılabilir. Manüel istasyonlarda, bir işçi (veya işçilerden oluşan bir grup), basit araçlarla veya makinelerle işlemleri yapar. Yarı otomatik istasyonlar da, işgücü hareketleri kontrol ve malzeme tedarik fonksiyonları ile kısıtlanırken, işlemler otomatik donanımlarla yapılması ile tanımlanır. (Tam) otomatik istasyonlarda, üretim kontrol ve malzeme tedariki bile otomatik donanımlarla yapılır.

Tek tip ürünün seri üretimi durumunda, bir yarı otomatik veya tam otomatik hattın istasyonları, oldukça verimli olan özel amaçlı makinelerle donatılır.

Makinelerin çalışma alanından geçen iş parçalarının ilerleyen akışı, otomatik malzeme taşıma ekipmanları ile yapılır. Aynı hat üzerinde birkaç modeli üretmek için, daha çok esneklik gerekir. Sonuç olarak, bir esnek transfer hattının istasyonları, farklı ürünler için otomatik olarak takım değiştirebilen çok aşamalı esnek makinelerle donatılır.

Manüel hatların esneklik düzeyi, özellikle çalışan işçilerin tecrübesine ve gerekli aletlere bağlıdır. Değişen iş yükleri, otomatik hatlarda çıktı hızına (makine) uygun hale getirilirken, bu manüel hatların sadece bir kısmında mümkün olur. Bu sistemlerde, bir istasyonun kapasitesi, işçi sayısı ile değişebilir. İşçi sayısı ise, birkaç işçiyle yapılamayan bazı işlemlerin olması durumuna bağlıdır.

Kapalı istasyonlar-açık istasyonlar: Kapalı istasyonların uzunluğu sabittir ve işçiler istasyon sınırlarını geçemezler. Kapalı istasyonlar, çalışma alanları örneğin, boya atölyeleri gibi. Özel koşullar gerektirdiğinde kullanılır.

Açık istasyonların sınırları geçilebilir. Ancak bu taşıma uzaklığı genellikle sınırlandırılmıştır. Sadece istasyon sınırlarından birisi sınırlandırılmışsa, istasyonlar, sağdan açık veya soldan açık olarak tanımlanır. Komşu (açık) istasyon alanları çakışabilir, ancak işçilerin bir iş parçasına aynı anda hizmet etmesine izin verilmez. Açık istasyonlar, kapasite ihtiyaçlarının ve tedariklerin kısa dönemde özellikle karışık modelli üretim durumunda dengelenmesini sağlar.

Kontrol istasyonları: Montaj hattı üretiminin süreç tabanlı olması nedeniyle, kalite kontrol, kontrol istasyonlarının oluşturulması ile üretim süreçlerine dâhil edilmelidir. Montaj hattı dengelemeye, kontrol istasyonlarının sayısını ve yerini belirleme problemi de eklenir.

2.5.2.3. Yükleme Kuralları

Hatta yüklenen iş parçalarının yükleme aralığı, sistemin etkinliğini etkiler. Başlıca iki yükleme stratejisi tanımlanır:

Sabit yükleme hızı: Monte edilecek ardışık birimler, düzgün aralıklarla yerleştirilir. Uygun adımlı sistemlerde, bu aralıklar çevrim süresi “c” ye eşittir. Her c

birim zamanda, bir iş parçası, bir istasyona girebilir ve diğer bir iş parçası da istasyondan çıkar, iş parçaları, hat üzerine eşit aralıklarla yerleştirilir.

Değişken yükleme hızı: Daha esnek bir strateji, ilk istasyonun aç kalmasını önler, çünkü ilk istasyon, mevcut işi bitirdikten hemen sonra hatta bir sonraki birim yüklenir. Bu ardışık birimler arasında farklı aralıkların oluşmasına neden olur. Bir istasyona giren birimlerin sayısı değişir. İlk istasyonda, ardışık birimler küçük iş yüküne sahipse, bu aralık küçük olur ve iş tıkanıklığı oluşabilir. İlk istasyon yoğunsa diğer istasyonlarda aylak süre oluşur.

Bu zorlukları önlemek için, yükleme stratejisi, darboğaz istasyonlarda yoğunlaşmalıdır. Yani, yükleme aralığı, bir veya daha fazla yüklenmiş istasyonların aylak süresi minimum olacak şekilde seçilmelidir. Çünkü böyle istasyonlar kullanılmayan kapasiteye bağlı olarak oldukça kritik istasyonlardır.

2.5.2.4. Donanım Seçimi ve Süreç Alternatifleri

Montaj hattı dengeleme modellerinin çoğu, istasyon donanımının ve üretim sürecinin sabit olduğu varsayımına dayanır. Özellikle otomasyon üretimde, istasyonları tasarlamak ve işlemleri yapmak için birçok olasılık vardır. Montaj sistemleri kurulurken, istasyonların makine ve araçlarla nasıl donatılacağına karar vermek gerekir. İşlemler seçilen donanımın esnekliğine bağlı olarak, istasyonlara atanmalıdır. Genel amaçlı makineler çok farklı işlemleri yapabilirken, özel amaçlı makineler az sayıda işlemle kısıtlandırılır. Bunlardan sonuncusu, istasyona atama kısıdı olarak yerine getirilir. Seçilen donanım, işlem atamasına etki ettiği için, dengeleme problemi ve donanım seçme problemi aynı anda göz önüne alınmalıdır. Bu probleme montaj hattı sistem tasarımı problemi adı verilir. Bu problem, belli bir üretim hızını sağlarken, toplam sistem maliyetini (sabit ve değişken) minimize edecek şekilde istasyon donanımının belirlenmesi ve istasyonlara işlemlerin atanması konularını içerir. Bu problemler, seçilen donanımın üretim sürecini etkilediği durumda karmaşık hale gelir. Buradan, işlemlerin işlem süresi atandıkları istasyonun donanımına bağlıdır.

2.5.2.5. Üretim Hacmi

Üretim hacmine bağlı olarak, büyük ve pahalı ürünlerin "küçük hacimli montajı" ile standart ve ucuz ürünlerin "seri üretimi" arasında ayırım yapılabilir. Ağır sanayide (örneğin, uçak veya ağır tarım makinelerinin montajı) görülen ilk durumda, üretim hızı küçük ve çevrim süresi uzundur. Belirli bir alanda yürütülen iş tipi üretimin bazı aşamalarında, "iş parçaları" sabit pozisyonlara sahip olabilirken, "istasyonlar" (işçi grubu) yerlerini değiştirmek zorundadır. Bu üretim tipi bile, bir montaj hattı olarak kabul edilebilir, çünkü işçilerin ulaştığı iş parçaları tektir. Çok fazla değişken işlem süresi, öğrenmenin yavaş ilerlemesi nedeniyle böyle hatlarda dengelemeyi zorlaştırır. Bundan başka, uzun çevrim süresi ve pahalı ürünler, parça dağıtım günlerinin ve yükleme disiplininin planlanmasında daha fazla dikkat gerektirir.

Standart ürünlerin seri üretimi durumunda, işlemlerin tekrar sıklığı ve iş yükünün çok detaylı paylaşımı hızlı bir öğrenmeyle sonuçlanır. İş parçalarının düzgün hareketi, parçaların sürekli mevcut olmasını gerektirir. Yüksek üretim hacmi, hatların dikkatli dengelenmesini gerektirir. Çünkü her birimdeki küçük etkinsizlikler toplamı büyük etkinsizlikleri doğurur.

2.5.2.6. İstasyon Kullanım Çeşitleri

Aşağıda, iş yükü değişimlerinin çok modellenen hatların performansına olan etkileri açıklanmaktadır:

Fazla iş yükü: Bir istasyondaki işçi, bir iş dilimindeki yapacağı işlemleri tamamlayamıyorsa, fazla iş yükü oluşur. Fazla iş yükü, işlemi tamamlamak için gereken işlem süresi ile ölçülür. Genellikle fazla iş yükü, ek işçiler ile gerçekleştirilir. Bu işçiler, fazla iş yükünün gerçekten olup olmasına göre mevcuttur ve çok fazla farklı işlemi yapabilme yeteneğine sahip olmalıdırlar. Sonuç olarak, bu tip işlemler oldukça pahalıdır ve ek iş ihtiyacı mümkün olduğunca az olmalıdır. Yeterli kapasitenin olmaması durumunda, fazla iş yükü yarım kalan işlem tamamlanana dek

hattın durdurulmasıyla veya hattın dışında işlemin gerçekleştirilmesiyle yapılabilir. Ancak, fazla iş yükü bir etkinsizliktir, pahalıdır ve minimize edilmelidir.

Tolerans süresi: Bir istasyonda kullanılabilen zaman dilimine tolerans süresi adı verilir. Bu süre, istasyonda yapılan işlemlere ayrılan sürenin üst sınırıdır. Tolerans süresi, aylak süreleri önlemek için, çevrim süresinden daha küçük olmamalıdır. Sürekli hareket eden konveyör bantlarında, tolerans süresi, istasyon uzunluğu ve bandın hızı ile belirlenir.

Aylak süre: Aylak süre, istasyondaki işçi işini tamamlayıp, bu istasyona gelecek sonraki birimi beklemek zorunda kaldığı zaman oluşur. Birimin aylak süreleri, sadece tek bir model üretildiğinde sabittir. Birkaç model üretildiğinde ise, aylak süreler farklıdır ve sıralamaya bağlıdır. Sadece uygun adımlı hatlar için, sıralamadan bağımsızdır.

Çevrim süresi ihlalleri: Fazla iş yükü, sadece modellerin istasyon süreleri çevrim süresini aşarsa oluşur. Çevrim süresi ihlalleri 3 tiptir:

İşleme bağlı çevrim süresi ihlalleri: m modelinin tek bir j işleminin işlem süresi t_{jm} , çevrim süresini aşarsa, dengeleme ile çevrim süresi ihlalleri önlenemeyebilir.

Modele bağlı çevrim süresi ihlalleri: m modelinin birim başına ortalama işlem süresi t_m , çevrim süresini aşarsa, çevrim süresi c ve istasyon sayısı K arttırılmadıkça, çevrim süresi ihlalleri önlenemeyebilir.

Atamaya bağlı çevrim süresi ihlalleri: Hem işleme-bağlı hem de modele-bağlı olmayan çevrim süresi ihlalleri, istasyonlara işlemlerin atanması ile oluşur. Böylece, bu tür ihlaller sabit c ve K için bile dengeleme kararlarından etkilenebilir.

Boş süre: Çevrim süresinden daha küçük olan istasyon süreleri aylak süreye neden olabilir. Bu muhtemel aylak süreler, boş süreler denir ve şöyle tanımlanır:

Çevrim süresi ihlalleri gibi, boş süreler de farklı nedenlerle oluşabilir:

Modele bağılı boş süreler: m modelinin birim başına ortalama işlem süresi t_m , çevrim süresinden daha küçük olması durumunda, çevrim süresi c ve istasyon sayısı K azaltılmadıkça bir veya daha fazla istasyonda boş süre olması önlenemeyebilir.

Atamaya bağılı boş süreler: Modele bağılı olmayan boş süreler, istasyonlara işlemlerin atanmasıyla oluşur. Bu yüzden bu süreler dengelemeden etkilenebilir.

Boş süreler, aylak sürelerin oluşmasını sağlarken, diğer modellerin çevrim süresi ihlallerini eşitlemeye çalışırlar. Bu yüzden, boş süreleri minimize edecek bir işlem ataması oluşturmak her zaman en iyi karar değildir.

2.5.3. Montaj Hattı Dengelemesini Etkileyen Temel Etmenler

Montaj hattı dengelemeyi etkileyen temel etmenler, aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir:

- Mühendislik spesifikasyonları, işlemler arası öncelikler ve kaynak (girdi) gereksinimleri.
- İşin yapılmasında izlenen yöntem (bazı montaj işlerinde verilen belirli bir teknolojik sıra, işin kolay ve daha hızlı yapılmasını sağlayabilir).
- Kullanılan aygıtlar ve tezgâhlar (bazı aletlerin, montaj hattının birden çok yerinde kullanılmasına gerek duyulabilir; böyle durumlarda aynı alet grubunu birden fazla işlemcinin kullanabileceği bir şekilde, bazı istasyonları ardı ardına yerleştirmek gerekebilir).

2.5.4. Montaj Hattı Dengelemeyi Etkileyen Kısıtlar

2.5.4.1. Temel Kısıtlar

Çevrim süresi: Çevrim süresini; verilmiş net üretim hedefi, brüt çalışma yüzdesi ve tolerans yüzdesi (yani kontrol edilemeyen nedenlerle kaybedilen süreler ve önceden tasarlanmış duruş süreleri toplamının, brüt çalışma süresinin yüzdesi olarak ifadesi) birlikte belirlerler. Bir istasyona atanan etkinliklerin süreleri toplamı, çevrim süresini aşamaz.

Öncelik ilişkileri: Bir etkinliğin başlayabilmesi için, diğer etkinlik veya etkinliklerin bitirilmiş olması gerekebilir. İstasyonlara yapılan etkinlik atamalarının, bu öncelik ilişkilerine aykırı olmamaları zorunludur.

2.5.4.2 Yan Kısıtlar

Konum kısıdı: Konumsal kısıtlamalar, montajı yapılan nesnenin konumu ile işlemcilerin banttaki konumu arasındaki ilişkiyi ifade etmekte kullanılan bir kavramdır.

Sabit donanım kısıdı: Makineler, test araçları gibi sabit donanımlar, montaj hatlarının bütünleşik parçalarıdır ve değiştirilemez istasyonları oluştururlar. Bu tip istasyonlardaki işler kesinlikle yapılmalıdır. Sabit donanım kısıdı, iş öğelerinin değiştirilebilirliğini azaltır.

İstasyon yükü: Montaj hattında bazı istasyonların sürelerinin, çevrim süresinden düşük olması istenebilir. Özellikle ilk istasyon veya istasyonlarda, hattın başında olabilecek aksamaların, tüm hatta etkisini azaltabilmek için, bu yapılabilir.

Aynı istasyona atanması istenen işler: Bu özelliğe sahip işlerin, aynı veya birbirini izleyen istasyonlara atanması gereklidir. Böyle durumlarda bir etkinlik alt grubu, tek bir etkinlik gibi düşünülebilir. Örneğin, özel alet kullanımını gerektiren iki etkinliğin aynı işçi tarafından yapılması, ikinci bir alet gereksinimini ortadan kaldıracağı için istenen bir durumdur.

Aynı istasyona atanması istenmeyen etkinlikler: Bu özelliğe sahip bir etkinlik, diğer bazı etkinlik veya etkinliklerle, aynı istasyona atanamaz. Örneğin, aşırı fiziksel güç uygulamasını gerektiren iki etkinliğin, iş yükü açısından ayrı istasyonlara atanması istenebilir. Benzer şekilde, birden fazla iş öğesi, teknolojik olarak istenmediği için aynı işlemciye atanmazlar veya en azından bir aracı istasyon ile birbirlerinden ayrılabilirler. Titreşimli bir çalışma ile hassas ölçme gerektiren bir çalışmanın ayrılması bu duruma bir örnektir (Tanyaş ve Baskak, 2003).

2.5.4.3. Atama Kısıtları

Öncelik ilişkilerine ek olarak, birkaç çeşit durum, işlemlerin istasyonlara atanmalarını kısıtlar.

İşlemlerle ilgili kısıtlar: Bazı durumlarda, iki işlemin aynı istasyona veya hattın bir kısmına atanması istenir veya bu zorunlu olabilir. Böyle kısıtlar, belli bir işlem diğer bir iş parçası ile aynı koşulları (sıcaklık, nem vb.) gerektirdiğinde oluşur. Bu kısıt, maksimum uzaklıklar kullanılarak modellenenebilir.

Bazı durumlarda, işlemler uyumsuzsa, yani aynı istasyon veya hattın belirli bir bölgesinde yapılamazsa (yani, imalat ve ölçüm işlemleri, boyama ve kazı işlemleri gibi), bu işlemler aralarında minimum uzaklıklar oluşturarak yapılabilir. Bu kısıtlara bölgeleme kısıtları denir. Bazen bu terim, çok genel atama kısıtlarında kullanılır.

İstasyonla ilgili kısıtlar: Bir işlemi yapmak için gerekli özel makine ve araçlar sadece bir veya birkaç istasyonda mevcutsa ve hareket ettirilemiyorsa, işlem buraya atanmalıdır. Bazı işlemler için gerekli malzeme hattın sadece belirli bir kısmında mevcutsa benzer bir kısıt oluşur. Bu, malzeme stokları için kısıtlı alana bağlı olarak oluşur.

Pozisyonla ilgili kısıtlar: Özellikle büyük ve ağır iş parçalarının olması durumunda (araba, yıkama makineleri vb.), işlemler, iş parçasının belli bir pozisyonunda yapılması gerekebilir (ön veya arka, alt veya üst). İş parçasını çok sık döndürmek hem mümkün hem de ekonomik olmayacağı için, bazı pozisyonları gerektiren işlemleri hattın bir bölgesinde gruplandırmak gerekir. Hiçbir şekilde başka bir pozisyona çevrilemeyen iş parçalarına "sabit birimler" adı verilirken, "hareketli birimler", döndürülebilir veya konveyörden kaldırılabilir. Sabit birimler için, işlemler hattın iki tarafında da yapılabilir. Konveyörü geçme zorluğu nedeniyle, belli taraftaki işlemler, farklı işçiler tarafından yapılmalıdır.

İşçiyle ilgili kısıtlar: Karmaşık olmaları nedeniyle, işlemler farklı düzeylerde tecrübe gerektirirler. Bir işçi için gerekli özellikler, istasyona atanmış en karmaşık işlem tarafından belirlenir. Bu yüzden, karmaşık işlemleri birkaç istasyonda

toplamak gerekebilir. Bundan başka, genellikle yapmaları gerekli işlemlerin daha karmaşık olmasına göre ücret ödenir.

Ergonomik bakış açısıyla, yüksek düzeyde bir iş tatminine ulaşmak için düzgün ve değişken işlemleri aynı istasyona toplamak istenebilir. İş tasarımı konusunda, iş zenginleştirme ve genişletme gibi kavramlar, atama kısıtları şeklinde düşünülebilir.

Montaj hatları, karmaşık yapıdaki ürünlerin montajını kalifiye işgücüne gerek duymadan yapabilmeyi olanaklı kıldığından, kitlesel üretimde yaygın olarak kullanılmaktadır. Montaj hatları yaklaşık elli yıldır üretim yönetimi alanında araştırmaların ilgi merkezi olmuştur. Bu yüzden montaj hatları ile ilgili olarak yapılan bilimsel çalışmalar yöntem ve uygulama alanı olarak oldukça geniştir. Bu çalışmada 1950'lerde başlayan ve günümüzde halen devam eden bilimsel çalışmaların 1995 yılı ve sonrası olmak üzere çok ve karışık modelli montaj hatları ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalardan örneklemeler yapılmıştır.

Dessouky ve diğerleri (1995) baskı devre kartlarının montaj hattının tasarımı için zaman planlama metodolojisi ile birleştirilmiş bir montaj hattı çalışması yapmış, bu çalışmada işlemi devam eden envanter seviyelerini minimumda tutulup, sistemin ürettiği iş miktarının maksimize edilmesi amaçlanmıştır.

Gökçen ve Erel'in (1997) aktardığına göre Patterson ve Albracht tarafından geliştirilen kavramlara ve tek modelli MHD problemi için Deckro ve Rangachari tarafından geliştirilen modele dayanan karışık modelli montaj hattı dengeleme (MHD) problemi için iki elemanlı hedef programlama modelini geliştirmişlerdir.

Xiaobo ve Ohno (1997), çalışmalarında tam zamanında üretim sistemleri içindeki birçok karışık modelli montaj hattında toplam konveyör duraksaması, sıralama problemine yönelik toplam konveyör duraksama süresini minimize eden karışık modellerin en iyi ve alt en iyi sıralamalarının bulunması problemini ele almışlardır.

Park ve diğçerleri (1997), elektronik ev eşyası üreten bir şirkette meydana gelen, temel zorluğu öncelik diyagramının görevler arasındaki öncelik ilişkilerini tanımlayacak yeterlilikte olmaması olan montaj hattı dengeleme probleminin genel hat dengeleme modelinin özel bir durumu olduğı göstermiş, iki alt problemi ele alındıktan sonra buluşsal bir algoritma önermişlerdir

Baek ve diğçerleri (1997), bir iş merkezi ve karışık modelli bir montaj hattından oluşan fabrikada, Karışık modelli montaj hattının (ana hat), montaj parçaları iş merkezindeki yığınlardan sağlanan farklı ürün modellerini eş zamanlı olarak üretmektedir

McMullen ve Frazier (1997), iş merkezlerinde görevlerin paralel yapılmasına izin verildiğı durumlardaki stokastik görev sürelerinin de dâhil edildiğı karmaşık modelli montaj hattı dengeleme probleminin çözümü için, yaptıkları çalışma sonucunda sunulan yöntemin farklı stratejiler kullanan karmaşık hat dengeleme problemlerini çözmek için nasıl kullanılabileceğı ve bu stratejilerin birçok başarıım boyutunda nasıl değçerlendirebileceğini göstermişlerdir.

Chol ve Shin (1997), otomotiv endüstrisinde montaj hattının kademeli üretimi için yeni bir dinamik sıralama yöntemi geliştirmiş ve eskiden elle yapılan kontrol sistemi yerine otomatikleştirilmiş bir sıralama kontrol sistemi kurmuşlardır.

Keytack (1997), çalışmasında sürekli üretim hatları veya montaj hattındaki işçiler arasındaki iş yükünün dengelenmesi ile ilgili olan problem üzerine yoğunlaşmıştır.

Inman (1997), çoklu üretim hatlarında, iş ve kapasite kullanımını doğrudan etkileyen, aşağıdaki:

1. Her hattın hangi hızda çalışacağını seçilmesi
2. Hangi hat üzerinde hangi ürünün üretileceğine karar verilmesi ve
3. Her hatta atanacak işçi sayısının belirlenmesi konularıyla ilgili planlama kararlarının, yeni iş, iş ihaleleri ve eğitim üzerine maliyet teklifi vermek amacı ile kesin bir talep bilgisi belli olmadan önce alınmak zorunda olması ancak birçok

endüstride kısıtlayıcı iş anlaşmalarının alınan kararların uzun süreli olmasını imkânsız kılması problemini açıkça belirtmekte, matematiksel olarak oluşturmakta ve uygulanabilir bir çözüm yaklaşımı sağlamaktadır.

Lee ve Kim (1997), birden fazla paralel üretim hattı içeren bir montaj hattının ara bağlantısı bağlamında tampon dağıtımı problemine, dahili transfer fiyatlandırma mekanizması uygulamışlardır.

Savsar (1997), çalışmasında elektronik bir montaj hattının simülasyon modellemesi ve çözümlemesini ele almaktadır. Simülasyon çözümlemesinin amacı üretim safhasındaki işler (ÜSİ) ve talepler Son Pano envanteri (SPE) dahil olmak üzere tam zamanında verilen talebin, belli bir bölümünü karşılayabilmek için en az kaç bölüm gerektiğine karar vermektir.

Bukchin ve diğerleri (1997), çalışmalarında takım tabanlı montaj sistemleri için yeni bir tasarım metodolojisi sunmuşlardır. Her takım iyi tanımlanmış sorumluluk tanımlarıyla yarı otonom olarak tanımlanmıştır.

Sarke ve Pan (1997), hem kapalı hem de açık istasyonları bünyesinde barındıran bir karışık modelli montaj hattında, değişik hat parametreleri yüzünden ortaya çıkan ölü zaman ve toplam faydalı zaman maliyetini minimize etmeyi amaçladıkları çalışmalarında açık istasyonlu ve kapalı istasyonlu iki sistem için hat parametrelerini en iyi şekilde elde etmek adına iki model geliştirilmiştir.

Gökçen ve Erel (1998), karışık modelli montaj hattı üzerine çok az çalışma yapılmasını bir eksiklik olarak görmüş ve çalışmalarında, karışık modelli montaj hattı dengeleme problemi için ikili sayılı bir programlama modeli geliştirmişlerdir. Bu modelin bazı hesapsal özelliklerini vermişlerdir.

Tamura ve diğerleri (1999), alıcıların çok çeşitli tercihlerini karşılamak için kurulan karışık modelli montaj hatlarında üretilen değişik ürün tiplerinin montaj süreleri arasında büyük farklar gözlemişlerdir ve bu sürelerin bay-pas alt hatları kurularak azaltılabileceğini önermişlerdir.

Gelano ve diğerkleri (1999), çalışmalarında karışık modelli bir montaj hattı için hat duraksama süresini minimize eden ve parça kullanımını daha düzgün hale getiren çok hedefli bir genetik algoritma (GA) önerilmiştir.

Frey (1999), çalışmasında üretim hatlarında fazla sayıda iş ve ürün tipi için bile çok hızlı bir sıralamaya izin veren iki adımlı bir yöntem önerilmiştir. Hat özellikleri ve olası işler hakkındaki bilgiler Petri-net kullanılarak modellenmiştir.

Amen (2000a), makalesinde maliyet odaklı montaj hattı dengelemesi ile ilgilenmektedir. Çalışmada ilk olarak, kısa bir problem tanımı sunulmuştur. Makalede sunulan buluşsal yöntemler detaylıca anlatılmıştır. “Aylak durum maliyetinin en iyi değişimi” adlı yeni bir öncelik kuralı önerilmiştir.

Amen (2000b), çalışmasında maliyet odaklı montaj hattı dengeleme probleminin tanımlanmasından sonra, istasyonların en fazla şekilde yüklenmesi yerine, “iki istasyon kuralı” kriteri kullanılmasını önermiştir. En iyi çözümün elde edilmesi için listeleme sürecinin değiştirilmiş ve yeni sınır kurallarıyla kısıtlandığı kesin bir geri izleme yöntemi önerilmiştir.

Sawik (2000), makalesinde iki kriterli yükleme ve montaj hattı plan seçimi problemi için tamsayı programlama formülasyonları ve buluşsal bir çözüm süreci önermektedir. Önerilen yaklaşımda ilk istasyonun iş yükleri doğrusal dinlenme tabanlı buluşsal bir yöntem kullanılarak dengelenmiş, daha sonra belli bir ağ modeli baz alınarak tüm ürünler için montaj hat ve rotaları seçilmiştir.

Ağpak ve Gökçen (2000), makalelerinde öncelik diyagramlarının üretilmesi üzerinde durmuşlardır. Bu amaçla, istenilen esneklik oran ve görev sayısına göre öncelik diyagramlarının sonsuz sayıda üretilmesine yönelik Pascal Programlama diliyle kodlanmış bir program hazırlanmıştır.

Lee ve diğerleri (2001), makalelerinde otobüsler kamyonlar gibi büyük boyutlu ürünlerin montajında kullanılan iki taraflı (sağ ve sol taraf) montaj hatlarını ele almaktadırlar. İki taraflı hatlarda özellikle uygulama önemi olan iş ilişkilendirilmesi ve iş sarkmalarının maksimize edilmesine özellikle önem verilmiştir. Yapılan deneyler sonunda önerilen yöntemin başarımı gösterilmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki, önerilen süreç gelecek vaat eden çözüm kalitesindedir.

Bukchin ve diğerleri (2001), makalelerinde, sipariş üzerine çalışan bir ortamdaki karışık modelli montaj hattı tasarım problemi ele alınmaktadır. Önceden belirlenmiş bir çevrim süresi için iş istasyon sayısını minimize eden, bu önerilen buluşsal yöntem üç aşamadan oluşmaktadır.

Gökçen ve diğerleri (2001), makalelerinde, özellikle mal üreten sistemlerde bilinen Montaj Hattı Dengeleme (MHD) metotlarının hizmet üreten sistemlere uygulanabilirliği incelemişlerdir. Bir fizik tedavi ve rehabilitasyon kliniğinde yaptıkları uygulama çalışması sonucunda sadece üretim sistemlerine uygulandığı düşünülen MHD yönteminin servis sektörüne de uygulanabilirliği görülmüştür.

Chen ve diğerleri (2002), çalışmalarında çevrim zamanını minimize etme, iş gücünün düzgünlüğünü maksimize etme, alet ve makine değişim sıklığını minimize etme ve montaj sıralarının karmaşıklığını minimize etme gibi çeşitli hedefleri olan montaj planlama problemlerine çözüm olarak bir karma genetik algoritma yaklaşımı sunulmaktadır.

Jin ve Wu (2002), çalışmalarında Tam zamanında üretim sistemleri için “Değişirlik algoritması” adı verilen yeni bir buluşsal algoritma geliştirilmiş ve sayısal deneyler bu yeni algoritmanın biraz hesaplama yükü olmasına karşın daha iyi bir sonuç verdiğini göstermiştir.

Becker ve Scholl (2003), makalelerinde yakın zamanda yapılmış çok sayıdaki Genelleştirilmiş montaj hattı dengeleme problemlerini araştırmışlardır. Montaj hattı dengeleme problemlerini tanımlamaları ve çözümlemeleri hakkındaki araştırma ve gelişmeleri etüt etmişlerdir.

Ponnambalam ve diğerleri (2003), makalelerinde karışık montaj hatlarındaki sıralama problemi için genetik algoritmaların başarımı incelenmektedirler. Değerlendirme sonuçları Pareto katman-niş hücresi yöntemini kullanan genetik algoritmanın diğer mekanizmaları kullanan genetik algoritmalarından daha iyi olduğunu göstermiştir.

Simaria ve Vilarinho (2004), çalışmalarında, karışık modelli montaj hattının, hattın önceden belirlenmiş belli sayıdaki operatörü kullanarak ulaşabileceği üretim oranını maksimize etmek için kurulan paralel iş istasyonlarını kullanan karışık modelli montaj hattı dengeleme probleminin (KMHD) çözümü için bir matematik programlama modeli ve döngülü genetik algoritma tabanlı bir süreç sunulmaktadır.

Dereli ve diğerleri (2004), çalışmalarında, yeni bir karınca kolonisi optimizasyonu (KKO) sezgisel yaklaşımı ile çift taraflı montaj hatları dengeleme problemlerinin çözülmesine çalışılmışlardır. Makalelerinde, çift taraflı MHD problemine KKO yaklaşımının nasıl uygulanacağını gösteren ilk girişimdir. Test problemlerinin çözümünden elde edilen sonuçlar KKO yaklaşımının çift taraflı MHD probleminin çözümü için alternatif bir yöntem olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Chutima ve Suphapruksapongse (2004), araştırmalarında, çeşitli üretim kısıtları ile tanımlanan bir monitör montaj hattının dengelenmesi ve senkronizasyonu için kullanılan kullanışlı bir yöntemin anlatılmasını amaçlamaktadırlar. Araştırmada ilk olarak kısıt analizi yapılarak, montaj hattının üretkenliğini en çok etkileyen kısıt bulunmuştur. Analizden elde edilen sonuç, tek modelli montaj hattı dengelenmesi ile çoklu modelli montaj hattı dengelenmesi arasındaki verimlilik farkını karşılaştırmak için kullanılmıştır.

Betancourt ve Moreno (2005), makalelerinde, Alternatif Alt-diyagramlı Montaj Hattı Dengeleme Problemi (AAMHDP) diye adlandırılan yeni bir genel montaj hattı dengeleme problemi sunmuş, özellikleri belirlemiş, açık ve kesin bir biçimde anlatmışlardır. Önerilen problemin özgünlüğü, seçilen montaj alt diyagramına bağlı olan belli görevlerin öncelik ilişkilerinin ve süreç sürelerinin dâhil edildiği alternatif montaj alt diyagramlarına sahip olma olasılığını dikkate almasıdır.

Mendes ve diğerleri (2005), yaptıkları bu çalışmada, karışık modelli bilgisayar kamerası montaj hattı dengeleme durumu işlemişlerdir. Çalışmanın amacı, değişen kademelerdeki talepler için farklı hat düzenleri inşa etmektir.

Boysen ve diğerleri (2006), çalışmalarında, araştırmacılar ve uygulamacılar arasındaki iletişimi kolaylaştırmak için, montaj hattı dengeleme için bir sınıflandırma planı sağlamışlardır.

Song ve diğerleri (2006), makalelerinde, insan odaklı ve dinamik donanımlı bir montaj süreci altındaki üretimin hat dengesini iyileştirmek adına oluşturulan montaj hattı dengeleme problemi için geliştirilen bir en iyileme modelini aktarmaktadır. İş gücünün yoğun biçimde hissedildiği endüstrilerde, operatör verimliliğindeki değişimlerin hat dengesi için çok önemli olması nedeniyle, operatör verimliliğini dikkate alarak optimal operatör ataması yapan ve bu yolla üretim hattını dengelemeye çalışan bir yaklaşım önermişlerdir.

Rahimi ve Mirzaei (2007), makalelerinde, karışık modelli montaj hattı (KMMH) sıralama problemi üzerinde çalışmıştır. KMMH’de bir sıralamayı değerlendirmek için kullanılan hâlihazırdaki kriterler arasından üç tanesi dikkate alınmıştır. Bunlar, toplam faydalanılan hizmetin toplam işini minimize etme, toplam üretim oranı değişimi ve toplam kurulum maliyetidir.

Rahimi ve diğerleri (2007), çalışmalarında, çok hedefli bir sıralama problemi ve onun matematiksel formülasyonu açıklamışlardır. Bu programın türü NP-zorlukta olduğundan yerel Pareto-optimal sınırını aramak için yeni bir çok hedefli dağılım araması tasarlanmıştır.

Boysen ve diğerleri (2007), makalelerinde, çok geniş olan montaj hattı dengeleme yöntemi, belirgin uygulama alanlarına göre şekillendirilmekte ve gerçek problemleri yansıtmak için gerekli olan ilgili model uzantıları öne çıkarmaktadırlar.

Scholz ve Freitag (2007), makalelerinde, otonominin genel prensipleri sunulmakta ve montaj sistemlerinde otonom süreçleri gerçekleyebilmek için konsept yöntem ve teknolojiler önermektedirler.

Weindahl ve Hegenscheidt (2007), makalelerinde, tek bir istasyonun tüm sistem üzerindeki etkisini çok çabuk değerlendirebilmek için karakteristik eğri teorisini baz alan kullanışlı bir araç geliştirmiş, uygulanan metodoloji ve elde edilen sonuçlar verilmiştir.

Martino ve Pastor (2007), çalışmalarında Genel Montaj Hattı Dengelenmesi Problemini çözebilmek için 50'den fazla öncelik kuralı bazlı bulgusal yöntem önermiştir. Önerilen yöntemlerden birçoğu bugüne kadar yayınlanmış bulgusal yöntemler üzerine iyileştirmeler getirmektedir.

Lien (2007), makalesinde, manüel montaj için iki temel prensibi tanımlamaktadır. Bunlar istasyonların paralel düzenlenmesi ve sırasal düzenlenmesidir. Ürün hacmi, montaj işlem sayısı, ürün değişken sayısı ve istasyon işlem süresi dengesizliğinin bir fonksiyonu olan olası çıktı için teorik bir model sunulmuştur.

Kim ve Jeong (2007), çalışmalarında, konveyör sisteminin kullanıldığı karmaşık modellenmiş montaj hatlarındaki (KMMH), sıralama tabanlı kurulum sürelerini içeren ürün modellerinin girdi sıralarının eniyilemesinin nasıl yapıldığı konusunda çalışmıştır. İş alanları içinde bitirilmeyen toplam işin minimize edilmesi için model sıralamalarına karar verilmesi amaçlanmaktadır.

Tseng ve diğerleri (2007), makalelerinde, literatüre, sadece Genetik algoritma (GA) tabanlı olmayan aynı zamanda GÜDÜMLÜ-GA'ları da yerel arama mekanizması olarak kullanan genel arama algoritmaları eklemeye çalışmıştır. Montaj sıralama, planlama için memetik algoritmaları (MA) adı altında önerilen bu yeni yöntem çok kısıtlı montaj sistemleri için eniyi/eniyiye yakın çözümler tespit etme kabiliyetine sahiptir.

Eryuruk ve diğerleri (2008), çalışmalarında, Helgeson ve Birnie tarafından geliştirilmiş “Sıraya Konulmuş Konumsal Ağırlık Yöntemi” ve El-Sayed ve Boucher tarafından geliştirilmiş “Olasılıksal Hat Dengeleme Yöntemi” olarak bilinen iki olgusal montaj hattı dengeleme yöntemi uygulanarak bir giyim şirketinin iki model içeren çoklu modellenmiş montaj hattı dengeleme probleminin çözülmesi amaçlanmıştır.

Bautista ve Cano (2008) aktardığına göre, 1991 yılında Yano ve Rachamadugu tarafından önerilen, montaj hatlarındaki karışık modellerin sıralanması probleminin bir türü olan gerçek görev tamamlanma süresi ve işin planlanan bitiş süresi arasındaki farkların toplamını yansıtan iş yükü kavramı problemine çözüm için bazı yaklaşımlar önermişler ve iki sayısal deney kullanarak bu yaklaşımı literatürdeki başka yaklaşımlarla karşılaştırmışlardır.

Xu ve Xiao (2008), çalışmalarında, karmaşık modelleri, bulanık işlem zamanlarını ve toplam aşırı iş yükleme zamanını en aza indirmek için kullanılan özel bir montaj hattı dengelenmesi problemini incelemişlerdir.

Hu ve diğerleri (2008), makalelerinde birleşik bir ölçü ve sistem tasarımında büyük başarımlar elde etmek için karmaşıklık modeller önermektedir. Karmaşıklık ürün çeşitliliğinin dağılım fonksiyonları ile tanımlanmış ve çok aşamalı montaj sistemleri ve çok dereceli tedarik zincirlerindeki karmaşıklık yayılımını tanımlamak için modeller geliştirilmiştir.

Simaria ve Vilarinho (2009), makalelerinde, çift taraflı karma montaj hattı dengelemesi problemi üzerine bir yaklaşımı sunmaktadırlar. Önerilen yöntemde, montaj sürecinin öncelik, bölgelendirme, kapasite, taraf ve eşzamanlılık kısıtlamalarını doğrulayan hattın her iki yanında dengeleme çözümü oluşturmak için iki karınca eş zamanlı çalışacaktır.

Sabar ve diğerleri (2009), makalelerinde, hareketli çok ürünlü montaj hattı bağlamında personel planlaması problemi için çoklu araç tabanlı bir yaklaşım sunmaktadır. Çoklu araçlı bu yaklaşımın başarımının karşılaştırmalı değerlendirmesini yapmak için, ticari bir çözümleyici kullanılarak lineer programlama modeli çözümlenerek elde edilen optimal çözümler kullanılmıştır.

Özcan ve diğerleri (2009), çalışmalarında, paralel montaj hattı dengeleme problemi (PALB) için Gökçen ve diğerlerinin çalışmasına dayanan, tabu araştırısına dayalı bir yaklaşım önermektedir. Önerilen yaklaşım nümerik bir örnek üzerinde gösterilmiş ve performansı literatürde iyi bilinen bir dizi problem üzerinde test edilmiştir. Bu çalışma, literatürdeki ilk çoklu amaçlı paralel montaj hattı dengeleme çalışmasıdır.

Çevikcan ve diğerleri (2009), makalelerinde, karışık modellenli montaj hatlarında montaj takımları (fiziksel istasyonlar) yaratmak için takım odaklı matematiksel bir programlama modeli oluşturulmuştur. Bu model NP zorlukta bir model olması nedeniyle, buluşsal algoritma tabanlı bir planlama geliştirilmiştir.

Esmailian ve diğerleri (2009), makalelerinde, her bir model için çevrim süresini minimize etmek adına, meta bulgusal karmaşık modellenli paralel montaj hattı probleminin başlangıç çözümü olarak paralel montaj hattındaki iş istasyonlarına karışık model görevlerinin ilk görev atamalarının belirlenmesini sağlamak amaçlı bulgusal bir yöntem önermektedir. Bu çalışmada önerilen algoritma, karışık model üretiminin paralel montaj hattına tadilatını gösterdiği gibi, değişik çevrim sürelerine sahip birden fazla farklı ürünün birlikte üretilmesi için de kullanılabilir.

Toksarı ve diğerleri (2009), çalışmalarında, montaj hattı dengeleme problemi için öğrenme ve doğrusal bozunumun eş zamanlı etkileri anlatmaktadırlar. İstasyon sayısını minimize etmek amacıyla, karışık doğrusal olmayan tamsayı programlama modeli geliştirilmiştir.

Özcan ve Toklu (2009), makalelerinde, karışık modellenli çift taraflı bir montaj hattı dengeleme problemi için yeni bir matematiksel model ve simülasyonlu tavlama yöntemi önermektedir.

Batini ve diğerleri (2009), makalelerinde üretim/montaj sistemi içinde parça yönetim eniyilemesi yapan bütünleşik ve yenilikçi bir yaklaşımı açıklamaktadır, makalede, problemin bütün taraflarını düşünerek bu boşluğu dolduran bütünleşik bir çerçeve üzerine yoğunlaşmıştır.

Scholl ve Boysen (2009), çalışmalarında birçok paralel montaj hattından oluşan bir üretim sistemini ele almışlardır. makalelerinde, problem detaylı bir şekilde tanımlanmış ve ikili bir doğrusal program olarak modellenmiştir.

Abdulhasan (2009), çalışmasında, montaj ürünü için gerekli süreç ve üretim planlamasındaki karar mekanizmasını belirlemek için COMSOAL-PLB (Montaj Planlama ve Hat Dengelenmesindeki Montaj Hattı Operasyonlarının Sıralanması için bir Bilgisayar Yöntemi) adlı bir metodoloji geliştirilmiştir.

Costa ve Miralles (2009), makalelerinde, montaj hattı işçi ataması ve dengelemesi probleminde iş rotasyonu programlaması ele almıştır. Bu çalışma, işçilerin farklı uzunlukta çalıştığı, özörlöler için yapılmış bir korunaklı bir iş merkezinin montaj hattı tasarımını ele almaktadır.

Çerçioğlu ve diğerleri (2009), çalışmalarında, Paralel Montaj Hattı Dengeleme Problemi (PMHDP) için tavlama benzetimi (TB) tabanlı bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Çalışma temel olarak Gökçen vd. (2006) çalışmasını ele alarak geliştirilmiştir.

Kara ve diğlerleri (2010), çalışmalarında, belirli ve bulanık hedefleri olan paralel montaj hatlarının dengelemesi için iki hedefli bir programlama önermişlerdir. Önerilen yaklaşımlar, sayısal örnekler ve duyarlılık analizleri kullanılarak anlatılmıştır. Önerilen yaklaşımlar karar ortamı ve tercih edilen önceliklere bağlı olarak paralel montaj hatlarının dengelenmesini sağlayan karar merciine bir esneklik sağlamaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MONTAJ HATTI DENGELEME PROGRAMI

3.1. Programın Yazıldığı Program Dili Hakkında

3.1.1. Programlama Dillerinin Tarihçesi

Bilgisayarlar, icat edilmeleriyle birlikte belli bir işi yapmak için bir dizi komutlara ihtiyaç duymuşlardır. En başta çok basit işlemleri yapan bu komutlar zamanla nesneye yönelme (object orientation) gibi ileri seviyede özellikler kazanmıştır. Makine dilindeki gelişim aşağıdaki süreçten geçmiştir (<http://www.cs.sfu.ca>). Makine dili 10110110, 11011110

- Yordamların (Subroutine) ve Kütüphanelerin (Library) oluşması
- 1957 FORTRAN
- 1959 COBOL
- 1968 Pascal
- 1972 C
- Nesneye Yönelik Programlama Dilleri: C++, JAVA
- 2000 .NET Visual Basic .NET, Visual C#

İlk programlama dilleri, bilgisayarların üzerinde bazı araçların yerlerini değiştirerek veya yeni bileşenler eklenerek yapılmıştır. Programın işlemesi için programlar fiziksel olarak yazılmış, daha sonra fiziksel programlama yerini elektrik sinyaliyle bırakmıştır. Kurulan elektronik devrelere düşük ya da yüksek voltajda akım gönderilerek bilgisayarın davranışı belirlenmeye başlamıştır. Yüksek voltaj 1, düşük voltaj 0 sayılarını ifade etmektedir. Yukarıda anlatılan gelişmeler sonucunda günümüzde kullanılan makine dili ortaya çıkmıştır.

Ancak bu şekilde programlar yazmak, sistemi oluşturan elektronik devrelerin her program için baştan kurulmasını gerektirmektedir. Böylelikle programlar bazı kavramlar çerçevesinde yazılmaya başlanmıştır. Öncelikle bilgisayar donanımı her program için baştan kurulmaması, bunun yerine basit bir donanımın üzerine yazılan komutların kullanılması gereği duyulmuştur. Daha sonra, programlar tek bir

komutlar zinciri yerine, küçük parçalar halinde yazılmıştır. Bu parçaların programın içinde defalarca kullanılabilmesi yordam (subroutine) kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu modelin kullanılması ise mantıksal karşılaştırmaları, döngülerin kullanılmasını ve yazılan kodlar tekrar kullanıldığı için kütüphane (library) mantığını ortaya çıkarmıştır.

IBM 1957 yılında düşük seviye (makine diline yakın) bir programlama dili olan FORTRAN dilini ortaya çıkarmıştır. FORTRAN ile beraber basit mantıksal karşılaştırmalar, döngüler, (true-false) logic ve (integer, double) sayısal değişkenler kullanılmaya başlanmıştır.

FORTRAN programlama dilinin özelliklerini alıp, giriş çıkış (Input – Output) gibi yeni işlevler sağlayan COBOL dili 1959 yılında ortaya çıkmıştır. 1968 yılında, COBOL ve FORTRAN dillerinin en iyi özelliklerini alarak Pascal ortaya çıkmıştır. Ayrıca Pascal dili, hafızadaki adresler üzerinde işlem yapmaya olanak veren işaretçi (pointer) kavramını beraberinde getirmiştir.

C programlama dili, 1972 yılında Pascal dilindeki birçok hatayı gidererek ortaya çıkmıştır. C dili ilk defa Unix işletim sistemini yazmak için kullanılmaya başlanmıştır. C, düşük seviye bir dil olması, kuvvetli giriş çıkış işlemleri sağlaması gibi birçok özelliği ile işletim sistemleri yazılmasında tercih edilmiştir.

Bütün programlama dilleri birçok özelliğe sahip olmasına rağmen, modüler programlamanın birçok eksikliğini gidermek amacıyla, yeni bir programlama modeli olan nesneye yönelik programlama - OOP (object oriented programming) ortaya çıkarılmıştır. C dilinin ve OOP modelinin tüm özellikleriyle C++ dili oluşturulmuştur.

C++ dilini, Sun Microsystems tarafından çıkartılan “Java programlama dili” takip etmiştir. Java dilinin kullanım alanları, nesneye yönelik bir programlama dili olması ve beraberinde getirdiği çöp toplama GC (garbage collection) gibi performans artırıcı özellikleri ile büyük ölçüde genişlemiştir.

Microsoft, 2000 yılında .NET platformunu sunarak, otuzdan fazla programlama dilini aynı çatı altına toplamıştır. VisualBasic.NET ve VisualC# .NET platformunu kullanan günümüzdeki en güçlü yüksek seviyeli programlama dilleri arasında yer almışlardır.

Visual Studio Çalışma Ortamı

Visual Studio bir dosya editörü olup aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır.

- Çalışma Sayfaları
- Araç Çubukları
- Menüler
- Paneller

Visual Studio, çok gelişmiş özelliklere ve yardımcı araçlara sahip bir dosya editörüdür. .NET platformu üzerinde geliştirilen proje dosyaları dışında metin dosyaları, sql, rtf uzantılı dosyalar da düzenlenebilmektedir (<http://www.megap.meb.gov.tr>).

Bu çalışmada montaj hattı dengeleme programının yazımı için C# programlama dili kullanılmıştır. C# programlama dili, C/C++ ve Java dillerinden türeyen, güçlü, basit, esnek, tip güvenli, modern ve Microsoft .NET platformu için özel geliştirilmiş bir programlama dilidir. C#, programcıların yaygın bir biçimde kullandığı C/C++ ve Java dillerine benzerliği ile tanınan bir programlama dilidir. İlk aşamada çok benzer bir dil olarak görünse de bu iki dilden farklı birçok özelliğe sahiptir. C #, .NET için Microsoft tarafından geliştirilen ve programlama alanında C/C++ ve Java'nın güzel özelliklerini alıp, bu dillerin tehlikeli olabilecek özelliklerini dışarıda bırakan bir dildir. C#, C/C++ dilinden farklı olarak tamamıyla nesneye yöneliktir. “int”, “double” gibi temel veri türleri dahi birer nesne olarak tanımlanmıştır. Java dilinden farklı olarak C# dilinde işaretçiler (pointer) kullanılabilmektedir.

C# programlama dilinin tercih edilme nedenleri:

- Öğrenilmesi kolaydır,

- Nesne yönelimli programlamaya tam destek vermektedir,
- Yüksek verime sahiptir,
- Güç ve kolaylık arasında dengededir,
- Xml desteği sunmaktadır,
- Windows Forms mantığını destekler,
- İnternet teknolojilerinin gelişimine uyum sağlayabilmiş modern bir dildir.

C# programlama dili ile yapılabilecekler:

- Konsol tabanlı uygulama geliştirme,
- C# ile Windows için gelişmiş, güçlü, hızlı ve güvenli programlar yazılabilir.
- ASP.NET için en uygun dildir. ASP.NET, ASP gibi script yorumlamalı olmayıp tamamen nesne yönelimli haldedir. C# bu konuda büyük kolaylıklar sağlamaktadır.
- C# ile Web Servisleri geliştirmek oldukça kolay ve hızlı bir hal almaktadır.
- Mobil uygulama geliştirebilir (<http://members.comu.edu.tr>).

3.2. Programın Arayüz Tanıtımı

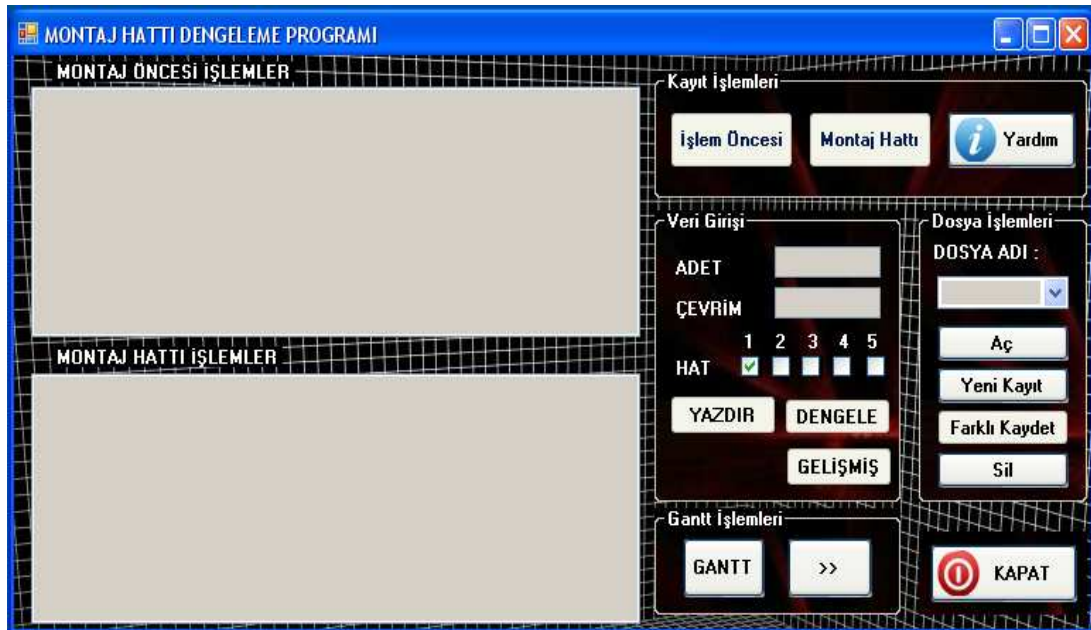
Bu program çok ve karışık modellenmiş deterministik düz montaj hattı dengeleme problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir. Bu problemlerden birisi montaj hattında yapılan görevlerin hattaki iş istasyonlarına atanması problemi. Montaj hattında yapılacak görevlerin öncül ardıl ilişkilerine dikkat edilerek iş istasyonlarına eş zamanlı dağıtılması amaçlanmaktadır. Böylece atıl zamanlar en aza indirilerek hattın verimliliğinin artırılması amaçlanmaktadır. Öncül, bir görev yapılmadan önce yapılması zorunlu olan görevleri ardıl ise bu görevden sonra yapılacak görevleri tanımlamakta kullanılmaktadır. Belirtilen çevrim süresinde yapılacak görevlerin iş istasyonlarına atanması işlemine bir dengeleme işlemi denir. Program kullanılarak çok sayıda dengeleme işlemi gerçekleştirilebilmekte ve kullanıcıya opsiyonel olarak seçme imkânı sağlanmaktadır.

Program çalıştırıldığında programı hazırlayan ve amacını anlatan bir ekran görüntüsüyle gelmektedir. Şekil 3.1.'de bu ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.1. Programın Tanıtım Ekran Görüntüsü

Bu ekran görüntüsü kapatılarak normal montaj dengeleme programına geçilmektedir. Programın algoritması, birbirine paralel beş montaj hattı ve bu hatlara dik ön montaj hatlarına göre tasarlanmıştır. Bu programın ekran görüntüsü Şekil 3.2.'de verilmiştir.



Şekil 3.2. Montaj Hattı Dengeleme Programının Ekran Görüntüsü

3.2.1. Dosya İşlemleri

Programın bu bölümünde montaj dengeleme programı kullanılarak tasarlanacak olan iş için dosya kayıtlarıyla ilgili işlemlerin yapıldığı kısımdır. Burada daha önce tasarlanan dosyalara ulaşılmakta veya yeni dosya tasarlama işi yapılmaktadır. Şekil 3.3.'de dosya işlemleri ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.3. Dosya İşlemleri Ekran Görüntüsü

Dosya Adı: Daha önceden kaydedilen dosyayı seçmek veya listelemek için kullanılmaktadır. Kayıtlı dosyalara hızlı bir şekilde erişilmesine olanak sağlamaktadır. ComboBox kutusunun yanındaki ok işaretiye basılarak dosyalar görüntülenmektedir.

Aç: Daha önce tanımlanan dosyalar listeden seçilerek açılmaktadır. Üzerinde dengeleme işlemi yapılmak istenen dosyalara buradan ulaşılmaktadır. Kontrol paneli üzerinde bulunan ve dengeleme işlemlerinde kullanılan butonlar bu bölümden bir dosya açıldıktan sonra aktif hale gelmektedir. Sadece montajı yapılacak ürün miktarı yazılıp “dengele” komutu ile dengeleme işlemi en büyük istasyon süresi çevrim süresi olarak kabul edilip gerçekleştirilebilmektedir.

Yeni Kayıt: Yeni dosya tanımlaması yapılmaktadır. Bir ürünle ilgili veri girişi yapılmadan önce dosya ismi gerekmektedir. Burada kullanılacak dosya ismi üretilcek ürünün ismi veya kodu olabilir. Bu isim girildikten sonra Kayıt İşlemleri bölümü aktif olmakta ve veri girişi yapılmasına izin verilmektedir.

Farklı Kaydet: Daha önce tasarlanan dosyayı farklı kaydetmek için kullanılmaktadır. Montaj hattında üretilcek ürünle benzer özellikte ürünler olabilir. Aynı üründen farklı renkte ya da ebatla üretilmek istenebilmektedir. Bu bölüm çok ve karışık modellenen ürünlerin veri girişini daha kolay hale getirmek için kullanılmaktadır.

Sil: Tasarlanılan dosyayı silmek için kullanılmaktadır. Daha önce veri girişi yapılmış ürünlerden üretimden kaldırılmak istenenler olabilmekte veya ürün üzerinde değişiklik yapılarak yeni bir ürün geliştirilebilmektedir. Bu gibi durumlarda önceki ürünle ilgili verilerin tutulması istenmeyebilir. Bu bölüm kullanılarak ürünle ilgili veriler silinebilmektedir.

3.2.2. Kayıt İşlemleri

Programın bu kısmında montaj hattı dengeleme programı kullanılarak tasarlanacak olan ürünler için işlem öncesi tanımlamaları, montaj hattı işlemleri ve programın kullanımı ile bilgilerinin yer aldığı kısımdır. Şekil 3.4.'de kayıt işlemleri ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.4. Kayıt İşlemleri Ekran Görüntüsü

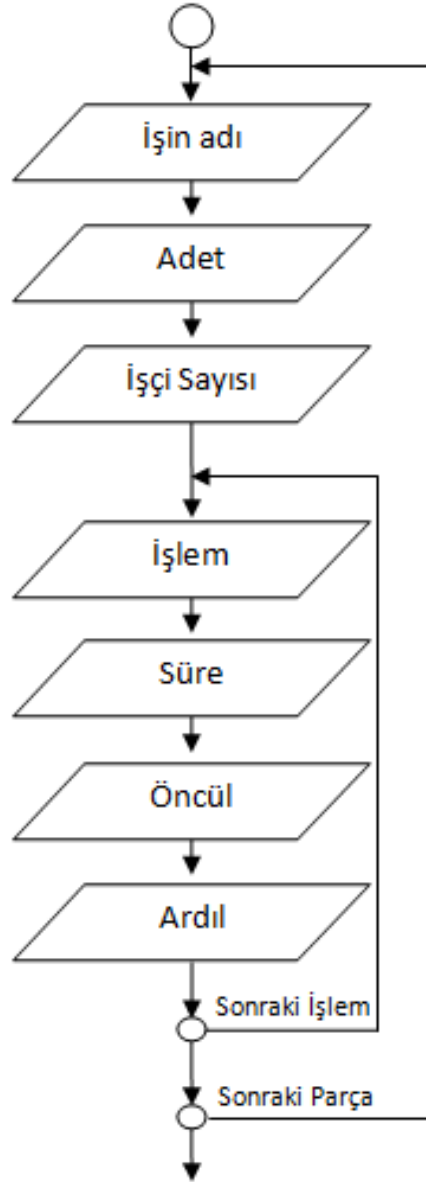
İşlem Öncesi (Alt Montaj) Hattı: Birbirine monte edilecek parçaların montaj hattına girmeden parçalar üzerinde yapılacak işlemler bu hatlarda gerçekleştirilmektedir. Bu hatlar montaj hatlarına dik ve birbirine paralel hatlardan oluşur. Şekil 3.5.'de işlem öncesi ekran görüntüsü yer almaktadır.

Şekil 3.5. İşlem Öncesi Ekran Görüntüsü

Montaj işleminden önce, montajlanacak parçaların montaja hazır hale getirilmeleri gerekmektedir. Bu işlemler montaj hatlarına 90° dik olan alt montaj hatlarında gerçekleştirilmektedir. Alt montaj hatları birbirine paralel hatlardan oluşmaktadır. Montaja hazırlık aşamasında parçalar üzerinde yapılacak işlemler bu hatlarda yapılarak montaja hazır hale getirilmektedir. Bu hatlar üzerinde yapılacak işlemlerin süreleri önceden belirlenmekte ve üretilecek ürünün miktarına göre hatın çalışma süresi hesaplanmaktadır. Bu hatlarda dengeleme işlemi; hatlardan çalışma süresi en az olan yani işini önce bitiren işçinin diğer hatlarda çalışma süresi en uzun olan hatta geçerek kalan işi beraber bitirmesi sağlanarak yapılmaktadır. Böylece bütün hatlardan maksimum verim elde edilmeye çalışılmaktadır. Bu hatlarda nitelikli işçiler çalıştırılmaktadır.

Programda bu hatlarla ilgili veriler işlem öncesi bölümünden girilir. Bölümde her bir parça ayrı ayrı tanımlanır. Üzerinde işlem yapılacak parçanın adı “işin adı” bölümünden girilir. Bu parçadan bir üründe kaç tane olduğu “adet” bölümünden ve bu işlemin kaç kişi tarafından yapıldığı da “işçi sayısı” bölümünde tanımlanmaktadır.

Bir parça üzerinde birden fazla işlem gerçekleştirilebilir. Bu bilgiler “işlem” bölümünden girilmektedir. Bu işlemler öncül ardıl ilişkisine göre tanımlanmakta ve her bir işlemin ne kadar sürede tamamlandığı ise “süre” bölümünden tanımlanmaktadır. Şekil 3.6.’da işlem öncesi veri girişi algoritmasının akış şeması yer almaktadır.

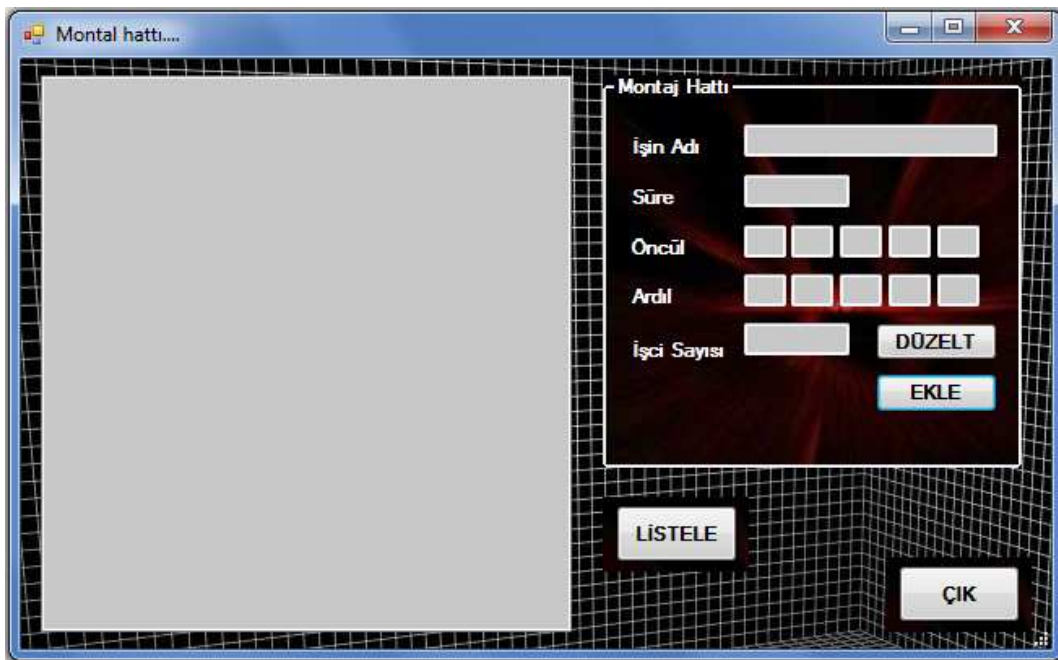


Şekil 3.6. İşlem Öncesi Veri Girişi Algoritmasının Akış Şeması

Bu hatlarda işlenmek üzere 100 adet parça girişi ve bu parçalar için 1000 adet işlem tanımlaması yapılabilmektedir. Girilen veriler “listele” bölümünden

görüntülenebilmektedir. Veri girişinde herhangi bir hata yapılmış ise “düzelt” komutu ile düzeltme işlemi gerçekleştirilmektedir.

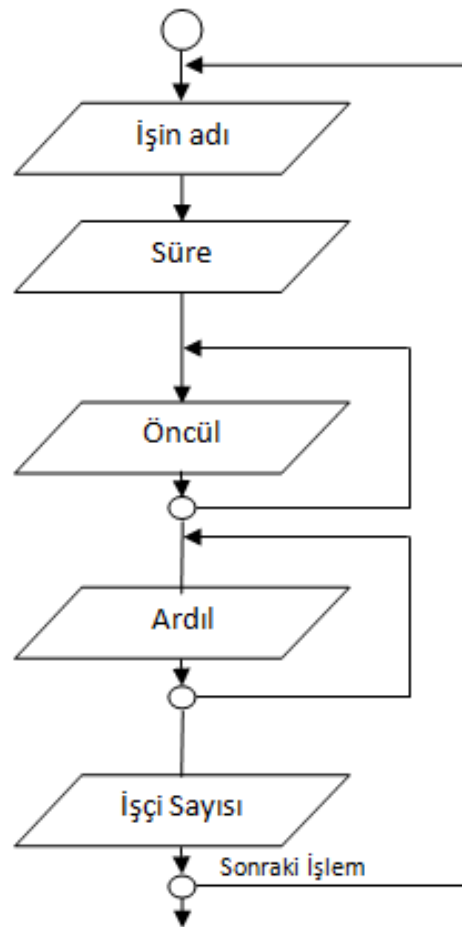
Montaj Hattı: Montaja hazır hale getirilmiş parçaların üzerinde yapılacak işlemler bu montaj hattı bölümünden belirlenmektedir. Bu bölümde birbirine paralel 5 montaj hattı bulunmaktadır. Bu hatalarda 100 adet iş istasyonu ve bu istasyonlarda işlenmek üzere 1000 farklı işlem tanımlanabilmektedir. Şekil 3.7.’de montaj hattı ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.7. Montaj Hattı Ekran Görüntüsü

Ön montaj hatlarında montaja hazır hale getirilen parçaların birleştirme işlemleri montaj hatlarında gerçekleştirilmektedir. Bu işlemler belirlenen çevrim süresini aşmayacak şekilde montaj hattı üzerindeki iş istasyonlarındaki işçiler tarafından yapılmaktadır. Çevrim süresi belirlenirken çevrim süresinin en büyük süreli iş süresinden küçük olmaması gerekmektedir. En büyük işlem süresinden daha küçük çevrim süresi yazıldığı takdirde program en büyük işlem süresini çevrim süresi olarak kabul etmektedir. Program iş istasyonlarına iş atamalarını bu çevrim süresini aşmamak koşuluyla öncül ardıl ilişkilerini dikkate alarak gerçekleştirmektedir. Bir istasyona bir iş ataması yapıldıktan sonra iş süresi çevrim

süresinden çıkarılarak kalan süre hesaplanmaktadır. Bu süreye göre istasyona yeni bir iş ataması daha yapılabilir. Bu atama işlemleri çevrim süresine en yakın değer elde edilerek istasyondan maksimum verimin alınması sağlanmaktadır. Bütün iş istasyonlarına iş ataması yapıldıktan sonra her bir istasyonun verimliliği hesaplanmaktadır. Bu hesaplama istasyonun çalışma süresinin çevrim süresine bölünmesiyle elde edilmektedir. Her bir istasyonun verimleri toplanıp istasyon sayısına bölünerek hattın verimliliği hesaplanmaktadır. Şekil 3.8.'da montaj hattı veri girişi algoritmasının akış şeması yer almaktadır.



Şekil 3.8. Montaj Hattı Veri Girişi Algoritmasının Akış Şeması

Programda bu dengeleme işlemleri ile ilgili veriler montaj hattı bölümünden girilmektedir. Montaj hattı üzerinde yapılacak işin adı veya kodu “işin adı” bölümünden girilmektedir. Bu işin yapılma süresi öncül ardıl ilişkileri ve bu işlemin

kaç işçi tarafından yapılacağı ilgili bölümlere girildikten sonra “ekle” butonuna basılarak yeni bir işlemle ilgili veri girişi yapılabilmektedir. Girilen veriler “listele” butonuna basılarak görülebilmektedir. Hatalı bir veri girişi yapılması durumunda listeden hatalı veri bulunarak üzerine çift tıklamak suretiyle verilerin “veri girişi” bölümüne atanması sağlanmaktadır. Gerekli düzeltme işlemleri yapıldıktan sonra “düzelt” butonuna basılarak düzeltme işlemi yapılmaktadır.

Yardım: Kayıt işlemleri bölümündeki işlem öncesi ve montaj hattı ile ilgili işlemlerin nasıl yapıldığı hakkında bilgiler verilerek kullanıcıların hata yapmalarını önlemek için oluşturulmuş bir bölümdür.

3.2.3. Veri girişi

Programın bu kısmında montaj dengeleme programı kullanılarak tasarlanacak işin miktarının girildiği, çevrim süresinin belirtildiği, kaç hat kullanılacağını seçildiği, dengeleme işinin yapıldığı, dengeleme işi ile ilgili gelişmiş bilgilerin verildiği ve dengeleme bilgilerinin yazıldığı kısımdan oluşmaktadır. Şekil 3.9.’da kayıt ekran görüntüsü yer almaktadır.

Şekil 3.9. Veri Giriş Ekran Görüntüsü

Adet: Üretilcek ürün miktarının girildiği kısımdır. Kullanıcıya üretilmek istenin ürünün farklı adetlerdeki verimlerini görerek seçme imkânı tanınmaktadır.

Çevrim: Çevrim süresinin girildiği kısımdır. Çevrim süresi üretim bandının bekleme süresi olarak tanımlanabilir. Bu süre değiştirilerek farklı verim sonuçları elde edilebilmektedir. Bu süre en büyük süreli görev süresi ve toplam görev süreleri arasında bir değer alabilir. Çevrim süresi artırılarak işçi sayısı azaltılabilir veya kısaltılarak üretimin hızlandırılması sağlanabilmektedir.

Hat: Program, birbirine paralel beş adet üretim bandı varsayılarak tasarlanmıştır. Üretilmek istenen ürünün hangi bandta üretileceği opsiyonel olarak seçilebilmektedir. İhtiyaca göre aynı ürün birden fazla hatta üretilmekte veya farklı ürünlerin aynı anda istenilen hatlarda üretilmesi sağlanabilmektedir. Hat sayısı artırılarak üretim hızı, esneklik ve müşteri memnuniyeti artırılabilir.

Yazdır: Dengeleneme işinin bilgilerinin yazıcı çıktısı alabilindiği kısımdır. Dengeleme işlemin sonuçlarının görüntülenmesine olanak sağlar. Dengeleme işlemi tamamlandıktan sonra hangi hatlarda üretim yapılacağı, iş istasyonlarındaki görev dağılımı, üretim zamanı, verimlilik gibi bilgilerin çıktısının alınmasında kullanılmaktadır.

Dengeleme: Daha önceden veri girişi yapılmış ürünlerden istenilen adet ve çevrim süresinde üretim yapılması gerekli iş ataması ve verim hesaplamalarının yapılması için kullanılmaktadır. İş atamaları girilen çevrim süresi ve öncül ardıl ilişkileri dikkate alınarak yapılır. Programın kullanılan dengeleme işlemlerinin çözümüne ilişkin adımlar aşağıda verilmektedir.

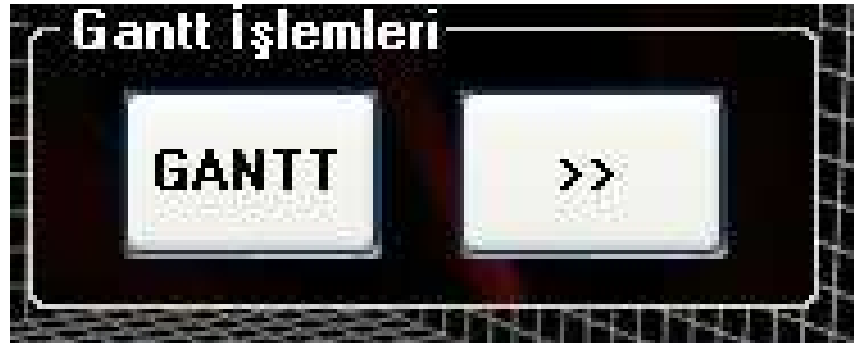
1. Görev listesindeki görevlerden öncülü olmayanlar görevler bulunur.
2. Görevlerden biri seçilir ve yeni bir istasyon açılır, görev bu istasyona atanır. Görev süresi istasyonun çalışma süresine eklenir.
3. Görev Listesinden yeni bir görev seçilir ve istasyona atanır, atanan bu yeni görevin süresi de istasyonun çalışma süresine eklenir.
4. İstasyonun çalışma süresinin çevrim süresini aşp aşmadığı kontrol edilir.

5. İstasyonun çalışma süresi çevrim süresini aşmıyorsa yeni bir iş ataması için 3. adıma geri dönülür. İş ataması sonucu çalışma süresi çevrim süresini aşmıyorsa yeni bir iş istasyonu açılır ve iş ataması bu istasyona yapılır.
6. Görev listesindeki tüm görevler atanana kadar bu işleme devam edilir.

Gelişmiş: Montaj hatlarının dengelenme işlemlerinde birden fazla çevrim değeri kullanılarak farklı verim değerleri elde edilebilir. Bu bölüm; en büyük süreli görev süresi ve tüm görevlerin toplam süreleri arasında kalan farklı verim değerlerini % olarak hesaplamak için kullanılmaktadır. Kullanıcı, farklı çevrim değerlerindeki dengeleme sonuçlarını görerek istenilen şartlarda üretim yapmasına olanak sağlanmaktadır.

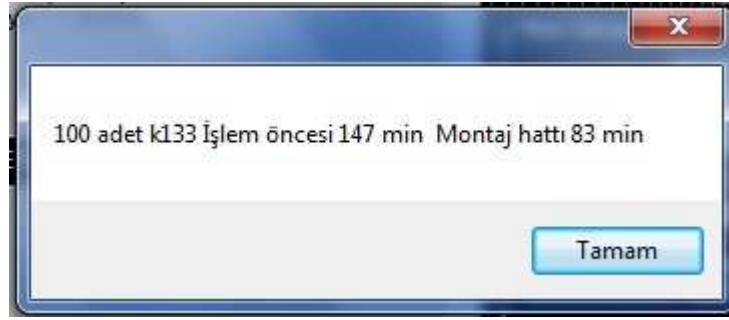
3.2.4. Gantt İşlemleri

Dengeleme işlemleri gerçekleştirildikten sonra istenilen adet ve çevrim değerleri için üretim şartlarının belirlendiği bölümdür. Bu bölüm dengeleme işlemi tamamlanan ürünlerin üretim zamanlarının ve sırasının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Şekil 3.10.'da Gantt işlemleri ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.10. Gantt İşlemleri Ekran Görüntüsü

Dengeleme işlemleri yapıldıktan sonra “Gantt” butonuna basıldığında şekil 3.11.’de görüldüğü üzere Gantt sonuç ekranı ortaya çıkmaktadır. İstenilen sayıda ve çevrim değerinde üretilmek istenen ürünün ön montaj hatlarında ve montaj hatlarında ne kadar sürede üretileceği hakkında bilgi hesaplanarak ekranda görüntülenmektedir.

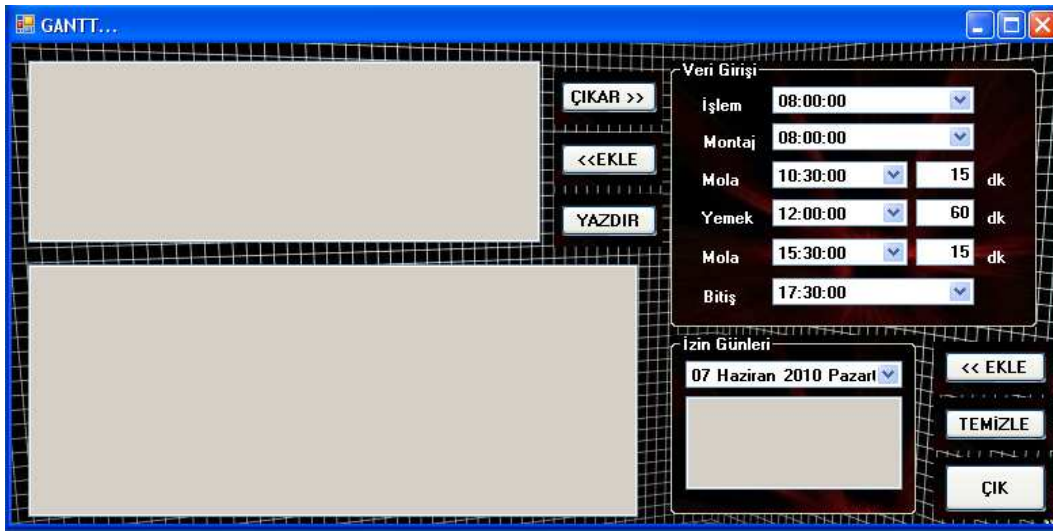


Şekil 3.11. Gantt İşlemleri Sonuç Ekran Görüntüsü



Ayrıca >> :butonuna tıklanarak üretim miktarı belirlenmiş ve istenilen çevrim süresinde dengelenmiş ürünlerin gün içerisinde üretiminin planlanmasının yapıldığı bölüme geçilebilmektedir.

Önceden tanımlanmış ve istenilen adet ve çevrim süresinde dengelenmiş ürünlerin gün içerisinde üretiminin planlanması gerekmektedir. Şekil 3.12.'de Gantt işlemleri bilgi giriş ekran görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 3.12. Gantt İşlemleri Bilgi Giriş Görüntüsü

Dengeleme işlemleri sonucunda ön montaj hatlarında ve montaj hattında üretim süreleri belirlenmiş ürünlerin üretime başlama, iş bittikten sonra hangi ürünün üretime alınacağı, hangi saatlerde hangi ürünlerin üretileceği gibi üretim planları bu

bölümde oluşturulmaktadır. Ön montaj hatları ve montaj hattı için ayrı ayrı iş başlama süreleri tanımlanabilir. Bu şekilde hattın dengeli bir şekilde çalışması sağlanmaktadır. İş bitiminde bir sonraki işin başlama zamanı bu bölümden ayarlanabilir. Gün içerisinde mola verilip verilmeyeceği verilecekse ne kadar süre mola verileceği opsiyonel olarak girilebilir. İzin günleri bölümünden fabrikanın çalışma zamanları ayarlanabilir. Bu bölümde üretimin yapılmayacağı günler belirlenerek o günlere iş ataması yapılmaması sağlanmaktadır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

MONTAJ HATTI DENGELEME PROGRAMI UYGULAMALARI

4.1. Tepe Mobilya Uygulamaları

Bilkent Holding'in bir üyesi olan, TEPE MOBİLYA SAN. ve TİC. A.Ş. 152.600 m² açık, 107.000 m² kapalı alana sahip, *Bilkent, Sincan ve Eskişehir* tesislerinde üretim yapmaktadır. Geniş bir pazarlama ağı ve satış kanallarıyla güçlü bir Tepe Mobilya Bayilik ve Tepe Home Mağazaları ile Tepe Mobilya A.Ş. yaygın bir hizmet sunmaktadır.

TEPE MOBİLYA A.Ş.; modüler tasarım ilkeleri doğrultusunda üretilen oturma ve yemek odası grupları, çocuk, genç ve ebeveyn yatak odaları, ofis mobilyaları, mekan boyutları ile sınırlı kalmayan gömme dolap sistemlerini kapsayan standart ürünlerini, yurt çapında kurulan güçlü bir Tepe Mobilya Bayilik/Tepe Home Mağaza ve Showroomlarda müşteri beğenisine sunulmaktadır. Tepe Pegasus, Tepe Karizma, Tepe Ofis, Tepe Divani, Tepe Home, Tepe Colombia, Tepe Mutfak.v.b. markaları ile bu hizmetlerini yurt dışında da genişleterek sürdürmek amacındadır.

Projeli işler ve dekorasyon kapsamında standart ürünlerin yanı sıra oteller, turizm kompleksleri, eğitim yapıları, iş merkezleri, konferans salonları, sağlık yapıları, mağazalar, havaalanları, bankalar gibi özellik ve uzmanlık gerektiren büyük kapsamlı projelerin komple dekorasyon ve tefriş işlerinin müşteri istekleri doğrultusunda tasarım yapıp, üretim *Bilkent, Sincan ve Eskişehir* tesislerinde gerçekleştirilmektedir.

Fabrika üretim hatlarında yoğunluklu olarak kullanılan ham veya yarı mamul maddeleri; Keresteler, Panel Levhalar, Boya-Vernikler, Tutkallar, Ağaç Kaplamalar, Aksesuarlar, Kumaş ve Yan Ürünleridir.

Uluslararası standartlara sahip bütün ürünlerinde; Avrupa Topluluğunun kabul ettiği E-1 normunda kanserojen etkisi olmayan yonga levha, sağlığa zararlı madde içermeyen ithal renklendirici cila ve konularında önde gelen firmalardan seçilen aksesuarlar kullanmaktadır.

Belirtilen ham veya yarı mamul maddelerin temini için yurtiçinde ve yurtdışında tedarikçiler ile çalışılmaktadır. Firmada tekil makinelerle olduğu gibi, seri üretime dayalı CNC ve NC makinelerle de üretim yapılmaktadır.

4.1.1. Dilara 4 Kapaklı Çekmeceli Konsol (DİLARA KONSOL) Uygulaması

Tepe Mobilyanın “Dilara Yemek Odası Takımı”nın bir parçası olan konsol resim 4.1.’de görüldüğü gibi 4 kapaklı ve 2 çekmecelidir.

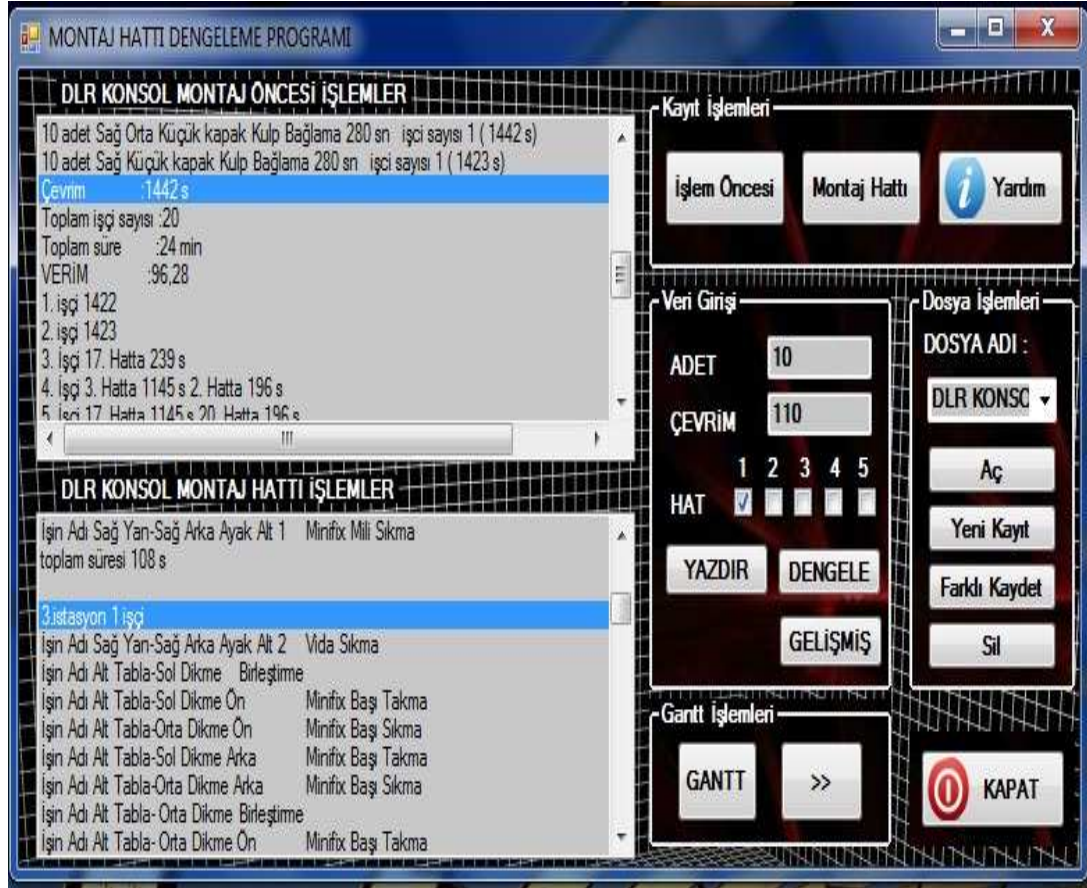


Resim 4.1. Dilara Yemek Odası Takımı

4.1.1.1. Dilara Konsolun Çevrim Süresi 110s ve 10 Adet Ürün İçin Dengeleme Uygulaması

Kurumun onayladığı montaj süresi 1 ürün için 1 işçi ile 90 dakikadır. Elde edilen programla 110 saniyelik çevrim süresi ile bu süre 75,6 dakikaya indirilebilmiştir. Montaj hattında çalışan işçilerin nitelikli olması sebebi ile işçiler hat boyunca ihtiyaç duyulan bütün istasyonlarda görev yapabilmektedirler. Dengele komutu ile yapılan dengelemede 20 kişi alt montaj ve 16 kişi son montajda olmak üzere 36 kişi çalışmaktadır. Bu durumda hat etkinliği %93,65 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak yapılan programla geleneksel üretime göre DİLARA Konsol montajında %16’lık bir

verimlilik artışı sağlanmıştır. Uygulama program ekran görüntüsü şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Dilara Konsolun Çevrim Süresi 110 ve 10 Adet Ürün Dengeleme Uygulaması

Program çıktıları aşağıdaki gibidir.

İşlem Öncesi Hatlar:

- 10 Ad. Sağ Çekmece 8370s işçi sayısı 1 (1422s)
- 10 Ad. Ayak Bağlama 2960s işçi sayısı 1 (1423s)
- 10 Ad. Sol Çekmece 5420s işçi sayısı 1 (1346s)
- 10 Ad. Sol Yan Dikme 560s işçi sayısı 1 (1423s)
- 10 Ad. Sol Orta Dikme 560s işçi sayısı 1 (1423s)
- 10 Ad. Orta Dikme 560s işçi sayısı 1 (1422 s)
- 10 Ad. Sağ Orta Dikme 560s işçi sayısı 1 (1422s)

- 10 Ad. Sağ Yan Dikme 560s işçi sayısı 1 (1422 s)
- 10 Ad. Alt Tabla 1800s işçi sayısı 1 (1275s)
- 10 Ad. Üst Tabla 1500s işçi sayısı 1 (1363s)
- 10 Ad. Sol Büyük Kapak 750s işçi sayısı 1 (1275s)
- 10 Ad. Sol Orta Büyük Kapak 750s işçi sayısı 1 (1363s)
- 10 Ad. Sağ Orta Büyük Kapak 750s işçi sayısı 1 (1346s)
- 10 Ad. Sağ Büyük Kapak 750s işçi sayısı 1 (1346s)
- 10 Ad. Sol Büyük-Sol Küçük Kapak Birleştirme 210s işçi sayısı 1 (1422s)
- 10 Ad. Orta Sol Büyük-Orta Sol Küçük Kapak Birleştirme 600s işçi sayısı 1 (1442s)
- 10 Ad. Sol Küçük kapak Kulp Bağlama 280s işçi sayısı 1 (1346s)
- 10 Ad. Sol Orta Küçük kapak Kulp Bağlama 280s işçi sayısı 1 (1422s)
- 10 Ad. Sağ Orta Küçük kapak Kulp Bağlama 280s işçi sayısı 1 (1442s)
- 10 Ad. Sağ Küçük kapak Kulp Bağlama 280s işçi sayısı 1 (1423s)

Çevrim: 1442s

Toplam işçi sayısı: 20

Toplam süre: 24 min

VERİM: %96,28

1. işçi 1422s
2. işçi 1423s
3. İşçi 17. Hatta 239s
4. İşçi 3. Hatta 1145 s 2. Hatta 196s
5. İşçi 17. Hatta 1145 s 20. Hatta 196s
6. İşçi 1. Hatta 862s
7. İşçi 15. Hatta 862s
8. İşçi 18. Hatta 862s
9. işçi 1275s
10. işçi 1363s
11. İşçi 9. Hatta 525s
12. İşçi 3. Hatta 477s 10. Hatta 136s
13. İşçi 4. Hatta 477s 3. Hatta 119s
14. İşçi 5. Hatta 477s 17. Hatta 119s
15. İşçi 1. Hatta 4080s

- 16. İşçi 19. Hatta 842s
- 17. İşçi 3. Hatta 2570s
- 18. İşçi 1. Hatta 2005s
- 19. İşçi 15. Hatta 2005s
- 20. İşçi 2. Hatta 1340s

Montaj Hattı:

1. Hatlarda Üretim... ADET 10

1. istasyon 1 işçi

- İşin Adı Sol Yan-Sol Arka Ayak Üst 2 Vida Sıkma
- İşin Adı Sol Yan-Sol Ön Ayak Üst 2 Vida Sıkma
- İşin Adı Sol Yan-Sol Ön Ayak Alt 1 Minifix Mili Sıkma
- İşin Adı Sol Yan-Sol Ön Ayak Alt 2 Vida Sıkma
- İşin Adı Sol Yan-Sol Arka Ayak Üst 1 Minifix Mili Sıkma
- İşin Adı Sol Yan-Sol Arka Ayak Üst 2 Vida Sıkma
- İşin Adı Sol Yan-Sol Arka Ayak Alt 1 Minifix Mili Sıkma
- Toplam süre 97s

2.istasyon 1 işçi

- İşin Adı Sol Yan-Sol Arka Ayak Alt 2 Vida Sıkma
- İşin Adı Sağ Yan-Sağ Ön Ayak Üst 1 Minifix Mili Sıkma
- İşin Adı Sağ Yan-Sağ Ön Ayak Üst 2 Vida Sıkma
- İşin Adı Sağ Yan-Sağ Ön Ayak Alt 1 Minifix Mili Sıkma
- İşin Adı Sağ Yan-Sağ Ön Ayak Alt 2 Vida Sıkma
- İşin Adı Sağ Yan-Sağ Arka Ayak Üst 1 Minifix Mili Sıkma
- İşin Adı Sağ Yan-Sağ Arka Ayak Üst 2 Vida Sıkma
- İşin Adı Sağ Yan-Sağ Arka Ayak Alt 1 Minifix Mili Sıkma
- Toplam süre 108s

3.istasyon 1 işçi

- İşin Adı Sağ Yan-Sağ Arka Ayak Alt 2 Vida Sıkma
- İşin Adı Alt Tabla-Sol Dikme Birleştirme
- İşin Adı Alt Tabla-Sol Dikme Ön Minifix Başı Takma

İşin Adı Alt Tabla-Orta Dikme Ön Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Alt Tabla-Sol Dikme Arka Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Alt Tabla-Orta Dikme Arka Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Alt Tabla- Orta Dikme Birleştirme
 İşin Adı Alt Tabla- Orta Dikme Ön Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Alt Tabla-Orta Dikme Ön Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Alt Tabla- Orta Dikme Arka Minifix Başlı Takma
 Toplam süre 101s

4.istasyon 1 işçi

İşin Adı Alt Tabla-Orta Dikme Arka Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Alt Tabla-Sağ Dikme Birleştirme
 İşin Adı Alt Tabla-Sağ Dikme Ön Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Alt Tabla-Sağ Dikme Ön Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Alt Tabla-Sağ Dikme Arka Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Alt Tabla-Sağ Dikme Arka Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Alt Tabla-Sol Yan Ön Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Alt Tabla-Sol Yan Ön Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Alt Tabla-Sol Yan Arka Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Alt Tabla-Sol Yan Arka Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Üst Tabla-Arkalık 1 Birleştirme
 İşin Adı Üst Tabla Arkalık 2 Birleştirme
 Toplam süre 109s

5.istasyon 1 işçi

İşin Adı Üst Tabla Arkalık 3 Birleştirme
 İşin Adı Üst Tabla Arkalık 4 Birleştirme
 İşin Adı Üst Tabla-Alt Tabla Birleştirme
 İşin Adı Üst Tabla-Sol Dikme Ön Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Üst Tabla-Sol Dikme Ön Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Üst Tabla-Sol Dikme Arka Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Üst Tabla-Sol Dikme Arka Minifix Başlı Sıkma
 Toplam süre 105s

6.istasyon 1 işçi

İşin Adı Üst Tabla-Orta Dikme Ön Minifix Başlı Takma

İşin Adı Üst Tabla-Orta Dikme Ön Minifix Başlı Sıkma

İşin Adı Üst Tabla-Orta Dikme ArkaMinifix Başlı Takma

İşin Adı Üst Tabla-Orta Dikme ArkaMinifix Başlı Sıkma

İşin Adı Üst Tabla-Sağ Dikme Ön Minifix Başlı Takma

İşin Adı Üst Tabla-Sağ Dikme Ön Minifix Başlı Sıkma

İşin Adı Üst Tabla-Sağ Dikme Arka Minifix Başlı Takma

İşin Adı Üst Tabla-Sağ Dikme Arka Minifix Başlı Sıkma

İşin Adı Üst Tabla-Orta Ayak Birleştirme

İşin Adı Üst Tabla-Orta Ayak Vida Sıkma 1

İşin Adı Üst Tabla-Orta Ayak Vida Sıkma 2

Toplam süre 101s

7.istasyon 1 işçi

İşin Adı Üst Tabla-Orta Ayak Vida Sıkma 3

İşin Adı Üst Tabla-Orta Ayak Vida Sıkma 4

İşin Adı Sol Büyük-Sol Küçük Kapak Üst Menteşe Vidalama

İşin Adı Sol Büyük-Sol Küçük Kapak Alt Menteşe Vidalama

İşin Adı Sol Orta Büyük-Sol Orta Küçük Kapak Üst Menteşe Vidalama

İşin Adı Sol Orta Büyük-Sol Orta Küçük Kapak Üst Menteşe Vidalama

İşin Adı Sağ Orta Büyük-Sağ Orta Küçük Kapak Üst Menteşe Vidalama

İşin Adı Sağ Orta Büyük-Sağ Orta Küçük Kapak Üst Menteşe Vidalama

İşin Adı Sağ Büyük-Sağ Küçük Kapak Üst Menteşe Vidalama

İşin Adı Sağ Büyük-Sağ Küçük Kapak Üst Menteşe Vidalama

Toplam süre 100s

8.istasyon 1 işçi

İşin Adı Alt Strafor Koliye Yerleştirme

Toplam süre 40s

9.istasyon 2 işçi

İşin Adı Gövde Koliye Yerleştirme

Toplam süre 105s

10.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sağ Ön Köşe Koruyucu Yerleştirme

İşin Adı Sağ Arka Köşe Koruyucu Yerleştirme

İşin Adı Sol Ön Köşe Koruyucu Yerleştirme

Toplam süre 105s

11.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sol Arka Köşe Koruyucu Yerleştirme

İşin Adı Ön Strafor Yerleştirme

Toplam süre 90s

12.istasyon 1 işçi

İşin Adı Arka Strafor Yerleştirme

İşin Adı Sağ Yan Strafor Yerleştirme

Toplam süre 110s

13.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sol Yan Strafor Yerleştirme

İşin Adı Üst Strafor Koliye Yerleştirme

Toplam süre 100s

14.istasyon 1 işçi

İşin Adı Koli Kapatma Yapıştırma

İşin Adı Barkot Yapıştırma

Toplam süre 110s

15.istasyon 1 işçi

İşin Adı Naylon Şirinkleme

Toplam süre 110s

İdeal çevrim: 110s

Toplam işçi sayısı: 16

Toplam süre: 18 min

VERİM: %90,36

Dilara Konsol 10 adet için çeşitli çevrim sürelerinde atıl zamanlar belirlenmiştir.

Tablo4.1. Çevrim Süresi: 110s, 224s ve 501s İçin Atıl Zaman Değerleri

İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi(s)	Fark (s)
1	1	7	110	97	13
2	1	8	110	108	2
3	1	10	110	101	9
4	1	12	110	109	1
5	1	7	110	105	5
6	1	11	110	101	9
7	1	10	110	100	10
8	1	1	110	40	70
9	2	1	110	105	5
10	1	3	110	105	5
11	1	2	110	90	20
12	1	2	110	110	0
13	1	2	110	100	10
14	1	2	110	110	0
15	1	1	110	110	0
TOPLAM	16	79	Σ Atıl Zaman		159
İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi(s)	Fark (s)
1	1	16	224	221	3
2	1	23	224	206	18
3	1	19	224	224	0
4	2	9	224	215	9
5	1	5	224	195	29
6	1	4	224	210	14
7	1	3	224	220	4
TOPLAM	8	79	Σ Atıl Zaman		77
İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi(s)	Fark (s)
1	1	42	505	501	4
2	2	29	505	505	0
3	1	8	505	485	20
TOPLAM	4	79	Σ Atıl Zaman		24

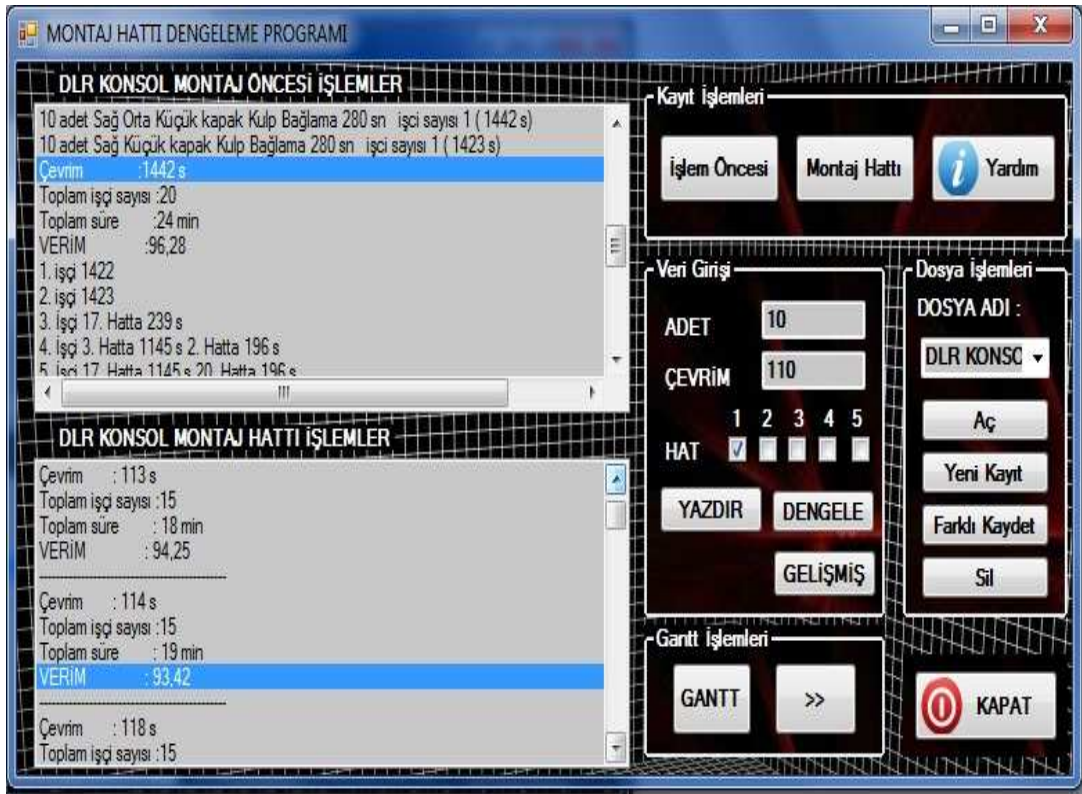
Tablo
verilen

4.1.'de

sonuçlar incelendiğinde, çevrim süresi arttıkça atıl sürenin azaldığı görülmektedir.

4.1.1.2. Dilara Konsolun Çevrim Süresi 110 ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması

Kurumun onayladığı montaj süresi 1 ürün için 1 işçi ile 90 dakikadır. Elde edilen programla 110 saniyelik çevrim süresi ile bu süre 75,6 dakikaya indirilebilmiştir. Gelişmiş komutu ile yapılan dengelemede 20 kişi alt montaj ve 16 kişiden 2 kişiye kadarki aralıklarda çevrim süresi 110 saniyeden 1442 saniyeye kadarki aralıklardaki olası değişiklikleri kullanıcının otonomisine sunabilmektedir. Uygulama program ekran görüntüsü şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Dilara Konsolun Çevrim Süresi 110 ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması

Tablo 4.2. Dilara konsol için Farklı Çevrim Zamanlarında Hat Dengeleri

Çevrim Süresi (s)	Σ İşçi Sayısı (Kişi)	Σ Süre (min)	Verim (%)	Çevrim Süresi (s)	Σ İşçi Sayısı (Kişi)	Σ Süre (min)	Verim (%)
110	16	18	90,36	334	6	55	89,28
111	16	18	89,55	335	6	55	89,01
112	15	18	95,09	336	6	56	88,75
112	15	18	94,25	340	6	56	87,71
114	15	19	93,42	346	6	57	86,18
118	15	19	90,25	354	6	59	84,24
120	15	20	88,75	357	6	59	83,53
123	15	20	86,59	365	6	60	81,70
124	15	20	85,89	373	6	62	79,95
126	15	21	84,52	384	5	64	97,07
128	15	21	83,20	392	5	65	95,09
130	14	21	88,22	403	5	67	92,49
134	14	22	85,59	409	5	68	91,14
136	14	22	84,33	410	5	68	90,91
140	14	23	81,92	415	5	69	89,82
142	14	23	80,77	421	5	70	88,54
143	14	23	80,20	427	5	71	87,30
145	13	24	85,69	439	5	73	84,91
147	13	24	84,52	474	5	79	78,64
150	12	25	90,36	480	5	80	77,66
151	12	25	89,72	482	5	80	77,33
155	12	25	87,45	489	5	81	76,23
158	12	26	85,79	490	5	81	76,07
165	12	27	82,15	501	5	83	74,40
166	11	27	89,82	505	4	84	98,42
167	11	27	89,28	509	4	84	97,64
168	11	28	88,85	520	4	86	95,58
170	11	28	87,71	528	4	88	94,13
174	11	29	85,69	533	4	88	93,25
175	11	29	85,20	539	4	89	92,21
178	10	29	93,07	547	4	91	90,86
183	10	30	90,53	558	4	93	89,07
185	10	30	89,55	566	4	94	87,81
187	10	31	88,59	577	4	96	86,14
193	10	32	85,84	585	4	97	84,96
194	10	32	85,40	586	4	97	84,81
198	10	33	83,67	596	4	99	83,39
204	10	34	81,21	601	4	100	82,70
205	10	34	80,81	611	4	101	81,34
210	9	35	88,75	615	4	102	80,81
216	9	36	86,28	621	4	103	80,03

220	9	36	84,72	631	4	105	78,76
221	9	36	84,33	640	4	106	77,66
224	8	37	95,09	641	4	106	77,54
231	8	38	92,21	651	4	108	76,34
234	8	39	91,03	661	4	110	75,19
239	8	39	89,12	671	4	111	74,07
240	8	40	88,75	675	4	112	73,63
243	8	40	87,65	681	4	113	72,98
250	8	41	85,20	691	4	115	71,92
251	8	41	84,86	701	4	116	70,90
255	8	42	83,53	711	4	118	69,90
258	8	43	82,56	721	4	120	68,93
262	8	43	81,30	761	3	126	97,96
265	7	44	93,77	866	3	144	86,09
269	7	44	92,38	901	3	150	82,74
270	7	45	92,04	936	3	156	79,65
278	7	46	89,39	971	3	161	76,78
279	7	46	89,07	1006	3	167	74,11
287	7	47	86,59	1061	3	176	70,26
290	7	48	85,69	1116	3	186	66,80
298	7	49	83,39	1171	3	195	63,66
303	7	50	82,01	1226	3	204	60,81
306	7	51	81,21	1271	3	211	58,65
315	6	52	94,97	1346	3	224	55,39
317	6	52	94,07	1381	3	230	53,98
324	6	54	92,04	1491	2	248	100,00
327	6	54	91,19				

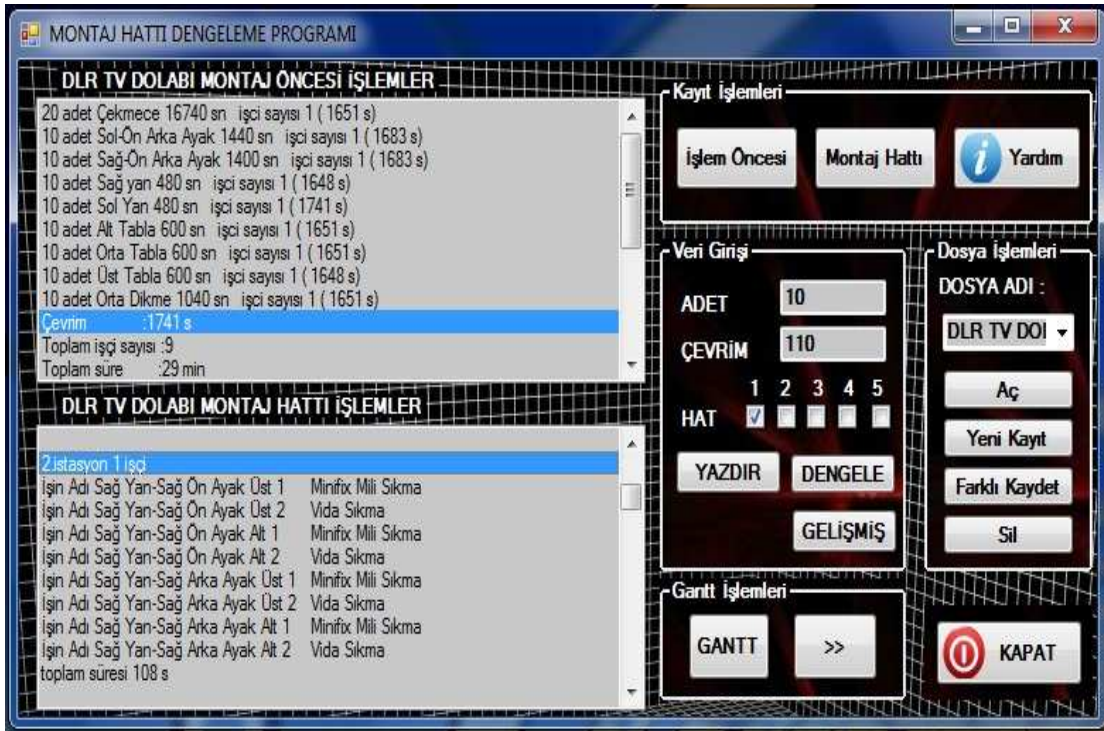
Tablo 4.2.’de verilen sonuçlar incelendiğinde farklı çevrim sürelerinde optimal sonuçların bulunduğu görülecektir. Bulunan sonuçlara göre yukarıdaki tabloda koyulaştırılmış satırlardan mevcut işçi sayısı, iş yükü durumu, teslim süreleri vb. durumlara göre planlama sorumluları tarafından tercihler yapılarak istenilen çevrim süresine göre atamalar yapılabilmektedir. İstasyon sayısına göre %85,69’dan %100’e varan çok sayıda optimum çözüm önerileri sunulmuştur.

4.1.2. Tepe Mobilya Dilara TV Dolabı (DİLARA TV)

Tepe Mobilyanın “Dilara Yemek Odası Takımı”nın bir parçası olan TV dolabı 2 çekmecedir.

4.1.2.1. Dilara TV Dolabı Çevrim Süresi 110s ve 10 Adet Ürün İçin Dengeleme Uygulaması

Kurumun onayladığı montaj süresi 1 ürün için 1 işçi ile 60 dakikadır. Elde edilen programla 110 saniyelik çevrim süresi ile bu süre 47,7 dakikaya indirilebilmiştir. Dengele komutu ile yapılan dengelemede 9 kişi alt montaj ve 12 kişi son montajda olmak üzere 21 kişi çalışmaktadır. Bu durumda hat etkinliği %92,95 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak yapılan programla geleneksel üretime göre DİLARA TV dolabı montajında %20,5'lik bir verimlilik artışı sağlanmıştır. Uygulama program ekran görüntüsü şekil 4.3.'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Dilara TV Dolabı Çevrim Süresi 110 Ve 10 Adet Ürün İçin Dengeleme Uygulaması

Program çıktıları aşağıdaki gibidir.

İşlem Öncesi Hatlar:

20 adet Çekmece 16740s işçi sayısı 1 (1651s)

10 adet Sol-Ön Arka Ayak 1440s işçi sayısı 1 (1683s)

10 adet Sağ-Ön Arka Ayak 1400s işçi sayısı 1 (1683s)

10 adet Sağ yan 480s işçi sayısı 1 (1648s)

10 adet Sol Yan 480s işçi sayısı 1 (1741s)

10 adet Alt Tabla 600s işçi sayısı 1 (1651s)

10 adet Orta Tabla 600s işçi sayısı 1 (1651s)

10 adet Üst Tabla 600s işçi sayısı 1 (1648s)

10 adet Orta Dikme 1040s işçi sayısı 1 (1651s)

Çevrim: 1741s

Toplam işçi sayısı: 9

Toplam süre: 29 min

VERİM: %95,78

1. işçi 1651

2. İşçi 3. Hatta 243s

3. İşçi 5. Hatta 526s

4. İşçi 1. Hatta 3945s 5. Hatta 185s

5. İşçi 1. Hatta 1972s

6. İşçi 4. Hatta 1912s 1. Hatta 95s

7. İşçi 4. Hatta 956s 9. Hatta 95s

8. İşçi 6. Hatta 956s 4. Hatta 92 s

9. İşçi 1. Hatta 706s

Montaj Hattı:

1. Hatlarda Üretim. ADET 10

1. istasyon 1 işçi

İşin Adı Sol Yan-Sol Ön Ayak Üst 1 Minifix Mili Sıkma

İşin Adı Sol Yan-Sol Ön Ayak Üst 2 Vida Sıkma

İşin Adı Sol Yan-Sol Ön Ayak Alt 1 Minifix Mili Sıkma

İşin Adı Sol Yan-Sol Ön Ayak Alt 2 Vida Sıkma

İşin Adı Sol Yan-Sol Arka Ayak Üst 1 Minifix Mili Sıkma

İşin Adı Sol Yan-Sol Arka Ayak Üst 2 Vida Sıkma

İşin Adı Sol Yan-Sol Arka Ayak Alt 1 Minifix Mili Sıkma

İşin Adı Sol Yan-Sol Arka Ayak Alt 2 Vida Sıkma

Toplam süre 108s

2.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sağ Yan-Sağ Ön Ayak Üst 1 Minifix Mili Sıkma

İşin Adı Sağ Yan-Sağ Ön Ayak Üst 2 Vida Sıkma

İşin Adı Sağ Yan-Sağ Ön Ayak Alt 1 Minifix Mili Sıkma

İşin Adı Sağ Yan-Sağ Ön Ayak Alt 2 Vida Sıkma

İşin Adı Sağ Yan-Sağ Arka Ayak Üst 1 Minifix Mili Sıkma

İşin Adı Sağ Yan-Sağ Arka Ayak Üst 2 Vida Sıkma

İşin Adı Sağ Yan-Sağ Arka Ayak Alt 1 Minifix Mili Sıkma

İşin Adı Sağ Yan-Sağ Arka Ayak Alt 2 Vida Sıkma

Toplam süre 108s

3.istasyon 1 işçi

İşin Adı Alt Tabla-Orta dikme Ön Alt Minifix Baş Takma

İşin Adı Alt Tabla-Orta dikme Ön Alt Minifix Baş Sıkma

İşin Adı Alt Tabla-Orta dikme Arka Alt Minifix Baş Takma

İşin Adı Alt Tabla-Orta dikme Arka Alt Minifix Baş Sıkma

İşin Adı Orta Tabla-Orta dikme Ön Üst Minifix Baş Takma

İşin Adı Orta Tabla-Orta dikme Arka Üst Minifix Baş Sıkma

İşin Adı Orta Tabla-Orta dikme Ön Üst Minifix Baş Takma

İşin Adı Orta Tabla-Orta dikme Arka Üst Minifix Baş Sıkma

İşin Adı Alt Tabla-Sol Yan Ön Minifix Baş Takma

İşin Adı Alt Tabla-Sol Yan Ön Minifix Baş Sıkma

İşin Adı Alt Tabla-Sol Yan Arka Minifix Baş Takma

Toplam süre 103s

4.istasyon 1 işçi

İşin Adı Alt Tabla-Sol Yan Arka Minifix Baş Sıkma

İşin Adı Orta Tabla-Sol Yan Ön Minifix Baş Takma

İşin Adı Orta Tabla-Sol Yan Ön Minifix Baş Sıkma

İşin Adı Orta Tabla-Sol Yan Arka Minifix Baş Takma

İşin Adı Orta Tabla-Sol Yan Arka Minifix Baş Sıkma

İşin Adı Üst Tabla-Sol Yan Ön Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Üst Tabla-Sol Yan Ön Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Üst Tabla-Sol Yan Arka Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Üst Tabla-Sol Yan Arka Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Alt Tabla-Sağ Yan Ön Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Alt Tabla-Sağ Yan Ön Minifix Başlı Sıkma
 Toplam süre 106s

5.istasyon 1 işçi

İşin Adı Alt Tabla-Sağ Yan Arka Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Alt Tabla-Sağ Yan Arka Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Orta Tabla-Sağ Yan Ön Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Orta Tabla-Sağ Yan Ön Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Orta Tabla-Sağ Yan Arka Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Orta Tabla-Sağ Yan Arka Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Arkalık Yerleştirme
 İşin Adı Üst Tabla-Sağ Yan Ön Minifix Başlı Takma
 İşin Adı Üst Tabla-Sağ Yan Ön Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Üst Tabla-Sağ Yan Arka Minifix Başlı Takma
 Toplam süre 109s

6.istasyon 2 işçi

İşin Adı Üst Tabla-Sağ Yan Arka Minifix Başlı Sıkma
 İşin Adı Alt Strafor Koliye Yerleştirme
 İşin Adı Gövde Koliye Yerleştirme
 Toplam süre 102s

7.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sağ ön Köşe Koruyucu Yerleştirme
 İşin Adı Sağ Arka Köşe Koruyucu Yerleştirme
 İşin Adı Sol ön Köşe Koruyucu Yerleştirme
 İşin Adı Sol Arka Köşe Koruyucu Yerleştirme
 Toplam süre 84s

8.istasyon 1 işçi

İşin Adı Ön Strafor Yerleştirme

İşin Adı Arka Strafor Yerleştirme

Toplam süre 80s

9.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sağ Yan Strafor Yerleştirme

İşin Adı Sol Yan Strafor Yerleştirme

İşin Adı Üst Strafor Koliye Yerleştirme

Toplam süre 88s

10.istasyon 1 işçi

İşin Adı Koli Kapatma Yapıştırma

İşin Adı Barkot Yapıştırma

Toplam süre 101s

11.istasyon 1 işçi

İşin Adı Naylon Şirinkleme

Toplam süre110s

İdeal çevrim: 110s

Toplam işçi sayısı: 12

Toplam süre: 18 min

VERİM: %90,83

Dilara TV dolabı 10 adet için çeşitli çevrim sürelerinde atıl zamanlar belirlenmiştir.

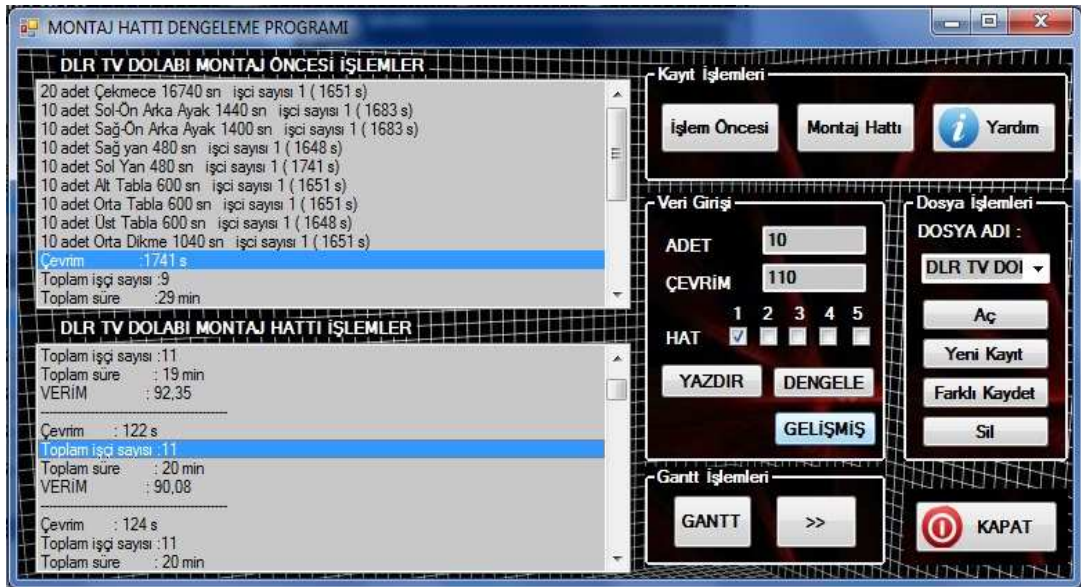
Tablo 4.3. Çevrim Süresi: 110s, 164s ve 379s İçin Atıl Zaman Değerleri

İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi (s)	Fark (s)
1	1	8	110	108	2
2	1	8	110	108	2
3	1	11	110	103	7
4	1	11	110	106	4
5	1	10	110	109	1
6	2	3	110	102	8
7	1	4	110	84	26
8	1	2	110	80	30
9	1	3	110	88	22
10	1	2	110	101	9
11	1	1	110	110	0
TOPLAM	13	63	Σ Atıl Zaman		111
İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi (s)	Fark (s)
1	1	12	164	162	2
2	1	15	164	157	7
3	1	17	164	163	1
4	2	7	164	154	10
5	1	6	164	164	0
6	1	4	164	153	11
7	1	2	164	146	18
TOPLAM	8	63	Σ Atıl Zaman		49
İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi (s)	Fark (s)
1	1	33	379	376	3
2	2	22	379	344	35
3	1	8	379	379	0
TOPLAM	4	63	Σ Atıl Zaman		38

Tablo 4.3.'de verilen sonuçlar incelendiğinde, çevrim süresi arttıkça atıl sürenin azaldığı görülmektedir.

4.1.2.2. Dilara TV Dolabı Çevrim Süresi 110 ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması

Kurumun onayladığı montaj süresi 1 ürün için 1 işçi ile 60 dakikadır. Elde edilen programla 110 saniyelik çevrim süresi ile bu süre 47,7 dakikaya indirilebilmiştir. Gelişmiş komutu ile yapılan dengelemede 9 kişi alt montaj ve 12 kişiden 2 kişiye kadarki aralıklarda çevrim süresi 110 saniyeden 1099 saniyeye kadarki aralıklardaki olası değişiklikleri kullanıcının otonomisine sunabilmektedir. Uygulama program ekran görüntüsü şekil 4.4.'da verilmiştir.



Şekil 4.4. Dilara TV Dolabı Çevrim Süresi 110s ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması

Tablo 4.4. Dilara TV D0labıl için Farklı Çevrim Zamanlarında Hat Dengeleri

Çevrim Süresi (s)	Σ İşçi Sayısı (Kişi)	Σ Süre (min)	Verim (%)	Çevrim Süresi (s)	Σ İşçi Sayısı (Kişi)	Σ Süre (min)	Verim (%)
110	12	18	90,93	300	5	50	91,58
114	12	19	87,64	311	5	51	88,34
116	12	19	86,13	319	5	53	86,13
117	11	19	93,93	330	5	55	83,26
119	11	19	92,35	332	5	55	82,76
122	11	20	90,08	338	5	56	81,29
124	11	20	88,63	340	5	56	80,81
125	11	20	87,92	349	5	58	78,72
133	10	22	91,81	350	5	58	78,50
135	10	22	90,45	357	5	59	76,96
138	10	23	88,49	363	5	60	75,69
139	10	23	87,85	368	5	61	74,66
141	10	23	86,60	376	5	62	73,07
146	9	24	94,09	379	4	63	96,66
152	9	25	90,38	384	4	64	95,40
153	9	25	89,79	387	4	64	94,66
154	9	25	89,20	395	4	65	92,74
159	9	26	86,40	405	4	67	90,45
162	9	27	84,80	406	4	67	90,23
163	9	27	84,28	414	4	69	88,49
164	8	27	95,73	422	4	70	86,81
168	8	28	93,45	425	4	70	86,20
173	8	28	90,75	433	4	72	94,60
176	8	29	89,20	439	4	73	83,45
177	8	29	88,70	444	4	74	82,51
184	8	30	85,33	452	4	75	81,05
186	8	31	84,41	463	4	77	79,12
188	8	31	83,51	471	4	78	77,78
189	8	31	83,07	482	4	80	76,00
198	8	33	79,29	507	4	84	72,26
199	7	33	92,04	515	4	85	71,13
200	7	33	91,58	526	4	87	69,65
206	7	34	88,92	534	4	89	68,60
214	7	35	85,59	545	4	90	67,22
216	7	36	84,80	554	3	92	99,19
217	7	36	84,41	561	3	92	97,95
224	7	37	81,77	636	3	106	86,40
227	6	37	96,83	657	3	109	83,64
228	6	38	96,40	678	3	113	81,05
235	6	39	93,53	699	3	116	78,61
236	6	39	93,14	720	3	120	76,32

243	6	40	90,45	760	3	126	72,30
254	6	42	86,54	800	3	133	68,69
261	6	43	84,21	836	3	139	65,73
262	6	43	83,89	872	3	145	63,02
264	6	44	83,26	888	3	148	61,88
272	6	45	80,81	953	3	158	57,66
273	6	45	80,51	989	3	164	55,56
281	5	46	97,78	1099	2	183	100,00
292	5	48	94,09				

Tablo 4.4.'de verilen sonuçlar incelendiğinde farklı çevrim sürelerinde optimal sonuçların bulunduğu görülecektir. Bulunan sonuçlara göre yukarıdaki tabloda koyulaştırılmış satırlardan mevcut işçi sayısı, iş yükü durumu, teslim süreleri vb. durumlara göre planlama sorumluları tarafından tercihler yapılarak istenilen çevrim süresine göre atamalar yapılabilmektedir. İstasyon sayısına göre %90,93'ten %100'e varan çok sayıda optimum çözüm önerileri sunulmuştur.

4.2. Kenzel Mobilya Uygulamaları

Doğuş Grup üyesi olan, KENZEL MOBİLYA PAZARLAMA SAN. ve TİC. LTD.ŞTİ. 5.000 m² kapalı alana sahip, *Konya* tesisinde üretim yapmaktadır. Geniş bir pazarlama ağı ve satış kanallarıyla güçlü bir Kenzel Ofis Mobilya ve Kenzel Plazma TV Standı Bayilik ağı ile yaygın bir hizmet sunmaktadır.

KENZEL PAZARLAMA SAN. ve TİC. MOBİLYA LTD.ŞTİ.; modüler tasarım ilkeleri doğrultusunda üretilen ofis mobilyaları, plazma TV standı vb. ürünlerini, yurt çapında kurulan güçlü bir Kenzel Mobilya Büro ve Plazma TV Ünitesi Bayileri ile bu hizmetlerini yurt dışında Kazakistan, Irak, Libya, Almanya, Yunanistan ve Şili de gerçekleştirmekte olup daha da genişleterek sürdürmek amacındadır.

Projeli işler ve dekorasyon kapsamında standart ürünlerin yanı sıra oteller, turizm kompleksleri ve bankalar gibi özellik ve uzmanlık gerektiren büyük kapsamlı projelerin komple dekorasyon ve tefriş işlerinin müşteri istekleri doğrultusunda tasarım yapıp, montajlı veya montajsız olarak gerçekleştirilmektedir.

Fabrika üretim hatlarında yoğunluklu olarak kullanılan ham veya yarı mamul maddeleri; Panel Levhalar, Boya-Vernikler, Tutkallar Aksesuarlar, Deri ve Yan Ürünleridir.

Uluslararası standartlara sahip bütün ürünlerinde; Avrupa Topluluğunun kabul ettiği E-1 normunda kanserojen etkisi olmayan yonga levha, sağlığa zararlı madde içermeyen ithal renklendirici cila ve konularında önde gelen firmalardan seçilen aksesuarlar kullanmaktadır.

Belirtilen ham veya yarı mamul maddelerin temini için yurtiçinde ve yurtdışında tedarikçiler ile çalışılmaktadır. Firmada tekil makinelerle olduğu gibi, seri üretime dayalı CNC ve NC makinelerle de üretim yapılmaktadır.

4.2.1. Kenzel Mobilya K120 Plazma TV Ünitesi

Kenzel “Plazma TV Ünitesi” çift kapaklı ve üstü desen baskılı camdan meydana gelmektedir.



Resim 4.2. Kenzel K120 Plazma TV Ünitesi

4.2.1.1. K120 Çevrim Süresi 90s ve 10 Adet Ürün İçin Dengeleme Uygulaması

Kurumun onayladığı montaj süresi 1 ürün için 1 işçi ile 45 dakikadır. Elde edilen programla 90 saniyelik çevrim süresi ile bu süre 19,25 dakikaya indirilebilmiştir. Dengele komutu ile yapılan dengelemede 4 kişi alt montaj ve 12 kişi son montajda olmak üzere 16 kişi çalışmaktadır. Bu durumda hat etkinliği %87,26 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak yapılan programla geleneksel üretime göre K120 montajında %57'lik bir verimlilik artışı sağlanmıştır. Uygulama program ekran görüntüsü şekil 4.5.'de verilmiştir.

Şekil 4.5. K120 Çevrim Süresi 900 Ve 10 Adet Ürün İçin Dengeleme Uygulaması

Program çıktıları aşağıdaki gibidir.

İşlem Öncesi Hatlar:

- 10 adet Alt Panel 4440s işçi sayısı 1 (1765s)
- 40 adet Yan-Orta Dikme 2080s işçi sayısı 1 (1930s)
- 10 adet Üst Panel 1380s işçi sayısı 1 (1930s)

20 adet Kapak 2100s işçi sayısı 1 (1765s)

Çevrim: 1930s

Toplam işçi sayısı: 4

Toplam süre: 32 min

VERİM: %95,73

1. işçi 1765

2. İşçi 1. Hatta 1960s

3. İşçi 2. Hatta 550s

4. İşçi 1. Hatta 715s

Montaj Hattı:

1. Hatlarda Üretim ADET 10

1. istasyon 1 işçi

İşin Adı Alt Panel-Sağ Yan Dikme Birleştirme

İşin Adı Alt Panel-Sağ Yan Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Yan Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Yan Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Yan Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Orta Dikme Birleştirme

İşin Adı Alt Panel-Sağ Orta Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Orta Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Orta Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Orta Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Sıkma

Toplam süre 74s

2.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sağ Arkalık Takma

İşin Adı Alt Panel-Sol Orta Dikme Birleştirme

İşin Adı Alt Panel-Sol Orta Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sol Orta Dikme Alt ArkaMinifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sol Orta Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Sıkma
 İşin Adı Alt Panel-Sol Orta Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Sıkma
 İşin Adı Alt Panel-Sol Yan Dikme Birleştirme
 İşin Adı Alt Panel-Sol Yan Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Takma
 İşin Adı Alt Panel-Sol Yan Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Takma
 İşin Adı Alt Panel-Sol Yan Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Sıkma
 Toplam süre 85 s

3.istasyon 1 işçi

İşin Adı Alt Panel-Sol Yan Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Sıkma
 İşin Adı Sol Arkalık Takma
 İşin Adı (Sağ-Sol Yan-Sağ-Sol Orta)-Üst Panel Birleştirme
 İşin Adı Sağ Yan Üst Ön Minifix Başlığı Takma
 İşin Adı Sağ Yan Üst Arka Minifix Başlığı Takma
 İşin Adı Sağ Yan Üst Ön Minifix Başlığı Sıkma
 İşin Adı Sağ Yan Üst Arka Minifix Başlığı Sıkma
 İşin Adı Sağ Orta Üst Ön Minifix Başlığı Takma
 İşin Adı Sağ Orta Üst Arka Minifix Başlığı Takma
 Toplam süre 86s

4.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sağ Orta Üst Ön Minifix Başlığı Sıkma
 İşin Adı Sağ Orta Üst Arka Minifix Başlığı Sıkma
 İşin Adı Sol Yan Üst Ön Minifix Başlığı Takma
 İşin Adı Sol Yan Üst Arka Minifix Başlığı Takma
 İşin Adı Sol Yan Üst Ön Minifix Başlığı Sıkma
 İşin Adı Sol Yan Üst Arka Minifix Başlığı Sıkma
 İşin Adı Sol Orta Üst Ön Minifix Başlığı Takma
 İşin Adı Sol Orta Üst Arka Minifix Başlığı Takma
 İşin Adı Sol Orta Üst Ön Minifix Başlığı Sıkma
 İşin Adı Sol Orta Üst Arka Minifix Başlığı Sıkma
 Toplam süre 80s

5.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sağ Kapak Takma

İşin Adı Sağ Kapak Üst Menteşe Tutturma Vidası Vidalama

İşin Adı Sağ Kapak Alt Menteşe Tutturma Vidası Vidalama

İşin Adı Sağ Kapak Ayarlama

İşin Adı Sol Kapak Takma

İşin Adı Sol Kapak Üst Menteşe Tutturma Vidası Vidalama

İşin Adı Sol Kapak Alt Menteşe Tutturma Vidası Vidalama

İşin Adı Sol Kapak Ayarlama

Toplam süre 89s

6.istasyon 1 işçi

İşin Adı Alt Strafor Koliye Yerleştirme

İşin Adı Hırdavat Kolisi Gövde İçine Yerleştirme

Toplam süre 61s

7.istasyon 2 işçi

İşin Adı Gövde Koliye Yerleştirme

İşin Adı Sağ ön Köşe Koruyucu Yerleştirme

İşin Adı Sağ Arka Köşe Koruyucu Yerleştirme

İşin Adı Sol ön Köşe Koruyucu Yerleştirme

Toplam süre 78s

8.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sol Arka Köşe Koruyucu Yerleştirme

İşin Adı Ön Strafor Yerleştirme

İşin Adı Arka Strafor Yerleştirme

Toplam süre 66s

9.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sağ Yan Strafor Yerleştirme

İşin Adı Sol Yan Strafor Yerleştirme

İşin Adı Üst Strafor Koliye Yerleştirme

Toplam süre 66s

10.istasyon 1 işçi

İşin Adı Koli Kapatma Yapıştırma

İşin Adı Barkot Yapıştırma

Toplam süre 61s

11.istasyon 1 işçi

İşin Adı Naylon Şirinkleme

Toplam süre90s

İdeal çevrim: 90 s

Toplam işçi sayısı: 12

Toplam süre: 15 min

VERİM: %84,44

K120 Plazma TV Ünitesi 10 adet için çeşitli çevrim sürelerinde atıl zamanlar belirlenmiştir.

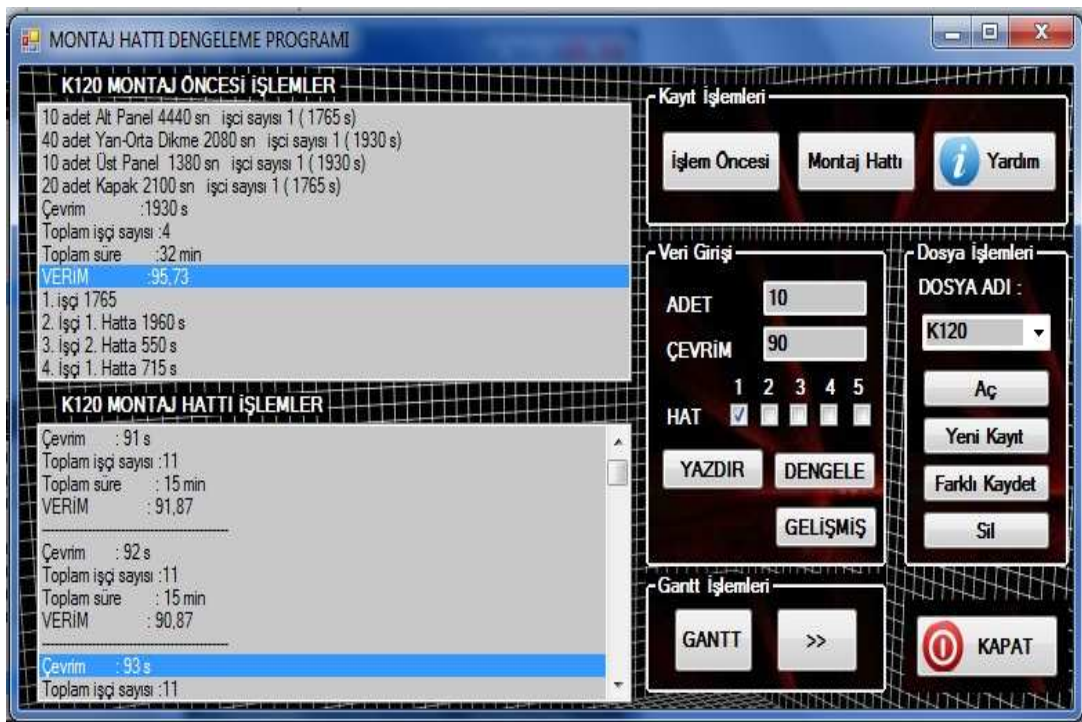
Tablo 4.5. Çevrim Süresi: 90s, 131s ve 283s İçin Atıl Zaman Değerleri

İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi(s)	Fark (s)
1	1	10	90	74	16
2	1	10	90	85	5
3	1	9	90	86	4
4	1	10	90	80	10
5	1	8	90	85	5
6	1	2	90	61	29
7	2	4	90	78	12
8	1	3	90	66	24
9	1	3	90	66	24
10	1	2	90	61	29
11	1	1	90	90	0
TOPLAM	12	62	Σ Atıl Zaman		159
İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi(s)	Fark (s)
1	1	16	131	131	0
2	1	14	131	123	8
3	1	14	131	124	7
4	2	6	131	127	4
5	1	6	131	114	17
6	1	5	131	127	4
7	1	1	131	90	41
TOPLAM	8	62	Σ Atıl Zaman		81
İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi(s)	Fark (s)
1	1	33	283	277	6
2	2	20	283	276	7
3	1	9	283	283	0
TOPLAM	4	62	Σ Atıl Zaman		13

Tablo 4.5.'de verilen sonuçlar incelendiğinde, çevrim süresi arttıkça atıl sürenin azaldığı görülmektedir.

4.2.1.2. K120 Çevrim Süresi 90s Ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması

Kurumun onayladığı montaj süresi 1 ürün için 1 işçi ile 45 dakikadır. Elde edilen programla 90 saniyelik çevrim süresi ile bu süre 25,75 dakikaya indirilebilmiştir. Gelişmiş komutu ile yapılan dengelemede 4 kişi alt montaj ve 12 kişiden 2 kişiye kadarki aralıklarda çevrim süresi 90 saniyeden 836 saniyeye kadarki aralıklardaki olası değişiklikleri kullanıcının otonomisine sunabilmektedir. Uygulama program ekran görüntüsü şekil 4.6.'de verilmiştir.



Şekil 4.6. K120 Çevrim Süresi 90 ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması

Tablo 4.6. K120 için Farklı Çevrim Zamanlarında Hat Dengeleri

Çevrim Süresi (s)	Σ İşçi Sayısı (Kişi)	Σ Süre (min)	Verim (%)	Çevrim Süresi (s)	Σ İşçi Sayısı (Kişi)	Σ Süre (min)	Verim (%)
90	12	15	84,44	217	5	36	96,31
91	11	15	91,87	222	5	37	94,14
92	11	15	90,87	231	5	38	90,48
93	11	15	89,89	238	5	39	87,82
94	11	15	88,94	245	5	40	85,31
98	11	16	85,31	254	5	42	83,28
99	11	16	84,44	263	5	43	79,47
100	10	16	92,89	270	5	45	77,41
103	10	16	90,18	277	5	46	75,45
106	10	17	87,63	283	4	47	98,47
107	10	17	86,81	286	4	47	97,44
111	9	18	94,14	295	4	49	94,46
112	9	18	93,30	299	4	49	93,20
113	9	18	92,48	302	4	50	92,27
114	9	19	91,67	309	4	51	90,18
115	9	19	90,87	310	4	51	89,89
118	9	19	88,56	316	4	52	88,19
122	9	20	85,66	325	4	54	85,74
123	9	20	84,96	336	4	56	82,94
131	8	21	91,17	337	4	56	82,69
132	8	22	90,48	347	4	57	80,31
136	8	22	87,82	367	4	61	75,93
141	8	23	84,70	378	4	63	73,72
143	8	23	83,52	386	4	64	72,19
144	8	24	82,94	394	4	65	70,73
150	8	25	79,62	414	4	69	67,31
151	7	25	92,27	422	3	70	99,05
152	7	25	91,67	430	3	71	97,21
159	7	26	87,63	475	3	79	88,00
166	7	27	83,94	505	3	84	82,77
168	7	28	82,94	521	3	86	80,23
169	6	28	98,93	537	3	79	77,84
179	6	29	93,41	553	3	92	75,59
188	6	31	88,94	569	3	94	73,46
190	6	31	88,00	594	3	99	70,37
191	6	31	87,50	619	3	103	67,53
198	6	33	84,44	644	3	107	64,91
199	6	33	84,02	669	3	111	62,48
200	6	33	83,60	685	3	114	61,02
206	6	34	81,17	730	3	121	57,26
208	6	34	80,38	746	3	124	56,03
213	6	35	78,50	836	2	139	100,00

Tablo 4.6.’de verilen sonuçlar incelendiğinde farklı çevrim sürelerinde optimal sonuçların bulunduğu görülecektir. Bulunan sonuçlara göre yukarıdaki tabloda koyulaştırılmış satırlardan mevcut işçi sayısı, iş yükü durumu, teslim süreleri vb. durumlara göre planlama sorumluları tarafından tercihler yapılarak istenilen çevrim süresine göre atamalar yapılabilmektedir. İstasyon sayısına göre %84,44’den %100’e varan çok sayıda optimum çözüm önerileri sunulmuştur.

4.2.2. Kenzel Mobilya KA133 Konsollu Plazma TV Ünitesi

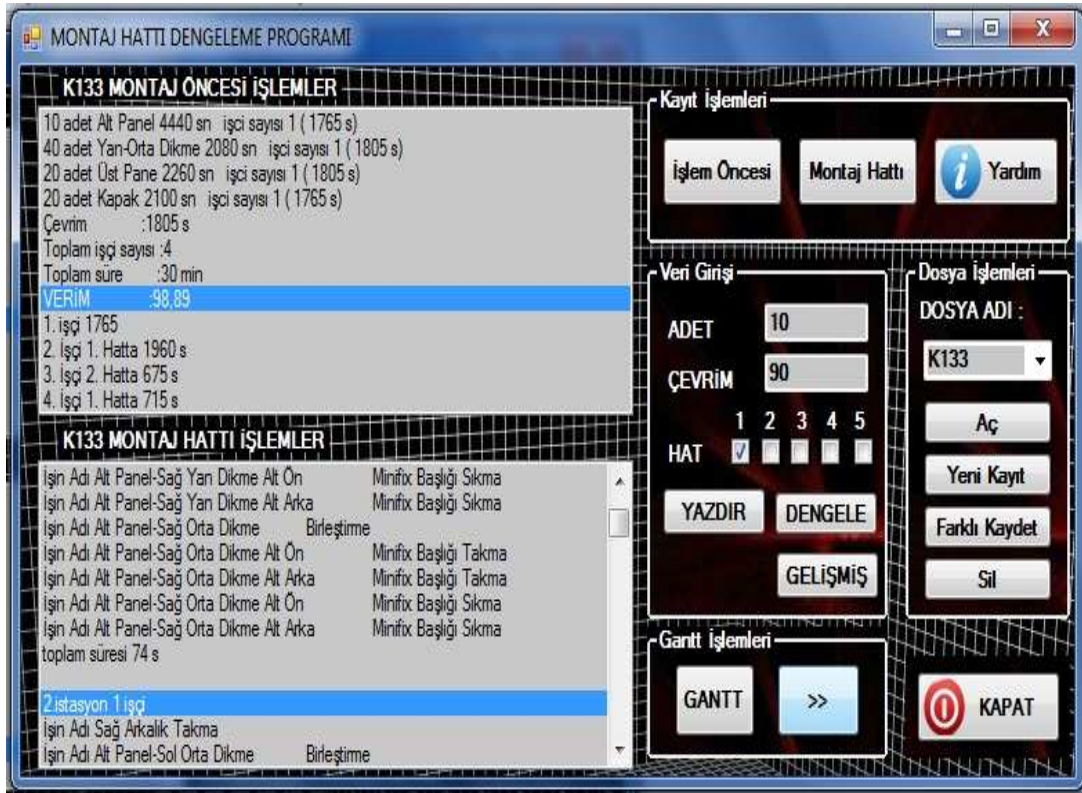
Kenzel “Plazma TV Ünitesi” çift kapaklı ve üstü desen baskılı cam ve Plazma TV Askı Aparatından meydana gelmektedir. Resim 4.3.’de Kenzel K133 plazma TV ünitesi görülmektedir.



Resim 4.3. Kenzel K133 Plazma TV Ünitesi

4.2.2.1. K133 Çevrim Süresi 90s ve 10 Adet Ürün İçin Dengeleme Uygulaması

Kurumun onayladığı montaj süresi 1 ürün için 1 işçi ile 50 dakikadır. Elde edilen programla 90 saniyelik çevrim süresi ile bu süre 37 dakikaya indirilebilmiştir. Dengele komutu ile yapılan dengelemede 4 kişi alt montaj ve 13 kişi son montajda olmak üzere 17 kişi çalışmaktadır. Bu durumda hat etkinliği %93 olarak hesaplanmıştır. Uygulama program ekran görüntüsü şekil 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.7. K133 Çevrim Süresi 90 ve 10 Adet Ürün İçin Dengeleme Uygulaması

Program çıktıları aşağıdaki gibidir.

İşlem Öncesi Hatlar:

- 10 adet Alt Panel 4440s işçi sayısı 1 (1765s)
- 40 adet Yan-Orta Dikme 2080s işçi sayısı 1 (1805s)
- 20 adet Üst Panel 2260 s işçi sayısı 1 (1805s)
- 20 adet Kapak 2100 s işçi sayısı 1 (1765s)

Çevrim: 1805s

Toplam işçi sayısı: 4

Toplam süre: 30 min

VERİM: %98,89

1. işçi 1765

2. İşçi 1. Hatta 1960s

3. İşçi 2. Hatta 675s

4. İşçi 1. Hatta 715s

Montaj Hattı:

1. Hatlarda Üretim ADET 10

1. istasyon 1 işçi

İşin Adı Alt Panel-Sağ Yan Dikme Birleştirme

İşin Adı Alt Panel-Sağ Yan Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Yan Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Yan Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Yan Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Orta Dikme Birleştirme

İşin Adı Alt Panel-Sağ Orta Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Orta Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Orta Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Alt Panel-Sağ Orta Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Sıkma

Toplam süre 74s

2.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sağ Arkalık Takma

İşin Adı Alt Panel-Sol Orta Dikme Birleştirme

İşin Adı Alt Panel-Sol Orta Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sol Orta Dikme Alt ArkaMinifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sol Orta Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Alt Panel-Sol Orta Dikme Alt ArkaMinifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Alt Panel-Sol Yan Dikme Birleştirme

İşin Adı Alt Panel-Sol Yan Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sol Yan Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Alt Panel-Sol Yan Dikme Alt Ön Minifix Başlığı Sıkma

Toplam süre 85s

3.istasyon 1 işçi

İşin Adı Alt Panel-Sol Yan Dikme Alt Arka Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Sol Arkalık Takma

İşin Adı Sağ Yan-Sağ Orta-Sağ Üst Panel Birleştirme

İşin Adı Sağ Yan Üst Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Sağ Yan Üst Arka Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Sağ Yan Üst Ön Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Sağ Yan Üst Arka Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Sağ Orta Üst Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Sağ Orta Üst Arka Minifix Başlığı Takma

Toplam süre 86s

4.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sağ Orta Üst Ön Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Sağ Orta Üst Arka Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Sol Yan-Sol Orta-Sol Üst Panel Birleştirme

İşin Adı Sol Yan Üst Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Sol Yan Üst Arka Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Sol Yan Üst Ön Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Sol Orta Üst Arka Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Sol Orta Üst Ön Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Sol Orta Üst Arka Minifix Başlığı Takma

İşin Adı Sol Orta Üst Ön Minifix Başlığı Sıkma

Toplam süre 84s

5.istasyon 1 işçi

İşin Adı Sol Orta Üst Arka Minifix Başlığı Sıkma

İşin Adı Sağ Kapak Takma
 İşin Adı Sağ Kapak Üst Menteşe Tutturma Vidası Vidalama
 İşin Adı Sağ Kapak Alt Menteşe Tutturma Vidası Vidalama
 İşin Adı Sağ Kapak Ayarlama
 İşin Adı Sol Kapak Takma
 İşin Adı Sol Kapak Üst Menteşe Tutturma Vidası Vidalama
 İşin Adı Sol Kapak Alt Menteşe Tutturma Vidası Vidalama
 Toplam süre 83s

6.istasyon 2 işçi
 İşin Adı Sol Kapak Ayarlama
 İşin Adı Alt Strafor Koliye Yerleştirme
 İşin Adı Gövde Koliye Yerleştirme
 Toplam süre 81s

7.istasyon 1 işçi
 İşin Adı Hırdavat Kolisi Koliye Yerleştirme
 İşin Adı Askı Aparatı Koliye Yerleştirme
 İşin Adı Ara Strafor Koliye Yerleştirme
 İşin Adı Ara Cam Koliye Yerleştirme
 Toplam süre 82s

8.istasyon 1 işçi
 İşin Adı Ara Strafor Koliye Yerleştirme
 İşin Adı Üst Cam Koliye Yerleştirme
 Toplam süre 81s

9.istasyon 1 işçi
 İşin Adı Sağ ön Köşe Koruyucu Yerleştirme
 İşin Adı Sağ Arka Köşe Koruyucu Yerleştirme
 İşin Adı Sol ön Köşe Koruyucu Yerleştirme
 İşin Adı Sol Arka Köşe Koruyucu Yerleştirme
 İşin Adı Ön Strafor Yerleştirme
 Toplam süre 89s

10.istasyon 1 işçi

İşin Adı Arka Strafor Yerleştirme

İşin Adı Sağ Yan Strafor Yerleştirme

İşin Adı Sol Yan Strafor Yerleştirme

Toplam süre 75s

11.istasyon 1 işçi

İşin Adı Üst Strafor Koliye Yerleştirme

İşin Adı Koli Kapatma Yapıştırma

İşin Adı Barkot Yapıştırma

Toplam süre 77 s

12.istasyon 1 işçi

İşin Adı Naylon Şirinkleme

Toplam süre90s

İdeal çevrim: 90 s

Toplam işçi sayısı: 13

Toplam süre: 15 min

VERİM: %91,39

Tablo 4.7. Çevrim Süresi: 90s, 156s ve 331s İçin Atıl Zaman Değerleri

İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi(s)	Fark (s)
1	1	10	90	74	16
2	1	10	90	85	5
3	1	9	90	86	4
4	1	10	90	84	6
5	1	8	90	83	7
6	2	3	90	81	9
7	1	4	90	82	8
8	1	2	90	81	9
9	1	5	90	89	1
10	1	3	90	75	15
11	1	3	90	77	13
12	1	1	90	90	0
TOPLAM	13	68	Σ Atıl Zaman		94
İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi(s)	Fark (s)
1	1	19	156	150	6
2	1	17	156	156	0
3	1	13	156	142	14
4	2	5	156	127	29
5	1	6	156	145	11
6	1	5	156	116	40
7	1	3	156	151	5
TOPLAM	8	68	Σ Atıl Zaman		105
İstasyon Sırası	İşçi Sayısı (Adet)	Görev Sayısı (Adet)	Çevrim Süresi (s)	İstasyon Çalışma Süresi(s)	Fark (s)
1	1	39	331	329	2
2	2	17	331	327	4
3	1	12	331	331	0
TOPLAM	4	68	Σ Atıl Zaman		6

Tablo 4.7.'de verilen sonuçlar incelendiğinde, çevrim süresi arttıkça atıl sürenin azaldığı görülmektedir.

4.2.2.2 K133 Çevrim Süresi 90s ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması

Kurumun onayladığı montaj süresi 1 ürün için 1 işçi ile 50 dakikadır. Elde edilen programla 90 saniyelik çevrim süresi ile bu süre 37 dakikaya indirilebilmiştir.

Gelişmiş komutu ile yapılan dengelemede 4 kişi alt montaj ve 13 kişiden 2 kişiye kadarki aralıklarda çevrim süresi 90 saniyeden 987 saniyeye kadarki aralıklardaki olası değişiklikleri kullanıcının otonomisine sunabilmektedir. Uygulama program ekran görüntüsü şekil 4.8.'de verilmiştir.



Şekil 4.8. K133 Çevrim Süresi 90s ve 10 Adet Ürün İçin Gelişmiş Uygulaması

Tablo 4.8. K133 için Farklı Çevrim Zamanlarında Hat Dengeleri

Çevrim Süresi (s)	Σ İşçi Sayısı (Kişi)	Σ Süre (min)	Verim (%)	Çevrim Süresi (s)	Σ İşçi Sayısı (Kişi)	Σ Süre (min)	Verim (%)
90	13	15	91,39	245	6	40	80,57
91	13	15	90,38	248	6	41	79,60
93	13	15	88,44	252	5	42	97,92
94	13	15	87,50	254	5	42	97,15
99	13	16	83,08	263	5	43	93,82
100	12	16	89,73	271	5	45	91,05
106	12	17	84,65	274	5	45	90,05
107	12	17	83,86	276	5	46	98,40
111	11	18	88,92	281	5	46	87,81
113	11	18	88,12	286	5	47	68,28
113	11	18	87,35	288	5	48	85,68
116	10	19	94,54	297	5	49	83,08
118	10	19	92,94	306	5	51	80,64
122	10	19	89,89	313	5	52	78,83
123	10	19	89,16	320	5	53	77,11
127	10	21	86,35	329	5	54	75,00
128	10	21	85,68	331	4	55	99,40
131	10	21	83,72	338	4	56	97,34
132	10	22	83,08	349	4	58	94,27
133	9	22	92,76	355	4	59	92,68
136	9	22	90,72	357	4	59	92,16
138	9	23	89,40	363	4	60	90,63
143	9	23	86,28	365	4	60	90,14
145	9	24	85,09	380	4	63	86,58
150	9	25	82,25	385	4	64	85,45
151	9	25	93,38	396	4	66	83,08
156	8	26	90,38	399	4	66	82,46
159	8	26	88,68	404	4	67	81,44
161	8	26	87,58	412	4	68	79,85
163	8	27	86,50	434	4	70	77,59
138	7	28	97,92	432	4	72	76,16
170	7	28	96,76	448	4	74	73,44
179	7	28	91,90	449	4	74	73,27
181	7	30	90,88	493	4	82	66,73
185	7	30	88,92	494	3	82	99,90
186	7	31	88,44	523	3	87	94,36
188	7	31	87,50	534	3	89	92,42
195	7	32	84,36	550	3	91	89,73
197	7	32	83,50	575	3	95	85,83
199	7	33	82,66	611	3	101	80,77
205	7	34	80,24	656	3	109	75,23

206	6	34	95,83	672	3	112	73,44
209	6	34	94,45	688	3	114	71,73
213	6	35	92,68	704	3	117	70,10
219	6	36	90,14	720	3	120	68,50
222	6	37	88,92	745	3	124	66,24
224	6	37	88,12	770	3	128	64,09
225	6	37	87,73	820	3	136	60,18
226	6	37	87,35	836	3	139	59,03
231	6	38	85,45	881	3	146	56,02
238	6	39	82,94	897	3	149	55,02
240	6	40	82,25	987	2	164	100,00

Tablo 4.8.'da verilen sonuçlar incelendiğinde farklı çevrim sürelerinde optimal sonuçların bulunduğu görülecektir. Bulunan sonuçlara göre yukarıdaki tabloda koyulaştırılmış satırlardan mevcut işçi sayısı, iş yükü durumu, teslim süreleri vb. durumlara göre planlama sorumluları tarafından tercihler yapılarak istenilen çevrim süresine göre atamalar yapılabilmektedir. İstasyon sayısına göre %88,92'den %100'e varan çok sayıda optimum çözüm önerileri sunulmuştur.

4.3. Gantt Uygulaması

Müşterilerin değişken isteklerde bulunacakları varsayımı ile rasgele sipariş örnekleri seçilmiştir. Seçilen bu örnekler programa yüklenerek elde edilen GANTT çıktıları aşağıda verilmiştir.

50 adet DİLARA KONSOL

Başlama: İşlem 15.03.2010 08:00:00 Montaj 15.03.2010 08:00:00

Bitiş: İşlem 15.03.2010 09:58:00 Montaj 15.03.2010 10:30:00

30 adet K120

Başlama: İşlem 15.03.2010 10:00:00 Montaj 15.03.2010 10:45:00

Bitiş: İşlem 15.03.2010 11:47:00 Montaj 15.03.2010 12:00:00

50 adet DİLARA TV DOLABI

Başlama: İşlem 15.03.2010 11:50:00 Montaj 15.03.2010 13:00:00

Bitiş: İşlem 15.03.2010 15:11:00 Montaj 15.03.2010 15:45:00

30 adet K133

Başlama: İşlem 15.03.2010 15:15:00 Montaj 15.03.2010 15:45:00

Bitiş: İşlem 15.03.2010 17:00:00 Montaj 15.03.2010 17:00:00

120 adet DİLARA TV DOLABI

Başlama: İşlem 15.03.2010 17:05:00 Montaj 15.03.2010 17:10:00

Bitiş: İşlem 16.03.2010 14:25:00 Montaj 16.03.2010 14:55:00

50 adet DİLARA KONSOL

Başlama: İşlem 16.03.2010 14:30:00 Montaj 16.03.2010 14:55:00

Bitiş: İşlem 16.03.2010 16:43:00 Montaj 16.03.2010 17:40:00

30 adet K120

Başlama: İşlem 16.03.2010 16:45:00 Montaj 17.03.2010 08:00:00

Bitiş: İşlem 17.03.2010 09:17:00 Montaj 17.03.2010 09:00:00

150 adet DİLARA KONSOL

Başlama: İşlem 17.03.2010 08:50:00 Montaj 17.03.2010 09:00:00

Bitiş: İşlem 17.03.2010 15:38:00 Montaj 17.03.2010 16:45:00

50 adet K120

Başlama: İşlem 17.03.2010 15:45:00 Montaj 17.03.2010 16:45:00

Bitiş: İşlem 18.03.2010 08:48:00 Montaj 18.03.2010 08:55:00

150 adet DİLARA TV DOLABI

Başlama: İşlem 18.03.2010 08:50:00 Montaj 18.03.2010 08:55:00

Bitiş: İşlem 18.03.2010 16:03:00 Montaj 18.03.2010 16:40:00

30 adet K120

Başlama: İşlem 18.03.2010 16:05:00 Montaj 18.03.2010 16:40:00

Bitiş: İşlem 19.03.2010 17:37:00 Montaj 19.03.2010 17:40:00

80 adet DİLARA KONSOL

Başlama: İşlem 19.03.2010 08:00:00 Montaj 19.03.2010 08:00:00

Bitiş: İşlem 19.03.2010 11:20:00 Montaj 19.03.2010 13:00:00

50 adet K133

Başlama: İşlem 19.03.2010 11:25:00 Montaj 19.03.2010 13:15:00

Bitiş: İşlem 19.03.2010 14:55:00 Montaj 19.03.2010 14:55:00

80 adet DİLARA TV DOLABI

Başlama: İşlem 19.03.2010 15:00:00 Montaj 19.03.2010 15:05:00

Bitiş: İşlem 20.03.2010 09:30:00 Montaj 20.03.2010 09:35:00

50 adet DİLARA KONSOL

Başlama: İşlem 20.03.2010 09:35:00 Montaj 20.03.2010 09:35:00

Bitiş: İşlem 20.03.2010 11:48:00 Montaj 20.03.2010 13:05:00

4.4. Montaj Hattı Dengeleme Performans Ölçümü

4.4.1. Dilara Konsol İçin Performans Ölçümü

4.4.1.1. İdeal çevrim süresi 110 saniye için performans ölçümü

Dilara Konsoldaki iş öğelerinin en büyük çevrim süresi 110 saniye olduğu için ilk uygulama 110 saniyeden başlatılmaktadır. Bu durumda hazırlanan program dengele seçeneği ile kendi optimum çözümünü üretmektedir. Tablo 4.9.'de programın kendi montaj hattı dengeleme sonuçları verilmiştir.

Aynı ürünün farklı sayılarda montaj hattına verilmesi ile ilgili olarak verimlilik açısından, alt ve son montaj hattında %4 oranında olumlu sonuçları gözlenmiştir.

Tablo 4.9. İdeal Çevrim Süresi 110 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu

MİKTAR	ALT MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	ALT MONTAJ TOPLAM SÜRE (dk)	90ALT MO90NTAJ VRİMİ %	SON MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	SON MONTAJ TOPLAM SÜRE (dk)	SON MONTAJ VERİMİ %	TOPLAM SÜRESİ (İşçi/dk)	HAT ETKİNLİĞİ %
10	20	24	96	16	18	90	21	93
20	20	47	98	16	36	90	42	95
30	20	71	98	16	55	90	64	95
40	20	94	98	16	73	90	85	95
50	20	118	98	16	91	90	106	95
60	20	139	100	16	110	90	126	96
70	20	162	100	16	128	90	147	96
80	20	185	100	16	146	90	168	96
90	20	208	100	16	165	90	189	96
100	20	232	100	16	183	90	210	96

4.4.1.2. İdeal Çevrim Süresi 224 Saniye İçin Performans Ölçümü

Dilara 4 Kapaklı Çekmeceli Konsoldaki iş öğelerinin en büyük çevrim süresi 110 saniye olduğu için ilk uygulama 110 saniyeden başlatılmaktadır. Daha sonra “Gelişmiş” seçeneği ile program 110 saniyeden 1491 saniyeye kadarki aralıklarda uygun seçenekleri önermiştir. Önerilen seçenekler içerisinde operatör kendine en uygun çevrim süresini belirlemekte ve bu süreyi kullanarak tekrar tek seçenekli dengeleme işlemi gerçekleştirmektedir. Tablo 4.10.’de programın operatör tercihli çevrim süreli montaj hattı dengeleme sonuçları verilmiştir. Operatör tercihli sonuç makine tercihli sonuca göre %3 daha iyileşmiştir.

Aynı ürünün farklı sayılarda montaj hattına verilmesi ile ilgili olarak verimlilik açısından, alt ve son montaj hattında %4 oranında olumlu sonuçları gözlenmiştir.

Tablo 4.10. İdeal Çevrim Süresi 224 Sn İçin Performans Ölçümü Tablosu

MİKTAR	ALT MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	ALT MONTAJ TOPLAM SÜRE (dk)	ALT MONTAJ VERİMİ %	SON MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	SON MONTAJ TOPLAM SÜRE (dk)	SON MONTAJ VERİMİ %	TOPLAM SÜRESİ (İşçi/dk)	HAT ETKİNLİĞİ %
10	20	24	96	8	37	96	28	96
20	20	47	98	8	74	97	55	97
30	20	71	98	8	112	97	83	97
40	20	94	98	8	149	97	110	97
50	20	118	98	8	186	97	137	97
60	20	139	100	8	224	99	163	99
70	20	162	100	8	261	99	190	99
80	20	185	100	8	298	99	217	99
90	20	208	100	8	336	99	245	99
100	20	232	100	8	373	99	272	99

4.4.2. Dilara TV Dolabı İçin Performans Ölçümü

4.4.2.1 İdeal Çevrim Süresi 110 Sn İçin Performans Ölçümü

Dilara TV Dolabındaki iş öğelerinin en büyük çevrim süresi 110 saniye olduğu için ilk uygulama 110 saniyeden başlatılmaktadır. Bu durumda hazırlanan program dengele seçeneği ile kendi optimum çözümünü üretmektedir. Tablo 4.11.'de programın kendi montaj hattı dengeleme sonuçları verilmiştir.

Aynı ürünün farklı sayılarda montaj hattına verilmesi ile ilgili olarak verimlilik açısından, alt ve son montaj hattında %4 oranında olumlu sonuçları gözlenmiştir.

Tablo 4.11. İdeal Çevrim Süresi 110 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu

MİKTAR	ALT MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	ALT MONTAJ TOPLAM SÜRE (dk)	ALT MONTAJ VERİMİ %	SON MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	SON MONTAJ TOPLAM SÜRE (dk)	SON MONTAJ VERİMİ %	TOPLAM SÜRESİ (İşçi/dk)	HAT ETKİNLİĞİ %
10	9	29	96	12	18	91	23	93
20	9	58	96	12	36	91	45	93
30	9	87	98	12	55	91	69	94
40	9	113	98	12	73	91	90	94
50	9	141	98	12	91	91	112	94
60	9	169	98	12	110	91	135	94
70	9	195	100	12	128	91	157	95
80	9	223	100	12	146	91	179	95
90	9	250	100	12	165	91	201	95
100	9	29	100	12	183	91	224	95

4.4.2.2. İdeal Çevrim Süresi 379 Sn İçin Performans Ölçümü

Dilara TV Dolabındaki iş öğelerinin en büyük çevrim süresi 110 saniye olduğu için ilk uygulama 110 saniyeden başlatılmaktadır. Daha sonra “Gelişmiş” seçeneği ile program 110 saniyeden 1099 saniyeye kadarki aralıklarda uygun seçenekleri önermiştir. Önerilen seçenekler içerisinde operatör kendine en uygun çevrim süresini belirlemekte ve bu süreyi kullanarak tekrar tek seçenekli dengeleme işlemi gerçekleştirmektedir. Tablo 4.12.’de programın operatör tercihli çevrim süreli montaj hattı dengeleme sonuçları verilmiştir. Operatör tercihli sonuç makine tercihli sonuca göre %4 daha iyileşmiştir.

Aynı ürünün farklı sayılarda montaj hattına verilmesi ile ilgili olarak verimlilik açısından, alt ve son montaj hattında %4 oranında olumlu sonuçları gözlenmiştir.

Tablo 4.12. İdeal çevrim süresi 379 sn için performans ölçüm tablosu

MİKTAR	ALT MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	ALT MONTAJ TOPLAM SÜRE (dk)	ALT MONTAJ VERİMİ %	SON MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	SON MONTAJ TOPLAM SÜRE (dk)	SON MONTAJ VERİMİ %	TOPLAM SÜRESİ (İşçi/dk)	HAT ETKİNLİĞİ %
10	9	29	96	4	63	97	39	96
20	9	58	96	4	126	97	79	96
30	9	87	96	4	189	97	118	98
40	9	113	98	4	252	97	156	98
50	9	141	98	4	315	97	195	98
60	9	169	98	4	379	97	234	98
70	9	195	100	4	442	97	271	99
80	9	223	100	4	505	97	310	99
90	9	250	100	4	568	97	348	99
100	9	278	100	4	631	97	387	99

4.4.3. K120 Plazma TV Ünitesi İçin Performans Ölçümü

4.4.3.1. İdeal Çevrim Süresi 90 Sn İçin Performans Ölçümü

K120 Plazma TV Ünitesindeki iş öğelerinin en büyük çevrim süresi 90 saniye olduğu için ilk uygulama 90 saniyeden başlatılmaktadır. Bu durumda hazırlanan program dengele seçeneği ile kendi optimum çözümünü üretmektedir. Tablo 4.13.'de programın kendi montaj hattı dengeleme sonuçları verilmiştir.

Aynı ürünün farklı sayılarda montaj hattına verilmesi ile ilgili olarak verimlilik açısından, alt ve son montaj hattında %4 oranında olumlu sonuçları gözlenmiştir.

Tablo 4.13. İdeal Çevrim Süresi 90 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu

MİKTAR	ALT MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	ALT MONTAJ TOPLAM SÜRE (min)	ALT MONTAJ VERİMİ %	SON MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	SON MONTAJ TOPLAM SÜRE (min)	SON MONTAJ VERİMİ %	TOPLAM SÜRESİ (İşçi/min)	HAT ETKİNLİĞİ %
10	4	32	96	12	15	84	19	87
20	4	61	100	12	30	84	38	88
30	4	92	100	12	45	84	57	88
40	4	123	100	12	60	84	76	88
50	4	153	100	12	75	84	96	88
60	4	184	100	12	90	84	114	88
70	4	215	100	12	105	84	133	88
80	4	246	100	12	120	84	152	88
90	4	277	100	12	135	84	171	88
100	4	307	100	12	150	84	189	88

4.4.3.2. İdeal Çevrim Süresi 215 Sn İçin Performans Ölçümü

K120 Plazma TV Ünitesindeki iş öğelerinin en büyük çevrim süresi 90 saniye olduğu için ilk uygulama 90 saniyeden başlatılmaktadır. Daha sonra “Gelişmiş” seçeneği ile program 169 saniyeden 836 saniyeye kadarki aralıklarda uygun seçenekleri önermiştir. Önerilen seçenekler içerisinde operatör kendine en uygun çevrim süresini belirlemekte ve bu süreyi kullanarak tekrar tek seçenekli dengeleme işlemi gerçekleştirmektedir. Tablo 4.14.’de programın operatör tercihlili çevrim süreli montaj hattı dengeleme sonuçları verilmiştir. Operatör tercihlili sonuç makine tercihlili sonuca göre %1 daha iyileşmiştir.

Aynı ürünün farklı sayılarda montaj hattına verilmesi ile ilgili olarak verimlilik açısından, alt ve son montaj hattında %4 oranında olumlu sonuçları gözlenmiştir.

Tablo 4.14. İdeal Çevrim Süresi 169 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu

MİKTAR	ALT MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	ALT MONTAJ TOPLAM SÜRE (min)	ALT MONTAJ VERİMİ %	SON MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	SON MONTAJ TOPLAM SÜRE (min)	SON MONTAJ VERİMİ %	TOPLAM SÜRESİ (İşçi/min)	HAT ETKİNLİĞİ %
10	4	32	96	6	28	99	30	98
20	4	61	100	6	56	99	58	99
30	4	92	100	6	84	99	87	99
40	4	123	100	6	112	99	116	99
50	4	153	100	6	140	99	145	99
60	4	184	100	6	169	99	175	99
70	4	215	100	6	197	99	204	99
80	4	246	100	6	225	99	233	99
90	4	277	100	6	253	99	263	99
100	4	307	100	6	281	99	291	99

4.4.4. Kenzel Mobilya KA133 Konsollu Plazma TV Ünitesi İçin Performans Ölçümü

4.4.4.1. İdeal Çevrim Süresi 90 Sn İçin Performans Ölçümü

K133 Plazma TV Ünitesindeki iş öğelerinin en büyük çevrim süresi 90 saniye olduğu için ilk uygulama 90 saniyeden başlatılmaktadır. Bu durumda hazırlanan program dengele seçeneği ile kendi optimum çözümünü üretmektedir. Tablo 4.15.'de programın kendi montaj hattı dengeleme sonuçları verilmiştir.

Aynı ürünün farklı sayılarda montaj hattına verilmesi ile ilgili olarak verimlilik açısından, alt ve son montaj hattında olumlu sonuçları gözlenmemiştir.

Tablo 4.15. İdeal Çevrim Süresi 90 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu

MİKTAR	ALT MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	ALT MONTAJ TOPLAM SÜRE (min)	ALT MONTAJ VERİMİ %	SON MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	SON MONTAJ TOPLAM SÜRE (min)	SON MONTAJ VERİMİ %	TOPLAM SÜRESİ (İşçi/min)	HAT ETKİNLİĞİ %
10	4	30	99	13	15	91	19	93
20	4	60	99	13	30	91	37	93
30	4	90	99	13	45	91	56	93
40	4	120	99	13	60	91	74	93
50	4	150	99	13	75	91	93	93
60	4	180	99	13	90	91	111	93
70	4	210	99	13	105	91	130	93
80	4	240	99	13	120	91	148	93
90	4	270	99	13	135	91	167	93
100	4	300	99	13	150	91	185	93

4.4.4.2. İdeal çevrim süresi 169 sn için performans ölçümü

K133 Plazma TV Ünitesindeki iş öğelerinin en büyük çevrim süresi 90 saniye olduğu için ilk uygulama 90 saniyeden başlatılmaktadır. Daha sonra “Gelişmiş” seçeneği ile program 90 saniyeden 987 saniyeye kadarki aralıklarda uygun seçenekleri önermiştir. Önerilen seçenekler içerisinde operatör kendine en uygun çevrim süresini belirlemekte ve bu süreyi kullanarak tekrar tek seçenekli dengeleme işlemi gerçekleştirmektedir. Tablo 4.16.’de programın operatör tercihli çevrim süreli montaj hattı dengeleme sonuçları verilmiştir. Operatör tercihli sonuç makine tercihli sonuca göre %10 daha iyileşmiştir.

Aynı ürünün farklı sayılarda montaj hattına verilmesi ile ilgili olarak verimlilik açısından, alt ve son montaj hattında olumlu sonuçları gözlenmemiştir.

Tablo 4.16. İdeal Çevrim Süresi 168 Sn İçin Performans Ölçüm Tablosu

MİKTAR	ALT MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	ALT MONTAJ TOPLAM SÜRE (min)	ALT MONTAJ VERİMİ %	SON MONTAJ TOPLAM İŞÇİ SAYISI	SON MONTAJ TOPLAM SÜRE (min)	SON MONTAJ VERİMİ %	TOPLAM SÜRESİ (İşçi/min)	HAT ETKİNLİĞİ %
10	4	30	99	7	28	98	29	98
20	4	60	99	7	56	98	57	98
30	4	90	99	7	84	98	86	98
40	4	120	99	7	112	98	115	98
50	4	150	99	7	140	98	144	98
60	4	180	99	7	168	98	172	98
70	4	210	99	7	196	98	201	98
80	4	240	99	7	224	98	130	98
90	4	270	99	7	252	98	259	98
100	4	300	99	7	280	98	287	98

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüz küresel rekabet ortamında işletmeler hızla değişen müşteri beklentilerine yanıt verebilmek için müşteri odaklı üretime yönelmek zorundadırlar. Müşteri odaklı üretim ürün/model sayısında önemli bir artış anlamına gelirken aynı zamanda maliyetleri de önemli ölçüde arttırmaktadır. Dolayısı ile çok/karışık modelli hat dengeleme problemi müşteri tatminini sağlayan ürün çeşitliliği ve maliyet yönünden işletmeler açısından büyük önem taşımaktadır.

Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde montaj hattı dengeleme problemlerinin alt konularından olan tek modelli hat dengeleme problemi üzerine çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen çok/karışık modelli hat dengeleme problemi üzerinde yapılan çalışmaların sayısının daha az olduğu görülür. Çok/karışık modelli hat dengeleme problemi üzerine yapılmış çalışmalar incelendiğinde ise geliştirilmiş programların DOS tabanlı programlarda yazılmış olup görsel arayüz sunamadıkları, programı çalıştırabilmek için programda kullanılan programlama dilinin bilgisayarlarda yüklü olması gerektiği aksi durumlarda programın çalışmayacağı görülmektedir. Bu durum elde edilmiş olan sonuçların kontrol edilebilirliğini güçleştirmektedir. Ayrıca bu programların yazılım dillerinin zor olması ancak bilgisayar alanı uzmanları tarafından kullanılabilmelerine neden olmakta, işletmelerce uygulamada kullanımlarını zorlaştırmaktadır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde geliştirilmiş programların varsayımlar üzerine elle yaratılmış problemler üzerinde uygulanarak gerçek hayata yakın koşullar elde edilmeye çalışıldığı görülmektedir. Uygulamada bu ve benzeri problemleri çözerek daha pratik ve verimli sonuçlar elde edebilmek için tarafımızdan özgün bir yazılım geliştirilmiştir.

Bu amaçla tez çalışmasının özgün kısmını oluşturan yeni programda, C# programlama dili kullanılmıştır. C# programlama dili, C/C++ ve Java dillerinden türeyen, güçlü, basit, esnek, tip güvenli, modern ve Microsoft .Net platformu için geliştirilmiş bir programlama dilidir. C#, eskiden beri programcıların yaygın bir

biçimde kullandığı C/C++ ve Java dillerine benzerliği ile tanınan bir programlama dilidir. İlk aşamada çok benzer bir dil olarak görünse de bu iki dilden farklı birçok özelliğe sahiptir. C#, .Net için Microsoft tarafından geliştirilen ve programlama alanında C/C++ ile Java'nın en güzel özelliklerini alıp, bu dillerin olumsuz olabilecek özelliklerini dışarıda bırakan bir üst düzey dildir.C#. C/C++dilinden farklı olarak tamamıyla nesneye yöneliktir.

Bu tez çalışmasında elde edilen program, öğrenilmesi ve kullanılması kolay bir programdır. Nesne yönelimli ve görsel olan programa internet ağı üzerinden uzaktan erişim de mümkündür. C# programlama dili ile yazıldığından Windows işletim sistemlerine uyumlu olu, bu sayede programı kullanmak için programlama dillerinin bilgisayarlarda yüklü olması gerekmez, Windows işletim sistemli herhangi bir bilgisayara paket program şeklinde yüklenilir ve hemen kullanılabilir. Programı kullanmak için bilgisayar alanında uzman olmak gerekmez iş sahasında herkes tarafından çalıştırılabilir.

Yapılan tez çalışması sonucu elde edilen programa işlem öncesi veri girişi; işin adı, adet, işçi sayısı, işlem, süre, öncül, ardıl, sonraki işlem ve sonraki parça bilgileri girilir. Hatlarda işlenmek üzere 100 adet parça girişi yapılabilir. Bu parçalar için giriş işleminde 1000 adet işlem tanımlaması yapılabilir. Girilen veriler 'listele' bölümünden görülebilir. Herhangi bir hata yapılmış ise 'düzelt' butonundan düzeltme işlemi yapılabilir. Program, veriler girildikten sonra dengeleme işlemini hatlarda çalışma süresi en az olan yani işini önce bitiren kişileri, çalışma süresi daha uzun olan hatta çalışan kişilerin yanına vererek işleri beraber bitirmelerini sağlamak şeklinde gerçekleştirmektedir. Böylece bütün hatlardan en yüksek verim elde edilmeye çalışılmaktadır. Program vasıtası ile teslim tarihi belli olan işlerin bir günden sonsuz güne kadar vardiyaları otomatik olarak düzenlenebilmektedir.

Çok ve Karışık Modelli Montaj Hattı Dengeleme amacıyla program, Tepe Mobilya A.Ş. ve Kenzel Mobilya Pazarlama Sanayi ve Ticaret Limitet Şirketinde gerçek çalışma ortamlarında ve gerçek ürünler üzerinde uygulanarak geliştirilmiştir. Bu programın uygulamayla birlikte sonuç olarak Çok ve Karışık Modelli Montaj Hatlarının dengelenerek verimliliklerinin arttırıldığı görülmüştür. Bu durum çeşit

ekonomisinin ön plana çıktığı günümüz pazarlarında müşteri taleplerinin tam olarak karşılanması için önemlidir. İşletmeler, faaliyet gösterdikleri sektörlerde varlıklarını devam ettirebilmek için, sektördeki rekabeti belirleyen unsurları dikkate almak ve değişik stratejileri uygulayarak, rekabet üstünlüğünü elde etmeye çalışmak zorundadırlar. Sosyal, ekonomik, kültürel, siyasi, vb. birçok etken tüketici davranışları ve beklentilerini şekillendirmektedir. Dolayısıyla işletmeler, hedef tüketici kitlesinin beklentileri doğrultusunda, etkili rekabet stratejilerini ve araçlarını kullanarak rekabet avantajı elde etmeye çalışmaktadırlar. Aynı tüketici kitlesine hitap eden çok sayıda işletmenin bulunduğu bir sektörde; kalite, fiyat, hız, esneklik, farklılık, yenilikçilik, vb. açılardan üstünlüğe sahip olmayan bir işletmenin, sektörde rekabet üstünlüğü elde edebilmesi mümkün olamamaktadır. Dolayısıyla, kalite, fiyat, hız, esneklik, farklılık, yenilikçilik vb. yetenekleri işletmeye kazandıracak üretim ve yönetim teknolojilerinin kullanılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bir üretim sisteminde verimliliğin artırılabilmesi durağan işlem ortamları veya durağan ürün ortamları ile mümkün olabilmektedir. Durağan bir işlem ortamı; düşük hazırlık zamanlarından, işlem zamanlarındaki düşük farklılıklardan veya az sayıda işlemden meydana gelmektedir. Durağan ürün ortamları ise; tek çeşit ürün, düşük ürün çeşitliliği veya uzun hayat seyrine sahip ürünler ile ifade edilir. Günümüzde durağan ürün ortamları ile karşılaşmak ancak belirli sektörlerde mümkündür. Bununla birlikte, müşteri beklentilerindeki hızlı değişim ve artan seçicilik sonucu beyaz eşya, otomotiv, tekstil, mobilya ve diğer tüketim malları sektörlerinde durağan ürün ortamlarında faaliyet göstermek neredeyse mümkün değildir. Yapılan program sayesinde işletmelerin gamındaki ürünlerin çeşidi ne kadar çok olursa olsun montajı ve müşteriye sevki ile ilgili reaksiyon zamanı kısılacak, işletme esnekliği artacak, stok miktarı azalacak, devir hızı artacak, nakit akışı dengelenecek, kalite ve kâr yükselecektir.

Gelecek çalışmalarda Düz ve Paralel Hatlarda Karışık ve Çok Modelli Stokastik Montaj Hatlarının dengelenmesi ile ilgili paket programların geliştirilmesi bilimsel ve sektörel açılardan faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdulhasan B.B., (2009). “Integrating Assembly Planning And Line Balancing Using Precedence Diagram”, Eng. & Tech. Journal ,Vol.27, No.5.
- Acar, N., Eştaş, S., (1986), Kesikli Seri Üretim Sistemlerinde Planlama ve Kontrol Çalışmaları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No:309, Ankara, 2. Basım.
- Acar, N., Eştaş, S., 1991. Kesikli Seri Üretim Sistemlerinde Planlama ve Kontrol Çalışmaları, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 309, Ankara.
- Amen M. (2000b). “An Exact Method For Cost-Oriented Assembly Line Balancing”, Int. J. Production Economics 64, 187-195.
- Amen M., (2000a). “Heuristic Methods For Cost-Oriented Assembly Line Balancing: A Survey”, Int. J. Production Economics 68 1-14.
- Aydoğdu, A., (2005). Takım Esaslı Montaj Hattı Dengeleme, Bitirme Tezi, İ.T.Ü. Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Baek J.G., Beak J.K., Kim S.S., (1997). “A Batch Scheduling Scheme For The Workcenter That Supplies Parts To A Mixed-Model Assembly Line” Computers ind. Engng Vol. 33, Nos 3-4, pp. 757-760.
- Baskak M., (1998). “Çok Modelli/Ürünlü Montaj Hatlarının Dengelenmesi İçin Yeni Bir Model Ve Çözüm Yöntemi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Batini D.,Faccio M.,Persona A.,Sgarbossa F.. (2009). “Design Of The Optimal Feeding Policy In An Assembly System”, Int. J. Production Economics, doi:10.1016/j.ijpe.2009.05.016.
- Bautista J., Cano J., (2008). “Minimizing Work Overload In Mixed-Model Assembly Lines”, Int. J. Production Economics 112, Page: 177–191.

- Baybars I., (1986), A survey of exact algorithms for the simple assembly line balancing problem, *Management Science*, Vol. 32, No. 8, 909-932.
- Becker C., Scholl A., (2003). "A Survey On Problems And Methods In Generalized Assembly Line Balancing", ISSN 1611-1311.
- Betancourt L.C., Moreno R.P., (2005). Asalbp:The Alternative Subgraphs Assembly Line Balancing Problem, IOC-DT-P-2005-5 Gener 2005.
- Boysen N., Flidner M., Scholl A., (2007). "Assembly Line Balancing: Which Model To Use When?", *Int. J. Production Economics* 111, Page: 509-528
- Boysen N., Fliender M., Scholl A., (2006). "A Classification Of Assembly Line Balancing Problems", ISSN 1611-1311.
- Bukchin J., Darel E., Rubinovitz J. (1997). "Team-Oriented Assembly System Design: A New Approach", *Int. J. Production Economics* 51, 47-57.
- C# hakkında, <http://members.comu.edu.tr/boraugurlu/courses/bm230/week9/hafta9.pdf>, Erişim Tarihi: 02.06.2010.
- Chakravarty, A. K., Shtub, A., 1985. Balancing Mixed Model Lines With In- Process Inventories, *Management Science*, 31, 1161-1174.
- Chol W., Shin, H., (1997). "A Real-Time Sequence Control System For The Level Production Of The Automobile Assembly Line", *Computers ind. Engng* Vol. 33, Nos 3-4, pp. 769-772.
- Chutima P., Suphapruksapongse H., (2004). "Practical Assembly-Line Balancing In A Monitor Manufacturing Company", *TharnmasaInt t. J. Sc.T ech.*,V ol. 9, No. 2, April-June.
- Costa M.. A., Miralles C., (2009). "Job Rotation In Assembly Lines Employing Disabled Workers", *Int. J. Production Economics* 120,Page: 625-632.

- Çerçioğlu H., Özcan U., Gökçen H., Toklu B., (2009). “Paralel Montaj Hattı Dengeleme Problemleri İçin Bir Tavlama Benzetimi Yaklaşımı”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 24, No 2, 331-341.
- Çevikcan E. (2006), “Takım Çalışması Esaslı Karma Modelli Montaj Hatlarının Tasarımı”, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Çevikcan E., Durmuşoğlu B. D., Ünal M.E., (2009). “A Team-Oriented Design Methodology For Mixed Model Assembly Systems”, Computers & Industrial Engineering 56,Page: 576–599.
- Dereli T., Baykasoğlu A., Sabuncu İ. (2004). “Çift Taraflı Montaj Hattı Dengeleme Problemi İçin Karınca Kolonisi Optimizasyonu Yaklaşımı”, YA/EM'2004 - Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi, 15-18 Haziran 2004, Gaziantep - Adana.
- Dessouky M.M.,Adiga S.,Park K. (1995). “Design And Scheduling Of Flexible Assembly Lines For Printed Curcuit Boards”, Int. J. Prod. Rez., Vol:33, No:3, page: 757-775.
- Eryuruk S. H., Kalaoglu F., Baksak M., (2008). “Assembly Line Balancing In A Clothing Company”, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe January / March, Vol. 16, No. 1 (66).
- Esmailian G.R., İsmail N., Sulaiman S., Ahmad M.M.H.M., Hamed M., (2009). “Allocating And Balancing Of Mixed Model Production Through The Parallel Assembly Lines” European Journal of Scientific Research, ISSN 1450-216X Vol.31 No.4, pp.616-631.
- Frey G., (1999). “Assembly Line Sequencing Based On Petri-Net T-Invariants”, Control Engineering Practice 8, 63-69.

- Gelano G., Fichera S., Grasso V., La Commare U., Perrone G., (1999). "An Evolutionary Approach To Multi-Objective Scheduling Of Mixed Model Assembly Lines", Computers & Industrial Engineering 37, pp 69-73.
- Gökçen H., (1994). "Karışık Modelli Deterministik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri İçin Yeni Modeller", Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Gökçen H., Erel E. (1998). "Binary Integer Formulation For Mixed-Model Assembly Line Balancing Problem" Computers ind. Engng Vol.34, No.2, pp.451-461.
- Gökçen H., Erel E., (1997). "A goal programming approach to mixed-model assembly linebalancing problem", Int. J. Production Economics 48 (1997) 177-185.
- Gokçen, H. (1994). "**Karışık Modelli Deterministik Montaj Hattı Dengeleme Problemleri İçin Yeni Modeller**". Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hasgöl, S., (1999). "Çok Seviyeli Üretim Sistemlerinde Karma Modelli Montaj Hattı Sıralama Problemleri ve Yeni Çözüm Önerileri, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Eskişehir.
- Hu S.. J.,Zhu X.,Wang H.,Koren Y.. (2008). "Product Variety And Manufacturing Complexity In Assembly Systems And Supply Chains", Cirp Annals - Manufacturing Technology 57,Page: 45–48.
- Inman R. R., Jordon W.C., (1997). "Integrated Assembly Line Loading, Design, And Labor Planning", Journal of Manufacturing Systems vollume: l6, no:5, pp 315-322.
- Jin M., Wu S.D., (2002). "A New Heuristic Method For Mixed Model Assembly Line Balancing Problem", Computers & Industrial Engineering 44, 159–169.

- Kara Y., Gökçen H., Atasagun Y., (2010). “Balancing Parallel Assembly Lines With Precise And Fuzzy Goals”, International Journal of Production Research Vol. 48, No. 6, 15 March 2010, 1685–1703.
- Keytack H., (1997). “Expert Line Balancing System (Elbs)”, Computers ind. Engng Vol. 33, Nos 1-2, pp. 303-306.
- Kim S., Jeong B., (2007). “Product Sequencing Problem In Mixed-Model Assembly Linet O Minimize Unfinished Works”, Computers & Industrial Engineering 53,Page: 206–214.
- Kobu, B. (1979), Üretim Yönetimi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:2298.
- Küçük, B., (2004) “Karışık Modellî Montaj Hattı Dengeleme ve Simülasyon Uygulaması”, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Lee K. K., Kim Y. S., (1997). “Price-Based Buffer Sizing In Assembly Systems”, Computers ind. Engng Vol. 33, Nos 3-4, pp. 709-712.
- Lien T.K., (2007). “Hybrid Automatic-manual Assembly Systems”, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway.
- Martino L., Pastor R., (2007). “Heuristic Procedures For Solving The General Assembly Line Balancing Problem With Setups”, Enginyeria D’organització I Logística Industrial”, IOC-DT-P-2007-15.
- Mcmullen P. R., Frazier G. V., (1997). “A Heuristic For Solving Moxed-Model Line Balancing Problems With Stochastic Task Durations And Parallel Statons”, Int. J. Production Economics 177-190.
- Mendes A.R., Ramos A.L., Simaria A.S., Vilarinho P.M., (2005). “Combining heuristic procedures and simulation models for balancing a PC camera assembly line”, Computers & Industrial Engineering 49, 413–431.
- Merengo, C., Nava, F., Pozzetti, A., 1999. Balancing and sequencing Manual

- Mixed-Model Assembly Lines, *International Journal of Production Research*, 37, 12, 2835- 2860.
- Özcan U., Çerçioğlu H., Gökçen H., Toklu B., (2009). "A Tabu Search Algorithm For The Parallel Assembly Line Balancing Problem", *G.U. Journal of Science* 22(4): 313-323.
- Özcan U., Toklu B., (2009). "Balancing Of Mixed-Model Two-Sided Assembly Lines", *Computers & Industrial Engineering* 57,Page: 217–227.
- Park K., Park S., Kim W.(1997). "A Heuristic For An Assembly Line Balancing Problem With Incompatibility, Range, And Partial Precedence Constraints", *Computers ind. Engng* Vol. 32. No. 2, pp. 321-332.
- Ponnambalam S.G., P. Aravindan P.,Rao M. (2003). "Genetic Algorithms For Sequencing Problems In Mixed Model Assembly Lines", *Computers & Industrial Engineering* 45, 669–690.
- Rahimi –Vahed A.R.,Rabani M.,Moghaddam-Tavakkoli,Torabi S.A.,Jolai F.. (2007). "A Multi-Objective Scatter Search For A Mixed-Model Assembly Line Sequencing Problem", *Advanced Engineering Informatics* 21, Page: 85-99.
- Rahimi-Vahed A., Mirzaei Hossein A., (2007). "A Hybrid Multi-Objective Shuffled Frog-Leaping Algorithm For A Mixed Assembly Line Sequencing Problem", *Computers & Industrial Engineering* 53, Page: 642–666.
- Redford A., and Chai J., (1994), *Design For Assembly: Principles and Practice*, McGraw-Hill International Limited, 202 p.
- Sabar M. ,Montreuil B.,Frayret J-M.. (2009). "A Multi-Agent-Based Approach For Personnel Scheduling In Assembly Centers", *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, doi:10.1016/j.engappai.

- Sarke B. R., Pan H. (1997). "Designing A Mixed-Model Assembly Line To Minimize The Costs Of Idle And Utility Times", *Computers ind. Engng* Vol.34, No.3, pp.609-628.
- Savsar M. (1997). "Simulation Analysis Of A Pull-Push System For An Electronic Assembly Line", *Int. J. Production Economics* 51 205-214.
- Sawik T., (2000). "An Lp-Based Approach For Loading And Routing In A Flexible Assembly Line", *Int. J. Production Economics* 64, 49-58
- Scholl A., Boysen N.. (2009). "Model And Optimization Procedure", *Int. J. Production Economics* 119, Page: 90–100.
- Scholl, A., (1995). "Balancing and Sequencing of Assembly Lines Physica Verlag, Darmstadt." P. 6.
- Scholz-Reiter B.,Freitag M.. (2007). "Autonomous Processes In Assembly Systems",Department Of Planning And Control Of Production Systems", *Annals of the CIRP* Vol. 56/, doi:10.1016/j.cirp.2007.10.002.
- Simaria A. S., Vilarinho P. M., (2004). A Genetic Algorithm Based Approach To
- Simaria S.. A.,Vilarinho M.. P.. (2009). "An Ant Colony Optimisation Algorithm For Balancing Two-Sided Assembly Lines", *Computers & Industrial Engineering* 56,Page: 489–506.
- Song B. L., Wong W.K., Fan J.T., Chans. F., (2006). "A Recursive Operator Allocation Approach For Assembly Line-Balancing Optimization Problem With The Consideration Of Operator Efficiency", *Computers & Industrial Engineering* 51, 585–608.
- Talbot F. B., Patterson J.H., and Gehrlein W.V., (1986), A comparative evaluation of heuristic line balancing techniques, *Management Science*, Vol. 32, No. 4, 430-454.

- Tamura T., Long H., Ohno K., (1999). A Sequencing Problem To Level Part Usage Rates And Work Loads For A Mixed-Model Assembly Line With A Bypass Subline”, *Int. J. Production Economics* 60-61 557-764.
- Tanyaş, M., Baskak, M., 2003. Üretim Planlama ve Kontrol, İrfan Yayıncılık, İstanbul.
- Tekin M., (2009). “Üretim Yönetimi Cilt:1, Günay Ofset, Konya.
- The Mixed-Model Assembly Line Balancing Problem Of Type II”, *Computers & Industrial Engineering* 47, 391–407.
- Thomopoulos N.T., (1970), Mixed model line balancing with smoothed station assignments, *Management Science*, Vol.16, No. 9, 593-603.
- Toksarı M. D., İşleyen S.K., Güner E., Baykoç Ö.F., (2009). “Assembly Line Balancing Problem With Deterioration Tasks And Learning Effect”, *Expert Systems with Applications*, doi:10.1016/j.eswa.2009.06.005.
- Tseng E., Wang W., Shih Y.. (2007). “Using Memetic Algorithms With Guided Local Search To Solve Assembly Sequence Planning”, *Expert Systems With Applications* 33, Page: 451–467.
- Weindahl H. P., Hegenscheidt M., (2007). “Bottleneck Analysis Of Assembly Lines With Characteristic Curves”, *Institute of Production Systems and Logistics (IFA), University of Hanover, Germany.*
- Wild, R. (1971), *Mass Production Management*, John Wiley and Sons Ltd., Bradford.
- Xiaobo Z., Ohno K.(1997). “Algorithms For Sequencing Mixed Models On An Assembly Line In A Jit Production System”, *Computers ind. Engng* Vol. 32, No. 1, pp. 47-56.

Xu W., Xiao T., (2008). “Mixed Model Assembly Line Balancing Problem With Fuzzy Operation Times And Drifting Operations”, Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference, 978-1-4244-2708-6/08/\$25.00 IEEE.

Yağmahan B.; (1999) “Karışık Modelli Montaj Bantlarında Hat Dengeleme Ve Çizelgeleme”, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Bursa.

<http://www.cs.sfu.ca/~cameron/Teaching/383/syn-sem-prag-meta.html>

http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul

<http://members.comu.edu.tr/boraugurlu/courses/bm230/week9/hafta9.pdf>

EKLER

PROGRAM YAZILIM KODLARI

FORM1 ANA SAYFA

```
using System;

using System.Collections.Generic;

using System.ComponentModel;

using System.Data;

using System.Drawing;

using System.Text;

using System.Windows.Forms;

using System.IO;

using System.Drawing.Printing;

namespace montaj_hattı
{

    public partial class Form1 : Form
    {

        public Form1()
        {

            InitializeComponent();

        }

    }

}
```

```
private void button3_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
    this.Close();
```

```
}
```

```
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
    Form2 frm2 = new Form2(this);
```

```
    this.Visible = false;
```

```
    frm2.ShowDialog();
```

```
}
```

```
int enbüyük(params int[] b)
```

```
{
```

```
    int eb = b[0];
```

```
    for (int i = 0; i < b.Length; i++)
```

```
    {
```

```
        if (eb < b[i])
```

```
        {
```

```
        eb = b[i];

    }

}

return eb;

}

//-----en büyük dizi degeri indisi-----

int enbüyük(int[] b)

{

    int x = 0; ;

    int eb = b[0];

    for (int i = 0; i < b.Length; i++)

    {

        if (eb < b[i])

        {

            eb = b[i];

            x = i;

        }

    }

    return x;

}
```

//-----en küçük dizi degeri-----

```
int enküçük(params int[] c)
{
    int ek = c[0];

    for (int i = 0; i < c.Length; i++)
    {
        if(c[i]!=0)
        {
            if (ek > c[i])
                ek = c[i];
        }
    }

    return ek;
}
```

//-----en küçük dizi degeri indisi-----

```
int enküçükk(params int[] c)
{
    int y = 0;

    int ek = c[0];

    for (int i = 0; i < c.Length; i++)
    {
```

```
    if (c[i] != 0)
    {
        if (ek > c[i])
        {
            ek = c[i];
            y = i;
        }
    }
}

return y;
}
```

```
//-----
```

```
private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Form3 frm3 = new Form3(this);

    this.Visible = false;

    frm3.ShowDialog();
}
```

```
}
```

```
//int[] parca = new int[45];
```

```
int j = 0;
```

```
int a1, a2, a3, a4, a5, a6, a7, a8,a9,a66,a10;
```

```
string dgr1, dgr2, dgr3, dgr4, dgr5, dgr6, dgr7, dgr8,dgr9,dgr10;
```

```
int[] dizi;
```

```
int[] diziek;
```

```
public int dk;
```

```
public int dk2;
```

```
public int adet;
```

```
public string[] grpadi=new string[49];
```

```
private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
    try
```

```
    {
```

```
        listBox2.Items.Clear();
```

```
        Form3 frm3 = new Form3(this);
```

```
        int k = 0 ,top = 0;
```

```

//-----mnt hatti-----

a1 = 0; a2 = 0; a3 = 0; a4 = 0; a5 = 0; a66 = 0;

StreamReader isög = File.OpenText(path2 + @"\"isogesi.txt");

dgr1= isög.ReadLine();

while (dgr1 != null)

{

    frm3.mntisog[a1] = dgr1;

    dgr1 = isög.ReadLine();

    a1 = a1 + 1;

}

isög.Close();

StreamReader sure = File.OpenText(path2 + @"\"süre.txt");

dgr2 = sure.ReadLine();

while (dgr2 != null)

{

    frm3.mntsure[a2] = Convert.ToInt32(dgr2);

    dgr2 = sure.ReadLine();

    a2 = a2 + 1;

}

sure.Close();

```

```
StreamReader isci = File.OpenText(path2 + @"\\işcisay.txt");
```

```
dgr6 = isci.ReadLine();
```

```
while (dgr6 != null)
```

```
{
```

```
    frm3.mntisci[a66] = Convert.ToInt32(dgr6);
```

```
    dgr6 = isci.ReadLine();
```

```
    a66 = a66 + 1;
```

```
}
```

```
isci.Close();
```

```
//-----listeleme-----
```

```
double verim, x, y, z;
```

```
int[] sürex = new int[1000];
```

```
int[] ist = new int[1000];
```

```
int toplam = 0, cevrim = 0, d = 0, t = 0, s = 0, eb=0;
```

```
adet = 0;
```

```
double yeni = 0;
```

```
//-----minimum çevrim-----
```

```
cevrim = Convert.ToInt32(textBox2.Text);
```

```
adet = Convert.ToInt32(textBox1.Text);
```

```

int mnteb = frm3.mntsure[0];

for (int i = 0; i < a2; i++)

{

    if (mnteb < frm3.mntsure[i])

        mnteb = frm3.mntsure[i];

}


if (cevrin < mnteb)

    cevrin = mnteb;

//-----maksimum cevrin-----

int ustsinir = 0;

for (int i = 0; i < frm3.mntsure.Length; i++)

{

    ustsinir = ustsinir + frm3.mntsure[i];

}

//-----adet-----


int hatsay = 0;

string hatlar = "";

if (cb1.Checked)

{

```

```
    hatsay = hatsay + 1;

    hatlar = hatlar + "1. ";

}

if (cb2.Checked)

{

    hatsay = hatsay + 1;

    hatlar = hatlar + "2. ";

}

if (cb3.Checked)

{

    hatsay = hatsay + 1;

    hatlar = hatlar + "3. ";

}

if (cb4.Checked)

{

    hatsay = hatsay + 1;

    hatlar = hatlar + "4. ";

}

if (cb5.Checked)

{

    hatsay = hatsay + 1;
```

```

    hatlar = hatlar + "5. ";

}

adet = adet / hatsay;

int[] istasyonisci=new int[1000];

for (cevrin = cevrin; cevrin <= ustsindir; cevrin++)

{

    toplam = 0;

    int istsyn = 1, topisci = 0;

    for (int i = 0; i < frm3.mntisci.Length; i++)

    {

        ist[i] = i + 1;

        t = t + frm3.mntsure[i];

        toplam = toplam + frm3.mntsure[i];

        if (toplam > cevrin)

        {

            istasyonisci[d] = istsyn;

            istsyn = 1;

            ist[i] = 0;

            sürex[d] = toplam - frm3.mntsure[i];

            s = s + sürex[d];

```

```

    d = d + 1;

    toplam = frm3.mntsure[i];

}

if (frm3.mntisci[i] > 1)

{

    istsyn = frm3.mntisci[i];

    istasyonisci[d] = istsyn;

}

}

sürex[d] = t - s;

t = 0; s = 0;

istasyonisci[d] = istsyn;

double top2 = 0, top3 = 0;

eb = sürex[0];

for (int i = 1; i <= d; i++)

{

    if (eb < sürex[i])

        eb = sürex[i];

}

x = Convert.ToDouble(eb);

for (int i = 0; i <= d; i++)

```

```
{  
  
    topisci = topisci + istasyonisci[i];  
  
}
```

```
for (int i = 0; i < a1; i++)
```

```
{  
  
    if (ist[i + 1] == 0)
```

```
{  
  
    k = k + 1;
```

```
}
```

```
}
```

```
for (int i = 0; i <= k; i++)
```

```
{  
  
    top2 = top2 + sürex[i] / x;
```

```
}
```

```
top3 = (top2 / (k + 1)) * 100;
```

```
dk2 = (eb * adet) / 60;
```

```
k = 0;
```

```
d = 0;
```

```
if (top3 != yeni)
```

```

{
    yeni = top3;

    decimal de = Convert.ToDecimal(top3);

    listBox2.Items.Add("Çevrim      : " + x.ToString()+" s");

    listBox2.Items.Add("Toplam işçi sayısı : " + topisci.ToString());

    listBox2.Items.Add("Toplam süre      : " + dk2.ToString()+" min");

    listBox2.Items.Add("VERİM          : " + decimal.Round(de,2).ToString());

    listBox2.Items.Add("-----");

}

}

}

catch

{

    MessageBox.Show("Adet/Cevrim Girilmedi...Lütfen Tekrar Deneyin", "uyarı",
    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Warning);

}

}

```

```

public string path,path1 ,path2,d;

```

```

public string[] ad = new string[100];

```

```
public int a;

Form6 frm6 = new Form6();

private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{

    Directory.CreateDirectory("c:\\montaj");

    try
    {

        StreamReader alisimac = File.OpenText("C:\\montaj\\dosyaismi.txt");

        d = alisimac.ReadLine();

        while (d != null)
        {

            comboBox1.Items.Add(d);

            d = alisimac.ReadLine();

        }

        alisimac.Close();

    }

    catch

    {

        File.Create("C:\\montaj\\dosyaismi.txt");

    }

}
```

```
button1.Enabled = false;

button2.Enabled = false;

button5.Enabled = false;

button4.Enabled = false;

button10.Enabled = false;

btnfrkl.Enabled = false;


frm6.ShowDialog();

//this.Visible=false;

}


private void button6_Click(object sender, EventArgs e)

{

    try

    {

        if (comboBox1.Text != "")

        {

            StreamWriter dismi = File.AppendText("C:\\montaj\\dosyaismi.txt");

            dismi.WriteLine(comboBox1.Text);

            dismi.Close();
```

```

        comboBox1.Items.Add(comboBox1.Text);

        path = "c:\\montaj" + "\\" + comboBox1.Text;

        Directory.CreateDirectory(path);

        path1 = path + @"\\islemöncesi";

        path2 = path + @"\\montajhattı";

        Directory.CreateDirectory(path1);

        Directory.CreateDirectory(path2);

        MessageBox.Show("Dosya Adı :" + comboBox1.Text, "uyarı",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Warning);

        button1.Enabled = true;

        button2.Enabled = true;

        button5.Enabled = true;

        button4.Enabled = true;

        button10.Enabled = true;

    }

    else { MessageBox.Show("Dosya Adı Girilmedi...", "uyarı",
    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error); }

}

catch

{

    MessageBox.Show("Bu İsimli Bir Dosya Var Lütfen Başka Bir İsim
    Girin...", "uyarı", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);

```

```
}
```

```
}
```

```
private void button7_Click(object sender, EventArgs e)
```

```
{
```

```
try
```

```
{
```

```
    path = "c:\\montaj" + "\\" + comboBox1.Text;
```

```
    path1 = path + @"\\islemöncesi";
```

```
    path2 = path + @"\\montajhattı";
```

```
    listBox1.Items.Clear();
```

```
    listBox2.Items.Clear();
```

```
    StreamReader isog = File.OpenText(path1 + @"\\isogesi.txt");
```

```
    isog.Close();
```

```
    MessageBox.Show(comboBox1.Text+" Dosyası Açıldı", "Uyarı",  
    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Warning); ;
```

```
    label7.Text = comboBox1.Text+" MONTAJ ÖNCESİ İŞLEMLER";
```

```
    label12.Text = comboBox1.Text + " MONTAJ HATTI İŞLEMLER";
```

```
    button1.Enabled = true;
```

```

        button2.Enabled = true;

        button5.Enabled = true;

        button4.Enabled = true;

        button10.Enabled = true;

        button6.Enabled = true;

        btnfrkl.Enabled = true;

    }

    catch

    {

        MessageBox.Show("Kayıt
        Bulunamadı...", "uyarı", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);

    }

}

private static StreamReader dosyaAkimi;

private void button5_Click(object sender, EventArgs e)

{

    StreamWriter islem = File.CreateText("C:\\montaj\\yazdır.txt");

    islem.WriteLine(comboBox1.Text);

    islem.WriteLine("İŞLEM ÖNCESİ HATLAR...");

    islem.Close();

    for (int i = 0; i < listBox1.Items.Count; i++)

```

```

{

    StreamWriter islem2 = File.AppendText("C:\\montaj\\yazdır.txt");

    islem2.WriteLine(listBox1.Items[i]);

    islem2.Close();

}

StreamWriter montaj = File.AppendText("C:\\montaj\\yazdır.txt");

montaj.WriteLine("");

montaj.WriteLine("");

montaj.WriteLine("MONTAJ HATTI...");

montaj.Close();

for (int i = 0; i < listBox2.Items.Count; i++)

{

    StreamWriter montaj2 = File.AppendText("C:\\montaj\\yazdır.txt");

    montaj2.WriteLine(listBox2.Items[i]);

    montaj2.Close();

}

dosyaAkimi = new System.IO.StreamReader("C:\\montaj\\yazdır.txt");

PrintDocument PD = new PrintDocument();

PD.PrintPage += new PrintPageEventHandler(OnPrintDocument);

```

```
//PrintPreviewDialog pdlg = new PrintPreviewDialog();
```

```
//pdlg.Document = PD;
```

```
//pdlg.ShowDialog();
```

```
PrintDialog pdialog = new PrintDialog();
```

```
pdiialog.Document = PD;
```

```
//pdiialog.ShowDialog();
```

```
//try
```

```
//{
```

```
if (pdiialog.ShowDialog() == DialogResult.OK)
```

```
{
```

```
    if (pdiialog.Document != null)
```

```
        PD.Print();
```

```
}
```

```
//}
```

```
//catch
```

```
//{
```

```
//    MessageBox.Show("Yazici çıktısı alınamıyor...");
```

```
//}
```

```
//finally
```

```

//{

//  PD.Dispose();

//}

dosyaAkimi.Close();

}

private void OnPrintDocument(object sender, PrintPageEventArgs e)

{

    Font font = new Font("Verdana", 11);

    float yPozisyon = 0; int LineCount = 0;

    float leftMargin = e.MarginBounds.Left;

    float topMargin = e.MarginBounds.Top;

    string line = null;

    float SayfaBasinaDusenSatir = e.MarginBounds.Height / font.GetHeight();

    while (((line = dosyaAkimi.ReadLine()) != null) && LineCount <
SayfaBasinaDusenSatir)

    {

        yPozisyon = topMargin + (LineCount * font.GetHeight(e.Graphics));

```

```
e.Graphics.DrawString(line, font, Brushes.Black, leftMargin, yPozisyon);

    LineCount++;

}

if (line == null)

    e.HasMorePages = false;

else

    e.HasMorePages = true;

}

private void button9_Click(object sender, EventArgs e)

{

    try

    {

        Form4 frm4 = new Form4(this);

        this.Visible = false;

        frm4.ShowDialog();

    }

    catch
```

```

{

    MessageBox.Show("Kayıt
Bulunamadı..","uyarı",MessageBoxButtons.OK,MessageBoxIcon.Error);

}

}

public string[] alisim=new string[49];

public int[] almnthatti=new int[49];

public int[] alislem=new int[49];

int al = 0;

private void button8_Click(object sender, EventArgs e)

{

    if (adet == 0 || comboBox1.Text == null)

    {

        MessageBox.Show("Dengeleme İşlemi Yapılmadı..Lütfen Tekrar
Deneyin","uyarı",MessageBoxButtons.OK,MessageBoxIcon.Error);

    }

    else {

        alisim[al] = adet.ToString() + " adet " + comboBox1.Text;

        alislem[al] = dk;

        almnthatti[al] = dk2;

        MessageBox.Show(alisim[al] + " İşlem öncesi " + alislem[al].ToString() + " min
Montaj hattı " + almnthatti[al] + " min");

```

```

StreamWriter alisimd = File.AppendText("C:\\montaj\\alisim.txt");

alisimd.WriteLine(alisim[al]);

alisimd.Close();

StreamWriter almnthattid = File.AppendText("C:\\montaj\\almnthatti.txt");

almnthattid.WriteLine(almnthatti[al]);

almnthattid.Close();

StreamWriter alislemd = File.AppendText("C:\\montaj\\alislem.txt");

alislemd.WriteLine(alislem[al]);

alislemd.Close();

al = al + 1;

}

}

private void button10_Click(object sender, EventArgs e)

{

    listBox2.Items.Clear();

    Form2 frm2 = new Form2(this);

    Form3 frm3 = new Form3(this);

    a1 = 0; a2 = 0; a3 = 0; a4 = 0; a5 = 0; a6 = 0; a7 = 0; a8 = 0; a9 = 0; a10 = 0;

    try

    {

```

```

int adet2 = Convert.ToInt32(textBox1.Text);

//-----işlem öncesi-----

StreamReader isog = File.OpenText(path1 + @"\\isogesi.txt");

dgr1 = isog.ReadLine();

while (dgr1 != null)

{

    frm2.onisog[a1] = dgr1;

    dgr1 = isog.ReadLine();

    a1 = a1 + 1;

}

isog.Close();

StreamReader isadi = File.OpenText(path1 + @"\\işinadı.txt");

dgr10 = isadi.ReadLine();

while (dgr10 != null)

{

    grpadi[a10] = dgr10;

    dgr10 = isadi.ReadLine();

    a10 = a10 + 1;

}

isadi.Close();

```

```
StreamReader süre = File.OpenText(path1 + @"\\süre.txt");

dgr2 = süre.ReadLine();

while (dgr2 != null)

{

    frm2.onsure[a2] = Convert.ToInt32(dgr2);

    dgr2 = süre.ReadLine();

    a2 = a2 + 1;

}

süre.Close();

StreamReader öncül = File.OpenText(path1 + @"\\öncül.txt");

dgr3 = öncül.ReadLine();

while (dgr3 != null)

{

    frm2.ononcul[a3] = Convert.ToInt32(dgr3);

    dgr3 = öncül.ReadLine();

    a3 = a3 + 1;

}

öncül.Close();

StreamReader ardil = File.OpenText(path1 + @"\\ardil.txt");
```

```

dgr4 = ardil.ReadLine();

while (dgr4 != null)
{
    frm2.onisog[a4] = dgr4;

    dgr4 = ardil.ReadLine();

    a4 = a4 + 1;
}

ardil.Close();

StreamReader grpadet = File.OpenText(path1 + @"\\adet.txt");

dgr5 = grpadet.ReadLine();

while (dgr5 != null)
{
    frm2.onadet[a5] = Convert.ToInt32(dgr5);

    dgr5 = grpadet.ReadLine();

    a5 = a5 + 1;
}

grpadet.Close();

StreamReader grpnu = File.OpenText(path1 + @"\\grupno.txt");

dgr7 = grpnu.ReadLine();

while (dgr7 != null)
{

```

```
frm2.grpno[a7] = Convert.ToInt32(dgr7);

dgr7 = grpnu.ReadLine();

a7 = a7 + 1;

}

grpnu.Close();

dizi = new int[a7];

diziek = new int[a7];

StreamReader grpsüredz = File.OpenText(path1 + @"\"grpsüre.txt");

dgr9 = grpsüredz.ReadLine();

while (dgr9 != null)

{

    dizi[a9] = Convert.ToInt32(dgr9) * adet2;

    diziek[a9] = Convert.ToInt32(dgr9) * adet2;

    frm2.grpsüredizi[a9] = Convert.ToInt32(dgr9) * frm2.onadet[a9];

    dgr9 = grpsüredz.ReadLine();

    a9 = a9 + 1;

}

grpsüredz.Close();

StreamReader isci = File.OpenText(path1 + @"\"işcisay.txt");

dgr6 = isci.ReadLine();

while (dgr6 != null)
```

```

{

    frm2.grpisci[a6] = Convert.ToInt32(dgr6);

    dgr6 = isci.ReadLine();

    a6 = a6 + 1;

}

isci.Close();


StreamReader maske = File.OpenText(path1 + @"\\maske.txt");

dgr8 = maske.ReadLine();

while (dgr8 != null)

{

    frm2.msk[a8] = Convert.ToInt32(dgr8);

    dgr8 = maske.ReadLine();

    a8 = a8 + 1;

}

maske.Close();

listBox1.Items.Clear();

}

catch { }

int k = 0, top = 0;

```

```

//-----montaj öncesi verim-----

string[] calisma = new string[100];

try

{

    int eb2, ek2, z2, t2;

    do

    {

        eb2 = enbüyük(dizi);

        t2 = enbüyük(k(dizi);

        ek2 = enküçük(dizi);

        z2 = enküçük(k(dizi);

        if (eb2 > ek2 + 300)

        {

            //for (int i = 0; i < dizi.Length; i++)

            //{

            //    dizi[i] = dizi[i] - ek2;

            //}

            dizi[t2] = (eb2 + ek2) / 2;

```

```

dizi[z2] = (eb2 + ek2) / 2;

calisma[z2] = calisma[z2] + (t2 + 1) + ". Hatta " + (eb2 - ek2) / 2 + " s ";

for (int i = 0; i < dizi.Length; i++)

{

    if (dizi[i] == ek2)

    {

        eb2 = enbüyük(dizi);

        t2 = enbüyük(dizi);

        z2 = i;

        dizi[t2] = (eb2 + ek2) / 2;

        dizi[z2] = (eb2 + ek2) / 2;

        calisma[z2] = calisma[z2] + (t2 + 1) + ". Hatta " + (eb2 - ek2) / 2 + " s ";

    }

}

//diziek[z2] = diziek[z2] + (eb2 - ek2);

//diziek[t2] = diziek[z2] - (eb2 - ek2);

}

```

```
} while (eb2 > ek2 + 300);

adet = Convert.ToInt32(textBox1.Text);

int max = dizi[0];

for (int i = 0; i < dizi.Length; i++)

{

    listBox1.Items.Add(dizi[i].ToString());

    if (max < dizi[i])

    {

        max = dizi[i];

    }

}

double verim2 = 0, toplam2 = 0, max2 = max;

for (int i = 0; i < dizi.Length; i++)

{

    toplam2 = toplam2 + dizi[i] / max2;

}

verim2 = (toplam2 / dizi.Length) * 100;
```

```

//-----mnt hatti-----

a1 = 0; a2 = 0; a3 = 0; a4 = 0; a5 = 0; a66 = 0;

StreamReader isög = File.OpenText(path2 + @"\"isogesi.txt");

dgr1 = isög.ReadLine();

while (dgr1 != null)

{

    frm3.mntisog[a1] = dgr1;

    dgr1 = isög.ReadLine();

    a1 = a1 + 1;

}

isög.Close();

StreamReader sure = File.OpenText(path2 + @"\"süre.txt");

dgr2 = sure.ReadLine();

while (dgr2 != null)

{

    frm3.mntsure[a2] = Convert.ToInt32(dgr2);

    dgr2 = sure.ReadLine();

    a2 = a2 + 1;

}

sure.Close();

StreamReader ısci = File.OpenText(path2 + @"\"işcisay.txt");

```

```

dgr6 = ısci.ReadLine();

while (dgr6 != null)

{

    frm3.mntisci[a66] = Convert.ToInt32(dgr6);

    dgr6 = ısci.ReadLine();

    a66 = a66 + 1;

}

ısci.Close();

//-----listeleme-----

double verim, x, y, z;

int[] sürex = new int[1000];

int[] ist = new int[1000];

int toplam = 0, cevrim = 0, d = 0, t = 0, s = 0, eb = 0;

adet = 0;

cevrim = Convert.ToInt32(textBox2.Text);

adet = Convert.ToInt32(textBox1.Text);


int mnteb = frm3.mntsure[0];

for (int i = 0; i < a2; i++)

{

    if (mnteb < frm3.mntsure[i])

```

```

        mnteb = frm3.mntsure[i];

    }

    if (cevrin < mnteb)

        cevrin = mnteb;

    int[] istasyonisci = new int[1000];

    int istsyn = 1, topisci = 0;

    for (int i = 0; i < frm3.mntisci.Length; i++)

    {

        ist[i] = i + 1;

        t = t + frm3.mntsure[i];

        toplam = toplam + frm3.mntsure[i];

        if (toplam > cevrin)

        {

            istasyonisci[d] = istsyn;

            istsyn = 1;

            ist[i] = 0;

            sürex[d] = toplam - frm3.mntsure[i];

            s = s + sürex[d];

            d = d + 1;

```

```
        toplam = frm3.mntsüre[i];

    }

    if (frm3.mntisci[i] > 1)
    {
        istsyn = frm3.mntisci[i];
        istasyonisci[d] = istsyn;
    }

}

listBox2.Items.Clear();

sürex[d] = t - s;

istasyonisci[d] = istsyn;

double top2 = 0, top3 = 0;

//x = Convert.ToDouble(cevrim);

y = Convert.ToDouble(d);
```

```
z = Convert.ToDouble(t);

eb = sürex[0];

for (int i = 1; i < d+1; i++)

{

    if (eb < sürex[i])

        eb = sürex[i];

}

x = Convert.ToDouble(eb);

//int k = 0;

int hatsay = 0;

string hatlar = "";

if (cb1.Checked)

{

    hatsay = hatsay + 1;

    hatlar = hatlar + "1. ";

}

if (cb2.Checked)

{

    hatsay = hatsay + 1;
```

```
        hatlar = hatlar + "2. ";  
  
    }  
  
    if (cb3.Checked)  
  
    {  
  
        hatsay = hatsay + 1;  
  
        hatlar = hatlar + "3. ";  
  
    }  
  
    if (cb4.Checked)  
  
    {  
  
        hatsay = hatsay + 1;  
  
        hatlar = hatlar + "4. ";  
  
    }  
  
    if (cb5.Checked)  
  
    {  
  
        hatsay = hatsay + 1;  
  
        hatlar = hatlar + "5. ";  
  
    }  
  
    adet = adet / hatsay;  
  
  
    listBox2.Items.Add(hatlar + "Hatlarda Üretim... ADET " + adet.ToString());
```

```

listBox2.Items.Add("1. istasyon " + istasyonisci[0] + " işçi");

for (int i = 0; i < istasyonisci.Length; i++)

{

    topisci = topisci + istasyonisci[i];

}


for (int i = 0; i < a1; i++)

{

    listBox2.Items.Add("İşin Adı " + frm3.mntisog[i]);

    if (ist[i + 1] == 0)

    {

        listBox2.Items.Add("toplam süresi " + sürex[k] + " s");

        listBox2.Items.Add(" ");

        listBox2.Items.Add(k + 2 + ".istasyon " + istasyonisci[k+1] + " işçi");

        k = k + 1;

    }

}

```

```

listBox2.Items.Add("toplaml süresi" + sürex[k] + " s");

for (int i = 0; i <= k; i++)

{

    top2 = top2 + sürex[i] / x;

}

top3 = (top2 / (k + 1)) * 100;

dk2 = (eb * adet) / 60;

k = 0;

d = 0;

decimal ye = Convert.ToDecimal(top3);

listBox2.Items.Add("");

listBox2.Items.Add("İdeal çevrim      : " + x.ToString()+" s");

listBox2.Items.Add("Toplam işçi sayısı : " + topisci.ToString());

listBox2.Items.Add("Toplam süre      : " + dk2.ToString() + " min");

listBox2.Items.Add("VERİM          : " + decimal.Round(ye,2));

//-----işlem öncesi llistele-----

int v = 0;

adet = Convert.ToInt32(textBox1.Text);

listBox1.Items.Clear();

for (int i = 0; i < a9; i++)

{

```

```

v = v + frm2.grpisci[i];

listBox1.Items.Add(frm2.onadet[i] * adet + " adet " + grpadi[i] + " " +
(frm2.grpsüredizi[i] * adet) + " sn" + " işçi sayısı " + frm2.grpisci[i] + " ( " +
dizi[i].ToString()+" s)");

}

j = 0;

decimal ve = Convert.ToDecimal(verim2);

dk = max / 60;

listBox1.Items.Add("Çevrim      :" + max.ToString()+" s");

listBox1.Items.Add("Toplam işçi sayısı :" + v.ToString());

listBox1.Items.Add("Toplam süre      :" + dk.ToString() + " min");

listBox1.Items.Add("VERİM      :" + decimal.Round(ve,2));

for (int i = 0; i < dizi.Length; i++)

{

    if (calisma[i] == null)

        listBox1.Items.Add(i + 1 + ". işçi " + dizi[i]);

    else

        listBox1.Items.Add(i+1+" . İşçi "+calisma[i]);

}

}

```

```

catch

{

    MessageBox.Show("Adet/Cevrim Girilmedi...Lütfen Tekrar
Deneyin","uyarı",MessageBoxButtons.OK,MessageBoxIcon.Warning);

}

}

private void btnfrkl_Click(object sender, EventArgs e)

{

    try

    {

        if (comboBox1.Text != "")

        {

            StreamWriter dismi = File.AppendText("C:\\montaj\\dosyaismi.txt");

            dismi.WriteLine(comboBox1.Text);

            dismi.Close();

            comboBox1.Items.Add(comboBox1.Text);

            string newpath = "c:\\montaj" + "\\" + comboBox1.Text;

            Directory.CreateDirectory(newpath);

            string newpath1 = newpath + @"\\islemöncesi";

            string newpath2 = newpath + @"\\montajhattı";

            Directory.CreateDirectory(newpath1);

```

```

Directory.CreateDirectory(newpath2);

File.Copy(path1 + @"\\adet.txt", newpath1 + @"\\adet.txt");

File.Copy(path1 + @"\\ardil.txt", newpath1 + @"\\ardil.txt");

File.Copy(path1 + @"\\grpsüre.txt", newpath1 + @"\\grpsüre.txt");

File.Copy(path1 + @"\\grupno.txt", newpath1 + @"\\grupno.txt");

File.Copy(path1 + @"\\isogesi.txt", newpath1 + @"\\isogesi.txt");

File.Copy(path1 + @"\\işcisay.txt", newpath1 + @"\\işcisay.txt");

File.Copy(path1 + @"\\işinadı.txt", newpath1 + @"\\işinadı.txt");

File.Copy(path1 + @"\\maske.txt", newpath1 + @"\\maske.txt");

File.Copy(path1 + @"\\öncül.txt", newpath1 + @"\\öncül.txt");

File.Copy(path1 + @"\\süre.txt", newpath1 + @"\\süre.txt");

File.Copy(path2 + @"\\ardıl.txt", newpath2 + @"\\ardıl.txt");

File.Copy(path2 + @"\\isogesi.txt", newpath2 + @"\\isogesi.txt");

//File.Copy(path2 + @"\\parca.txt", newpath2 + @"\\parca.txt");

File.Copy(path2 + @"\\işcisay.txt", newpath2 + @"\\işcisay.txt");

File.Copy(path2 + @"\\öncül.txt", newpath2 + @"\\öncül.txt");

File.Copy(path2 + @"\\süre.txt", newpath2 + @"\\süre.txt");

MessageBox.Show("yeni dosya adı :" + comboBox1.Text);

}

else { MessageBox.Show("Dosya Adı Girilmedi...", "uyarı",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error); }

```

```

    }

    catch

    {

        MessageBox.Show("Kayıt
Bulunamadı...", "uyarı", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);

    }

}

private void button11_Click(object sender, EventArgs e)

{

    Form5 frm5 = new Form5();

    frm5.ShowDialog();

}

private void button12_Click(object sender, EventArgs e)

{

    if (comboBox1.Text != "")

    {

        string newpath1 = "c:\\montaj" + "\\ " + comboBox1.Text + "\\ " + "islemöncesi";

        string newpath2 = "c:\\montaj" + "\\ " + comboBox1.Text + "\\ " + "montajhattı";

        if (MessageBox.Show(comboBox1.Text + " DOSYASINI SİL", "",
MessageBoxButtons.YesNo, MessageBoxIcon.Warning) == DialogResult.Yes)

```

```

{

File.Delete(newpath1 + @"\adet.txt");

File.Delete(newpath1 + @"\ardil.txt");

File.Delete(newpath1 + @"\isogesi.txt");

File.Delete(newpath1 + @"\grpsüre.txt");

File.Delete(newpath1 + @"\grupno.txt");

File.Delete(newpath1 + @"\işcisay.txt");

File.Delete(newpath1 + @"\işinadı.txt");

File.Delete(newpath1 + @"\maske.txt");

File.Delete(newpath1 + @"\öncül.txt");

File.Delete(newpath1 + @"\süre.txt");

File.Delete(newpath2 + @"\ardıl.txt");

File.Delete(newpath2 + @"\isogesi.txt");

File.Delete(newpath2 + @"\işcisay.txt");

File.Delete(newpath2 + @"\öncül.txt");

File.Delete(newpath2 + @"\parca.txt");

File.Delete(newpath2 + @"\süre.txt");

Directory.Delete(newpath1);

Directory.Delete(newpath2);

Directory.Delete("C:\\montaj\\" + comboBox1.Text);

comboBox1.Items.Remove(comboBox1.Text);

```

```
File.Delete("C:\\montaj\\dosyaismi.txt");

StreamWriter dismi = File.AppendText("C:\\montaj\\dosyaismi.txt");

for (int i = 0; i < comboBox1.Items.Count; i++)

{

    dismi.WriteLine(comboBox1.Items[i]);

}

dismi.Close();

}

}

else { MessageBox.Show("Dosya Adı Girilmedi...", "uyarı", MessageBoxButtons.OK,
MessageBoxIcon.Error); }

}

}

}
```

FORM2 İŞLEM ÖNCESİ

```
using System;

using System.Collections.Generic;

using System.ComponentModel;

using System.Data;

using System.Drawing;

using System.Text;

using System.Windows.Forms;

using System.IO;

namespace montaj_hatti

{

    public partial class Form2 : Form

    {

        protected override void OnClosed(EventArgs e)

        {

            frm1.Visible = true;

            base.OnClosed(e);

        }

    }

}
```

```
Form1 frm1 = new Form1();

public Form2(Form1 frm1)
{
    this.frm1 = frm1;

    InitializeComponent();
}

private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
{
    frm1.Visible = true;

    this.Visible = false;

    for (int i = 0; i < x; i++)
    {
        StreamWriter isog = File.AppendText(frm1.path1 + @"\isogesi.txt");

        isog.WriteLine(onisog[i]);

        isog.Close();

        StreamWriter süre = File.AppendText(frm1.path1 + @"\süre.txt");

        süre.WriteLine(onsure[i]);

        süre.Close();

        StreamWriter öncül = File.AppendText(frm1.path1 + @"\öncül.txt");

        öncül.WriteLine(ononcul[i]);

        öncül.Close();
    }
}
```

```

StreamWriter ardil = File.AppendText(frm1.path1 + @"\\ardil.txt");

ardil.WriteLine(onardil[i]);

ardil.Close();

}

for (int i = 0; i < c; i++)

{

    StreamWriter grpadet = File.AppendText(frm1.path1 + @"\\adet.txt");

    grpadet.WriteLine(onadet[i]);

    grpadet.Close();

    StreamWriter isci = File.AppendText(frm1.path1 + @"\\işcisay.txt");

    isci.WriteLine(grpisci[i]);

    isci.Close();

    StreamWriter grpnu = File.AppendText(frm1.path1 + @"\\grupno.txt");

    grpnu.WriteLine(grpno[i]);

    grpnu.Close();

    StreamWriter isadi = File.AppendText(frm1.path1 + @"\\işinadı.txt");

    isadi.WriteLine(isinadi[i]);

    isadi.Close();

}

for (int i = 0; i < x + c; i++)

```

```

{

    StreamWriter maske = File.AppendText(frm1.path1 + @"\\maske.txt");

    maske.WriteLine(msk[i]);

    maske.Close();

}

for (int i = 0; i < k; i++)

{

    StreamWriter grpsüre = File.AppendText(frm1.path1 + @"\\grpsüre.txt");

    grpsüre.WriteLine(grpsüredizi[i]);

    grpsüre.Close();

}

}

public string[] onisog = new string[1000];

public int[] onsure = new int[1000];

public int[] ononcul = new int[1000];

public int[] onardil = new int[100];

public int[] grpsüredizi = new int[1000];

public int x = 0;

private void btnekle_Click(object sender, EventArgs e)

```

```

{

    try

    {

        onisog[x] = textBox1.Text;

        onsure[x] = Convert.ToInt32(textBox2.Text);

        ononcul[x] = Convert.ToInt32(textBox3.Text);

        onardil[x] = Convert.ToInt32(textBox4.Text);

        x = x + 1;

        textBox1.Clear();

        textBox2.Clear();

        textBox3.Clear();

        textBox4.Clear();

    }

    catch

    {

        MessageBox.Show("Hatalı Giriş... Lütfen Tekrar Deneyin", "uyarı",
        MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);

    }

}

public int[] onadet = new int[100];

public int[] grpisci = new int[100];

public int[] grpno = new int[100];

```

```
public int[] msk = new int[10000];

public string[] isinadi = new string[100];

int a = 2, b2 = 0, c = 0;

private void btnnext_Click(object sender, EventArgs e)

{

    try

    { msk[x - 1] = 1;

        isinadi[b2]=textBox6.Text;

        onadet[b2] = Convert.ToInt32(adet.Text);

        grpisci[b2] = Convert.ToInt32(textBox5.Text);

        b2 = b2 + 1;

        groupBox1.Text = a.ToString() + ". İş Grubu";

        a = a + 1;

        grpno[b2] =b2 + 1;

        textBox5.Clear();

        adet.Clear();

        textBox6.Clear();

    }
```

```

catch

{

    MessageBox.Show("Hatalı Giriş... Lütfen Tekrar
Deneyin","uyarı",MessageBoxButtons.OK,MessageBoxIcon.Error);

}

grpno[c] = c + 1;

c = c + 1;

}

public int k = 0;

private void button1_Click(object sender, EventArgs e)

{

    listBox1.Items.Clear();

    int top = 0; k = 0;

    listBox1.Items.Add(grpno[k] + ". Grup" + " İşin adı " + isinadi[k]+ " İşçi sayısı " +
grpisci[k] + " " + onadet[k] + " Adet");

    for (int i = 0; i < x; i++)

    {

        listBox1.Items.Add("İşlem "+onisog[i] + " Süresi " + onsure[i]+" s");

        top = top + onsure[i];

        if (msk[i] != 0)

        {

```

```

        grpsüredizi[k]=top;

        //StreamWriter grpsüre = File.AppendText(frm1.path1 + "grpsüre.txt");

        //grpsüre.WriteLine(grpsüredizi[k]);

        //grpsüre.Close();

        k = k + 1;

        listBox1.Items.Add(" Toplam süre "+top.ToString());

        listBox1.Items.Add(grpno[k] + ". Grup" + " İşin adı " + isinadi[k] + " İşçi sayısı "
+ grpisci[k] + " " + onadet[k] + " Adet");

        top = 0;

    }

}

}

public int w;

bool sec = false;

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)

{

    try

    {

        if (don)

        {

            isinadi[w] = textBox6.Text;

```

```

onadet[w] = Convert.ToInt32(adet.Text);

grpisci[w] = Convert.ToInt32(textBox5.Text);

textBox5.Clear();

textBox6.Clear();

adet.Clear();

don = false;

}

listBox1.Items.Clear();

for (int i = 0; i < c; i++)

{

    listBox1.Items.Add(grpno[i] + ". Grup" + " İşin adı " + isinadi[i] + " İşci sayısı "
+ grpisci[i] + " " + onadet[i] + " Adet");

}

sec = true;

}

catch {
MessageBox.Show("Listele","uyan",MessageBoxButtons.OK,MessageBoxIcon.Warning); }

}

private void button3_Click(object sender, EventArgs e)

{

    try

```

```

{

    if (don)

    {

        onisog[w] = textBox1.Text;

        onsure[w] = Convert.ToInt32(textBox2.Text);

        ononcul[w] = Convert.ToInt32(textBox3.Text);

        onadet[w] = Convert.ToInt32(textBox4.Text);

        textBox1.Clear();

        textBox2.Clear();

        //textBox3.Clear();

        //textBox4.Clear();

        don = false;

    }


    listBox1.Items.Clear();

    for (int i = 0; i < x; i++)

    {

        listBox1.Items.Add("İşlem " + onisog[i] + " Süresi " + onsure[i]);

    }

    sec = false;

```

```

    }

    catch { MessageBox.Show("Listele", "uyarı", MessageBoxButtons.OK,
        MessageBoxIcon.Warning); ; }

}

bool don = false;

private void listBox1_DoubleClick(object sender, EventArgs e)

{

    try

    {

        w = listBox1.SelectedIndex;

        if (sec)

        {

            textBox6.Text = isinadi[w].ToString();

            adet.Text = onadet[w].ToString();

            textBox5.Text = grpisci[w].ToString();

            don = true;

        }

        else

        {

            textBox1.Text = onisog[w].ToString();

            textBox2.Text = onsure[w].ToString();

```

```
        textBox3.Text = ononcul[w].ToString();

        textBox4.Text = onardil[w].ToString();

        don = true;

    }

}

catch { }

}

}

}
```

FORM3 MONTAJ HATTI

```
using System;

using System.Collections.Generic;

using System.ComponentModel;

using System.Data;

using System.Drawing;
```

```
using System.Text;

using System.Windows.Forms;

using System.IO;

namespace montaj_hattı
{

    public partial class Form3 : Form
    {

        protected override void OnClosed(EventArgs e)
        {

            frm1.Visible = true;

            base.OnClosed(e);

        }

        Form1 frm1 = new Form1();

        public Form3(Form1 frm1)
        {

            this.frm1 = frm1;

            InitializeComponent();

        }

        int a = 0;
```

```

private void button4_Click(object sender, EventArgs e)
{
    frm1.Visible = true;

    this.Visible = false;

    for (int i = a; i < x; i++)
    {
        StreamWriter isöge = File.AppendText(frm1.path2 + @"\"isogesi.txt");

        isöge.WriteLine(mntisog[i]);

        isöge.Close();

        StreamWriter süre = File.AppendText(frm1.path2 + @"\"süre.txt");

        süre.WriteLine(mntsüre[i]);

        süre.Close();

        for (int j = 0; j < 5; j++)
        {
            StreamWriter öncül = File.AppendText(frm1.path2 + @"\"öncül.txt");

            öncül.WriteLine(mntoncul[i,j]);

            öncül.Close();

            StreamWriter ardil = File.AppendText(frm1.path2 + @"\"ardıl.txt");

            ardil.WriteLine(mntardil[i,j]);

            ardil.Close();
        }
    }
}

```

```

        //StreamWriter parca = File.AppendText(frm1.path2 + @"\\parca.txt");

        //parca.WriteLine(mntprca[i]);

        //parca.Close();

        StreamWriter isci = File.AppendText(frm1.path2 + @"\\işcisay.txt");

        isci.WriteLine(mntisci[i]);

        isci.Close();

        a = x;

    }

}

public string[] mntisog = new string[1000];

public int[] mntsure = new int[1000];

public int[,] mntoncul = new int[1000,5];

public int[,] mntardil = new int[1000,5];

//public int[] mntprca = new int[49];

public int[] mntisci = new int[1000];

public int x = 0;

private void button1_Click(object sender, EventArgs e)

{

    try

    {

```

```

mntisog[x] = textBox1.Text;

mntsure[x] = Convert.ToInt32(textBox2.Text);

mntoncul[x,0] = Convert.ToInt32(tbon1.Text);

mntoncul[x,1] = Convert.ToInt32(tbon2.Text);

mntoncul[x,2] = Convert.ToInt32(tbon3.Text);

mntoncul[x,3] = Convert.ToInt32(tbon4.Text);

mntoncul[x,4] = Convert.ToInt32(tbon5.Text);

mntardil[x,0] = Convert.ToInt32(tbar1.Text);

mntardil[x,1] = Convert.ToInt32(tbar2.Text);

mntardil[x,2] = Convert.ToInt32(tbar3.Text);

mntardil[x,3] = Convert.ToInt32(tbar4.Text);

mntardil[x,4] = Convert.ToInt32(tbar5.Text);

////mntprca[x] = Convert.ToInt32(textBox5.Text);

mntisci[x] = Convert.ToInt32(textBox6.Text);

x = x + 1;

textBox1.Clear();

textBox2.Clear();

tbon1.Clear();

tbar1.Clear();

//textBox5.Clear();

```

```
textBox6.Clear();

}

catch

{

    MessageBox.Show("Hatalı Giriş... Lütfen Tekrar Deneyin", "uyarı",
    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);

}

}

private void button3_Click(object sender, EventArgs e)

{

    listBox1.Items.Clear();

    for (int i = 0; i < x; i++)

    {

        listBox1.Items.Add("İşin Adı "+mntisog[i] + " süresi " + mntsure[i]+" s");

    }

}
```

```
private void Form3_Load(object sender, EventArgs e)

{

}

public int w;

private void listBox1_DoubleClick(object sender, EventArgs e)

{

    try

    {

        w = listBox1.SelectedIndex;

        textBox1.Text = mntisog[w].ToString();

        textBox2.Text = mntsure[w].ToString();

        tbon1.Text = mntoncul[w,0].ToString();

        tbon2.Text = mntoncul[w,1].ToString();

        tbon3.Text = mntoncul[w,2].ToString();

        tbon4.Text = mntoncul[w,3].ToString();

        tbon5.Text = mntoncul[w,4].ToString();

        tbar1.Text = mntardil[w,0].ToString();

        tbar2.Text = mntardil[w,1].ToString();

        tbar3.Text = mntardil[w,2].ToString();
```

```

tbar4.Text = mntardil[w,3].ToString();

tbar5.Text = mntardil[w,4].ToString();

//textBox5.Text = mntprca[w].ToString();

textBox6.Text = mntisci[w].ToString();

}

catch { }

}

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)

{

    try

    {

        mntisog[w] = textBox1.Text;

        mntsure[w] = Convert.ToInt32(textBox2.Text);

        mntoncul[x, 0] = Convert.ToInt32(tbon1.Text);

        mntoncul[x, 1] = Convert.ToInt32(tbon2.Text);

        mntoncul[x, 2] = Convert.ToInt32(tbon3.Text);

        mntoncul[x, 3] = Convert.ToInt32(tbon4.Text);

        mntoncul[x, 4] = Convert.ToInt32(tbon5.Text);

        mntardil[x, 0] = Convert.ToInt32(tbar1.Text);

```

```

mntardil[x, 1] = Convert.ToInt32(tbar2.Text);

mntardil[x, 2] = Convert.ToInt32(tbar3.Text);

mntardil[x, 3] = Convert.ToInt32(tbar4.Text);

mntardil[x, 4] = Convert.ToInt32(tbar5.Text);

//mntprca[w] = Convert.ToInt32(textBox5.Text);

mntisci[w] = Convert.ToInt32(textBox6.Text);

textBox1.Clear();

textBox2.Clear();

tbon1.Clear();

tbar1.Clear();

//textBox5.Clear();

textBox6.Clear();

}

catch

{

    MessageBox.Show("Hatalı Giriş... Lütfen Tekrar Deneyin", "uyarı",
    MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);

}

}

private void groupBox1_Enter(object sender, EventArgs e)

```

```
{  
  
  
}  
  
}  
}
```

FORM4 GANTT

```
using System;  
  
using System.Collections.Generic;  
  
using System.ComponentModel;  
  
using System.Data;  
  
using System.Drawing;  
  
using System.Text;  
  
using System.Windows.Forms;  
  
using System.IO;  
  
using System.Drawing.Printing;  
  
namespace montaj_hatti  
{
```

```
public partial class Form4 : Form

{

    protected override void OnClosed(EventArgs e)

    {

        frm1.Visible = true;

        base.OnClosed(e);

    }

    Form1 frm1 = new Form1();

    public Form4(Form1 frm1)

    {

        this.frm1 = frm1;

        InitializeComponent();

    }

    private void button4_Click(object sender, EventArgs e)

    {

        frm1.Visible = true;

        this.Visible = false;

    }

    public int a1, a2, a3;

    public string dgr1,dgr2,dgr3;
```

```

public string[] alisim=new string[49];

public int[] alislem = new int[49];

public int[] almnthattu = new int[49];

private void Form4_Load(object sender, EventArgs e)
{
    //this.Capture("Gantt..");

    try
    {
        StreamReader alisimac = File.OpenText("C:\\montaj\\alisim.txt");

        dgr1 = alisimac.ReadLine();

        while (dgr1 != null)
        {
            alisim[a1] = dgr1;

            dgr1 = alisimac.ReadLine();

            a1 = a1 + 1;
        }

        alisimac.Close();

        StreamReader alislemac = File.OpenText("C:\\montaj\\alislem.txt");

        dgr2 = alislemac.ReadLine();

        while (dgr2 != null)
        {

```

```

        alislem[a2] = Convert.ToInt32(dgr2);

        dgr2 = alislemac.ReadLine();

        a2 = a2 + 1;

    }

    alislemac.Close();

    StreamReader almnthattiac = File.OpenText("C:\\montaj\\almnthatti.txt");

    dgr3 = almnthattiac.ReadLine();

    while (dgr3 != null)

    {

        almnthattu[a3] = Convert.ToInt32(dgr3);

        dgr3 = almnthattiac.ReadLine();

        a3 = a3 + 1;

    }

    almnthattiac.Close();

    for (int i = 0; i < a1; i++)

    {

        listBox1.Items.Add(alisim[i]+" İşlem :"+alislem[i]+" min Montaj
        :"+almnthattu[i]+" min");

    }

}

catch

```

```
{
    MessageBox.Show("hata oluştu..");
    this.Close();
}

}

private void btnekle_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        int m1 = Convert.ToInt32(textBox1.Text);
        int m2 = Convert.ToInt32(textBox3.Text);
        int ymk = Convert.ToInt32(textBox2.Text);
        //dtbts.Value = dtbts.Value.AddMinutes(m1 + m2);

        int index = listBox1.SelectedIndex;
        int süreislem = alislem[index];
        int süremnt = almnthattu[index];

        TimeSpan baslailsem = dtislem.Value.TimeOfDay;
```

```

TimeSpan bitisislem = dtislem.Value.AddMinutes(süreislem).TimeOfDay;

TimeSpan baslamnt = dtmntj.Value.TimeOfDay;

TimeSpan bitismnt = dtmntj.Value.AddMinutes(süremnt).TimeOfDay;

listBox2.Items.Add(alisim[index]);

listBox2.Items.Add("Başl: İşlem " + dtislem.Value.ToString() + " Montaj " +
dtmntj.Value.ToString());

if (bitisislem >= dtislem.Value.TimeOfDay && bitisislem <=
dtml1.Value.TimeOfDay)

    süreislem = süreislem;

else if (süreislem >= 480)

    süreislem = süreislem + 960;

else if (bitisislem > dtbts.Value.TimeOfDay)

    süreislem = süreislem + 870;

else if (bitisislem >= dtml2.Value.TimeOfDay && bitisislem <=
dtbts.Value.TimeOfDay)

    süreislem = süreislem + m2;

else if (bitisislem >= dtymk.Value.AddMinutes(60).TimeOfDay && bitisislem <=
dtml2.Value.TimeOfDay)

    süreislem = süreislem + ymk;

else if (bitisislem >= dtymk.Value.TimeOfDay && bitisislem <=
dtymk.Value.AddMinutes(60).TimeOfDay)

    süreislem = süreislem + ymk;

```

```

else if (bitislem >= dtml1.Value.TimeOfDay && bitislem <=
dtymk.Value.TimeOfDay)

```

```

    süreislem = süreislem + m1;

```

```

string kontislem = dtislem.Value.AddMinutes(süreislem).Date.ToString();

```

```

for (int i = 0; i < listBox3.Items.Count; i++)

```

```

{

```

```

    if (kontislem == listBox3.Items[i].ToString())

```

```

    {

```

```

        süreislem = süreislem + 1440;

```

```

        kontislem = dtislem.Value.AddMinutes(süreislem).Date.ToString();

```

```

    }

```

```

}

```

```

if (bitismnt >= dtmntj.Value.TimeOfDay && bitismnt <= dtml1.Value.TimeOfDay)

```

```

    süremnt = süremnt;

```

```

else if (süremnt >= 480)

```

```

    süremnt = süremnt + 960;

```

```

else if (bitismnt > dtbts.Value.TimeOfDay)

```

```

    süremnt = süremnt + 870;

```

```

else if (bitismnt >= dtml2.Value.TimeOfDay && bitismnt <=
dtbts.Value.TimeOfDay)

```

```
süremnt = süremnt + m2;
```

```
else if (bitismnt >= dtymk.Value.AddMinutes(60).TimeOfDay && bitismnt <=
dtml2.Value.TimeOfDay)
```

```
süremnt = süremnt;
```

```
else if (bitismnt >= dtymk.Value.TimeOfDay && bitismnt <=
dtymk.Value.AddMinutes(60).TimeOfDay)
```

```
süremnt = süremnt + ymk;
```

```
else if (bitismnt >= dtml1.Value.TimeOfDay && bitismnt <=
dtymk.Value.TimeOfDay)
```

```
süremnt = süremnt + m1;
```

```
string kontmnt = dtmntj.Value.AddMinutes(süremnt).Date.ToString();
```

```
for (int i = 0; i < listBox3.Items.Count; i++)
```

```
{
```

```
if (kontmnt == listBox3.Items[i].ToString())
```

```
{
```

```
süremnt = süremnt + 1440;
```

```
kontmnt = dtmntj.Value.AddMinutes(süremnt).Date.ToString();
```

```
}
```

```
}
```

```
bitisilem = dtislem.Value.AddMinutes(süreisleml).TimeOfDay;
```

```
bitismnt = dtmntj.Value.AddMinutes(süremnt).TimeOfDay;
```

```

        dtislem.Value = dtislem.Value.AddMinutes(süreislem);

        dtmntj.Value = dtmntj.Value.AddMinutes(süremnt);

        listBox2.Items.Add("Bitiş: İşlem " + dtislem.Value.ToString() + " Montaj " +
        dtmntj.Value.ToString());

    }

    catch { }

}

private void listBox3_DoubleClick(object sender, EventArgs e)

{

    int ind = listBox3.SelectedIndex;

    listBox3.Items.Remove(listBox3.Items[ind]);

}

private void button1_Click(object sender, EventArgs e)

{

    listBox3.Items.Add(dtizin.Value.Date);

}

private static StreamReader dosyaAkimi;

private void button3_Click(object sender, EventArgs e)

```

```
{  
  
    StreamWriter islem = File.CreateText("C:\\montaj\\yazdir.txt");  
  
    islem.Close();  
  
    for (int i = 0; i < listBox2.Items.Count; i++)  
    {  
  
        StreamWriter islem2 = File.AppendText("C:\\montaj\\yazdir.txt");  
  
        islem2.WriteLine(listBox2.Items[i]);  
  
        islem2.Close();  
    }  
  
  
    dosyaAkimi = new System.IO.StreamReader("C:\\montaj\\yazdir.txt");  
  
    PrintDocument PD = new PrintDocument();  
  
    PD.PrintPage += new PrintPageEventHandler(OnPrintDocument);  
  
  
    PrintDialog pdialog = new PrintDialog();  
  
    pdialog.Document = PD;  
  
  
    if (pdialog.ShowDialog() == DialogResult.OK)  
    {  
  
        if (pdialog.Document != null)
```

```

        PD.Print();

    }

    dosyaAkimi.Close();

}

private void OnPrintDocument(object sender, PrintPageEventArgs e)
{

    Font font = new Font("Verdana", 11);

    float yPozisyon = 0; int LineCount = 0;

    float leftMargin = e.MarginBounds.Left;

    float topMargin = e.MarginBounds.Top;

    string line = null;

    float SayfaBasinaDusenSatir = e.MarginBounds.Height / font.GetHeight();

    while (((line = dosyaAkimi.ReadLine()) != null) && LineCount <
SayfaBasinaDusenSatir)
    {

        yPozisyon = topMargin + (LineCount * font.GetHeight(e.Graphics));

```

```
e.Graphics.DrawString(line, font, Brushes.Black, leftMargin, yPozisyon);

LineCount++;

}

if (line == null)

    e.HasMorePages = false;

else

    e.HasMorePages = true;

//File.Delete("C:\\montaj\\yazdır.txt");

}

private void button2_Click(object sender, EventArgs e)

{

    try

    {

        int a = listBox1.Items.Count;

        int x = listBox1.SelectedIndex;

        alisim[x] = "";

        alislem[x] = 0;

        almnthattu[x] = 0;
```

```

listBox1.Items.Clear();

for (int i = 0; i < a; i++)

{

    if (i != x)

        listBox1.Items.Add(alisim[i] + " İşlem :" + alislem[i] + " min Montaj :" +
almnthattu[i] + " min");

}

File.Delete("C:\\montaj\\alisim.txt");

File.Delete("C:\\montaj\\almnthatti.txt");

File.Delete("C:\\montaj\\alislem.txt");

for (int i = 0; i < a; i++)

{

    StreamWriter alisimd = File.AppendText("C:\\montaj\\alisim.txt");

    if (alisim[i] != "")

        alisimd.WriteLine(alisim[i]);

    alisimd.Close();

    StreamWriter almnthattid = File.AppendText("C:\\montaj\\almnthatti.txt");

    if (almnthattu[i] != 0)

        almnthattid.WriteLine(almnthattu[i]);

    almnthattid.Close();

    StreamWriter alislemd = File.AppendText("C:\\montaj\\alislem.txt");

    if (alislem[i] != 0)

```

```

        alislemd.WriteLine(alislem[i]);

        alislemd.Close();

    }

}

catch { }

}

private void button4_Click_1(object sender, EventArgs e)
{
    listBox3.Items.Clear();

}

}

}

```

FORM5 YARDIM

```

using System;

using System.Collections.Generic;

```

```

using System.ComponentModel;

using System.Data;

using System.Drawing;

using System.Text;

using System.Windows.Forms;

namespace montaj_hattı
{

    public partial class Form5 : Form
    {

        public Form5()
        {

            InitializeComponent();

        }

        string[] veri = new string[12];

        private void Form5_Load(object sender, EventArgs e)
        {

            textBox1.Text = "MONTAJ HATTI DENGELEME PROGRAMI....";

            veri[0] = "Montaj hattı dengeleme programı üretim adet ve işçi sayıları dikkate
alınarak montaj hatlarının optimizasyonunda kullanılır.";

            veri[1] = "Üretim yapılacak ürünün adet, çevrim ve montaj hattının seçimi için
kullanılır.";

```

```

veri[2] = "Ürün bilgilerinin kaydının tutulması işlemleri için bu bölüm kullanılır.";

veri[3] = "Üretimin hangi montaj hattında ve kaç hatta üretim yapılacağını belirlemek için kullanılır.";

veri[4] = "İstenilen adet ve çevrim değerleri için dengeleme işlemlerini gerçekleştirir.";

veri[5] = "En büyük süreli iş ögesi ve tüm iş süreleri toplamı arasında kalan bütün verim olasılıklarını hesaplama işlemini gerçekleştirir.";

veri[6] = "Montaj işleminden önce, montajlanacak parçaların montaja hazır hale getirilmeleri gerekmektedir. Bu parçalar ve üzerinde yapılacak işlemler bu bölümde tanımlanır.";

veri[7] = "Montaja hazır hale getirilmiş parçalar üzerinde yapılacak işlemlerin tanımlanması için kullanılır.";

veri[8] = "Bu bölüm üretim adeti belirlenmiş ürünlerin gün içerisinde üretimini planlamak için kullanılır.";

veri[9] = "İşe başlama ve bitiş, mola saatleri ve süreleri gibi bilgiler bu bölümden girilir.İşlem öncesi ve montaj hattı için işe başlama zamanları ayrı ayrı tanımlanabilir. ";

veri[10] = "İzin ve tatil günlerinin belirlenmesi için kullanılır.";

veri[11] = "F1: Yardım      F2: İşlem Öncesi      F3: Montaj Hattı      F4: Gant
CTRL+G: Gelişmiş CTRL+D: Dengele CTRL+P: Yazdır";

}

public int x;

```

```

        private void treeView1_NodeMouseClick(object sender,
TreeNodeMouseClickEventArgs e)

        {

        }

        private void treeView1_AfterSelect(object sender, TreeViewEventArgs e)

        {

            x = Convert.ToInt32(treeView1.SelectedNode.Name);

            textBox1.Text=veri[x];

            x = 0;

        }

    }
}

```

FORM6 TANITIM

```

using System;

using System.Collections.Generic;

```

```
using System.ComponentModel;

using System.Data;

using System.Drawing;

using System.Text;

using System.Windows.Forms;

namespace montaj_hattı
{

    public partial class Form6 : Form
    {

        public Form6()
        {

            InitializeComponent();

        }

        private void Form6_Load(object sender, EventArgs e)
        {

            listBox1.Items.Add("T. C.");

            listBox1.Items.Add("SELÇUK ÜNİVERSİTESİ");

            listBox1.Items.Add("SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ");

            listBox1.Items.Add("İŞLETME ANABİLİM DALI");
```

```

listBox1.Items.Add("      ÜRETİM YÖNETİMİ ve PAZARLAMA BİLİM DALI");

listBox1.Items.Add("");

listBox1.Items.Add("      MONTAJ HATTI DENGELEME PROBLEMLERİ İÇİN");

listBox1.Items.Add("      YENİ MODELLER VE PANEL MOBİLYA");

listBox1.Items.Add("      ÜRETEN BİR İŞLETMEDE BİR UYGULAMA");

listBox1.Items.Add("");

listBox1.Items.Add("      Hazırlayan: Cevdet SAÇLI");

listBox1.Items.Add("      Danışman: Prof. Dr. Mahmut TAKİN");

listBox1.Items.Add("");

listBox1.Items.Add(" Bu program Monta hattı dengeleme problemleri için tasarlanmıştır.");

listBox1.Items.Add("      Konya–2010");

    }

private void listBox1_SelectedIndexChanged(object sender, EventArgs e)

{

}

}

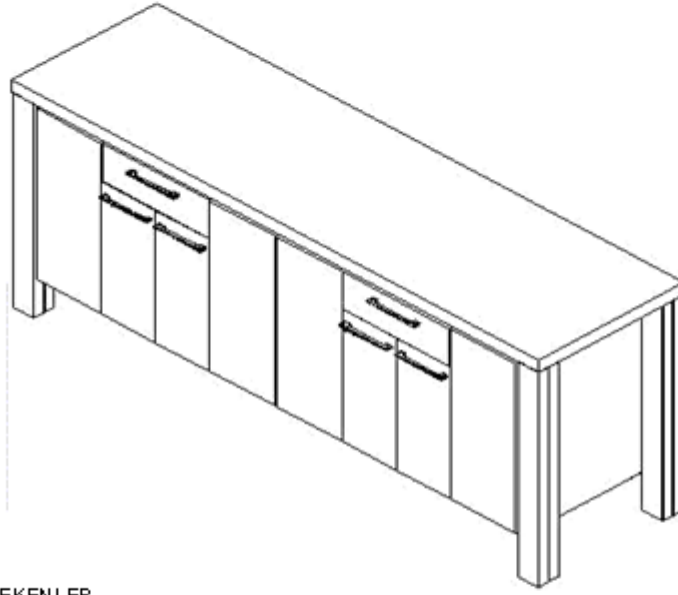
}

```

EK-2
DİLARA KONSOL

1DIL02KN408

- TR DİLARA 4 KAPAKLI ÇEKMECELİ KONSOL
E DİLARA SIDEBORD 4 OPENING DOORS
D DİLARA VITRINE MIT 4 SCHUBKASTEN



BİLMENİZ GEREKENLER

Parça listesini kontrol ediniz.

Kutudan çıkan tüm parça ve aksesuarları listeyi karşılaştırınız. Tam ve sağlam olduğunu saptadıktan sonra montaja başlayınız. Eğer hasarlı ve/veya eksik malzeme çıkarsa; kutunun üzerindeki parti numarası ve ürünün üzerindeki kod numarasıyla beraber satıcı firmaya bildiriniz.

Bu kod numaraları; masa ve sehpalarda yan dlmelerin yere bakan kenar bandına , dolap gövdelerinin; yan tablanın cumba tarafındaki kenar bandına yazılıdır.

*Eğer birden fazla ürün aldıysanız; herhangi bir karışıklığa sebep vermemek için, tek bir ürünün montajını yaptıktan sonra diğer ürüne geçiniz.

*Ürünleri hiçbir zaman sürterek taşımayınız.Ürünü kaldırarak veya sökerek en az iki ile taşıyınız.Uzun mesafeli taşımalarda ürünü mutlaka paket içinde taşıyınız.

*Montaja başlamadan önce; benzer parça ve aksesuarları gruplandırınız.

*Tüm mobilyalar aşırı nem, sıcak ve soğuktan etkilendiklerinden, mobilyanızı bu faktörlerle direk olarak temas ettirmeyiniz. Montaja başlamadan önce her parçayı nemli bir bez ile temizleyiniz.

*Çıkma işlemlerinde, parçaları deliklere hafifçe tiktatarak oturtunuz.

*Mobilyanızı amacı dışında kullanmayınız.

*Temizlik için sadece su ile hafif nemlendirilmiş pamuklu bez kullanınız ve kurulayınız.

*Nakliyede doğabilecek hasar ve kırıklardan firmamız sorumlu değildir.

*Montaj esnasında ve daha sonra kullanıcı hatalarından doğacak hasarlarda üretici firma sorumluluk almamaktadır.

INFORMATION ABOUT MOUNTING CATALOGUE

CHECK THE PARTS-LIST

Compare all parts and accessories in box with the list.

If any equipment is sent or same one is faulty, please inform the seller firm with the part number and product code.

These code numbers are written, where they touch ground of perpendicular of the tables and cupboard.

REQUIREMENTS

*If you have bought more than one product, if avoid any confusion, mount other products after you finished the someone.

*Before you start the mounting, setting the similar parts and accessories.

*As for cleaning, only use dampened cotton material, dry them.

*Mounting the production on the flat place.

1-MONTAGE ANLEITUNG

*Bitte die Teile und Beschläge kontrollieren. Wenn alle Teile, Beschläge in Ordnung sind und die Stückzahlen übereinstimmen, können sie mit der Montage beginnen.

*Falls Teile beschädigt sind oder fehlen bewahren sie die Verpackungs-Nummer auf.

*Bitte benachrichtigen Sie den Händler.

Alle Teile sind mit Seriennummern gekennzeichnet.

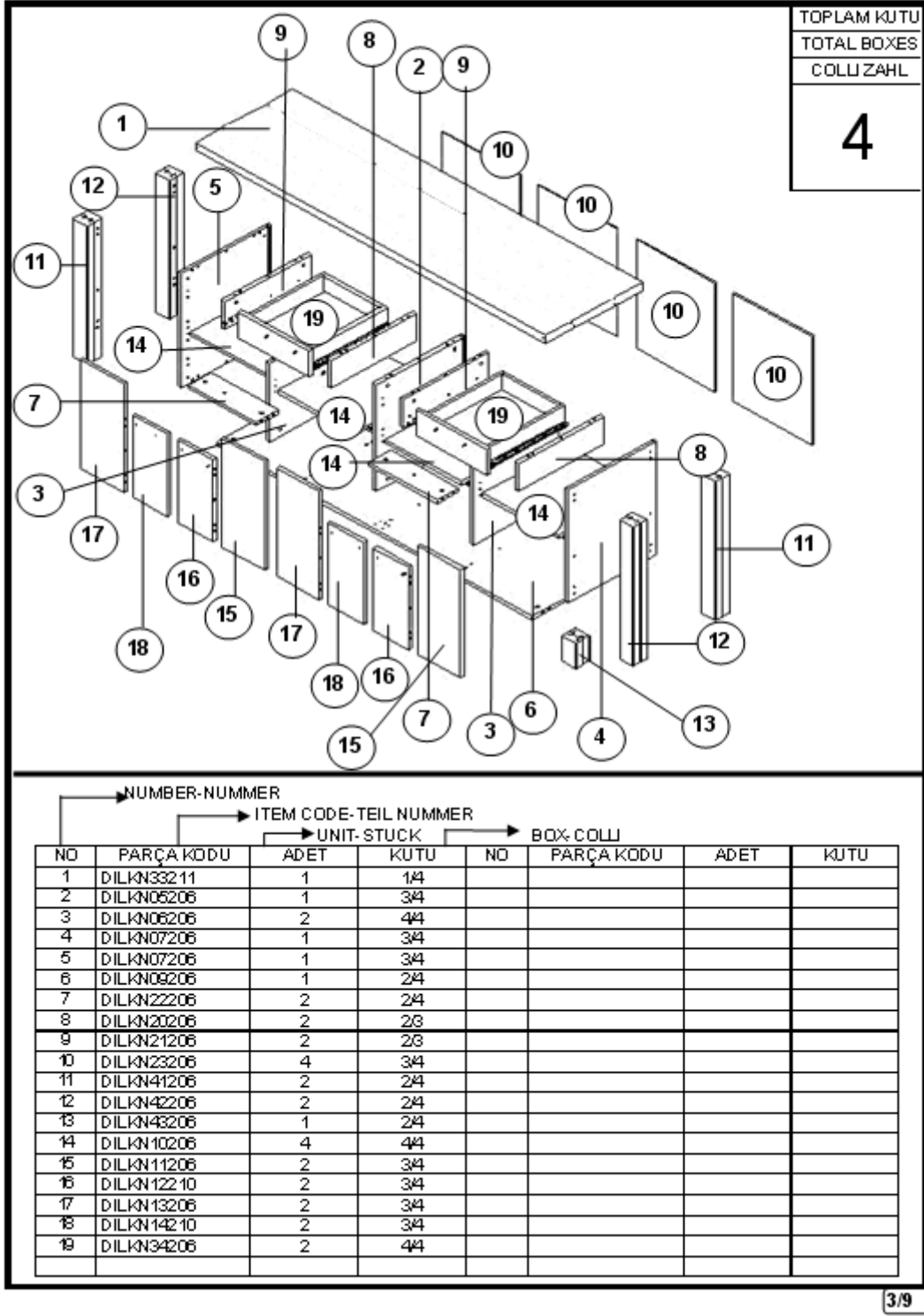
Wichtige Erklärungen

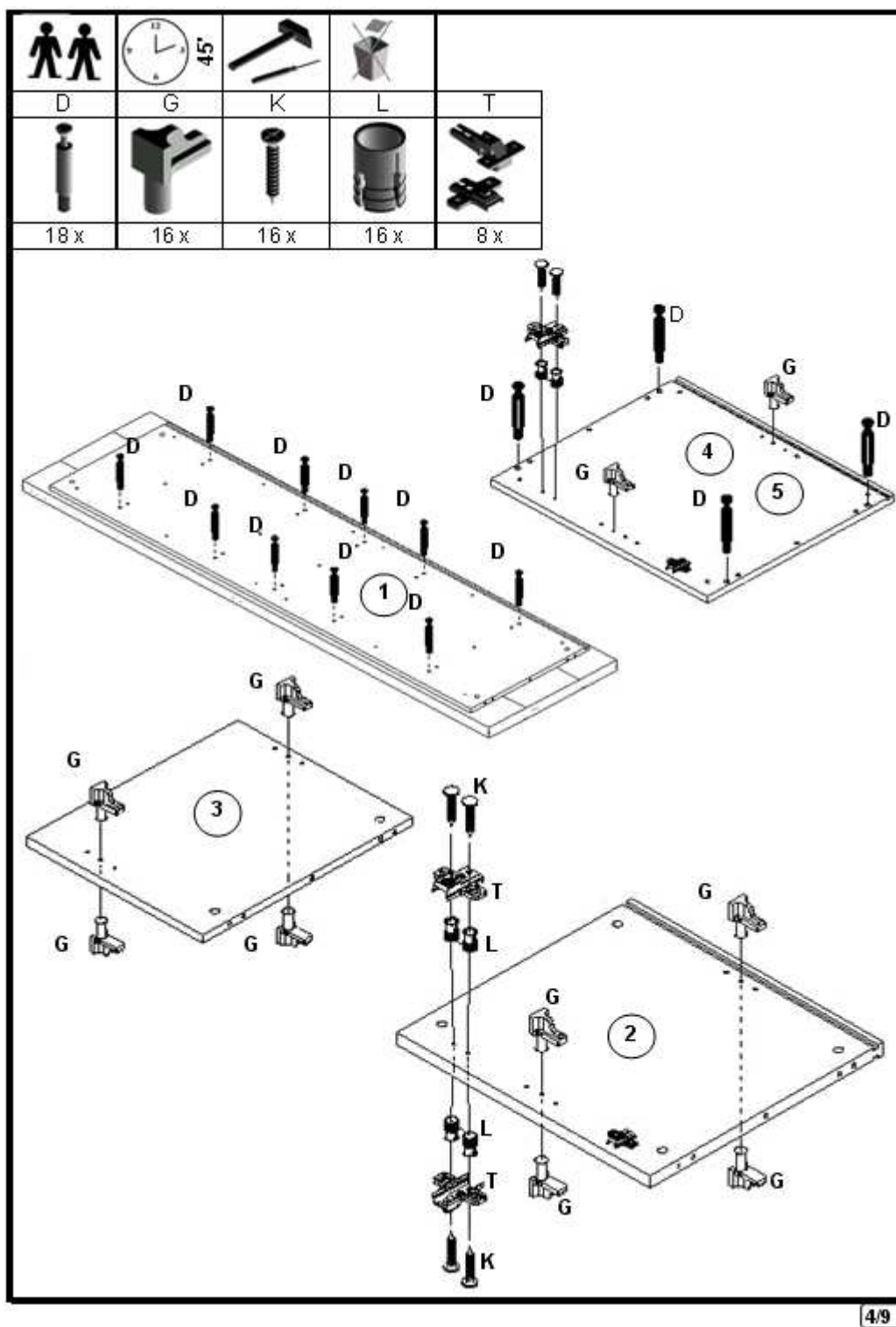
*Falls Sie mehrere Produkte gekauft haben, sollten Sie darauf achten jedes Teil einzeln zu montieren um Teile und Beschläge nicht zu vermischen.

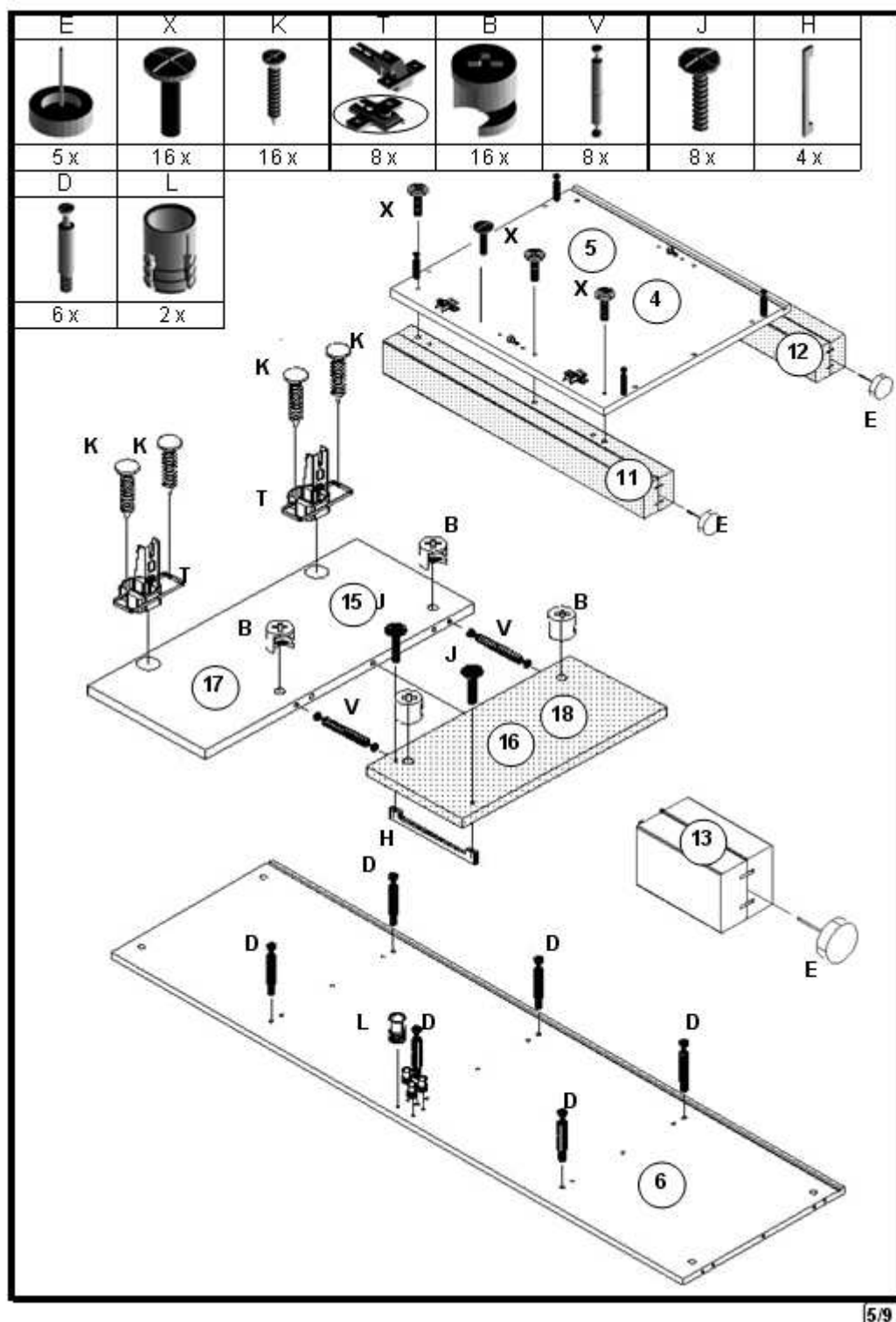
*Bitte vor der Montage Teile und Beschläge gruppieren.

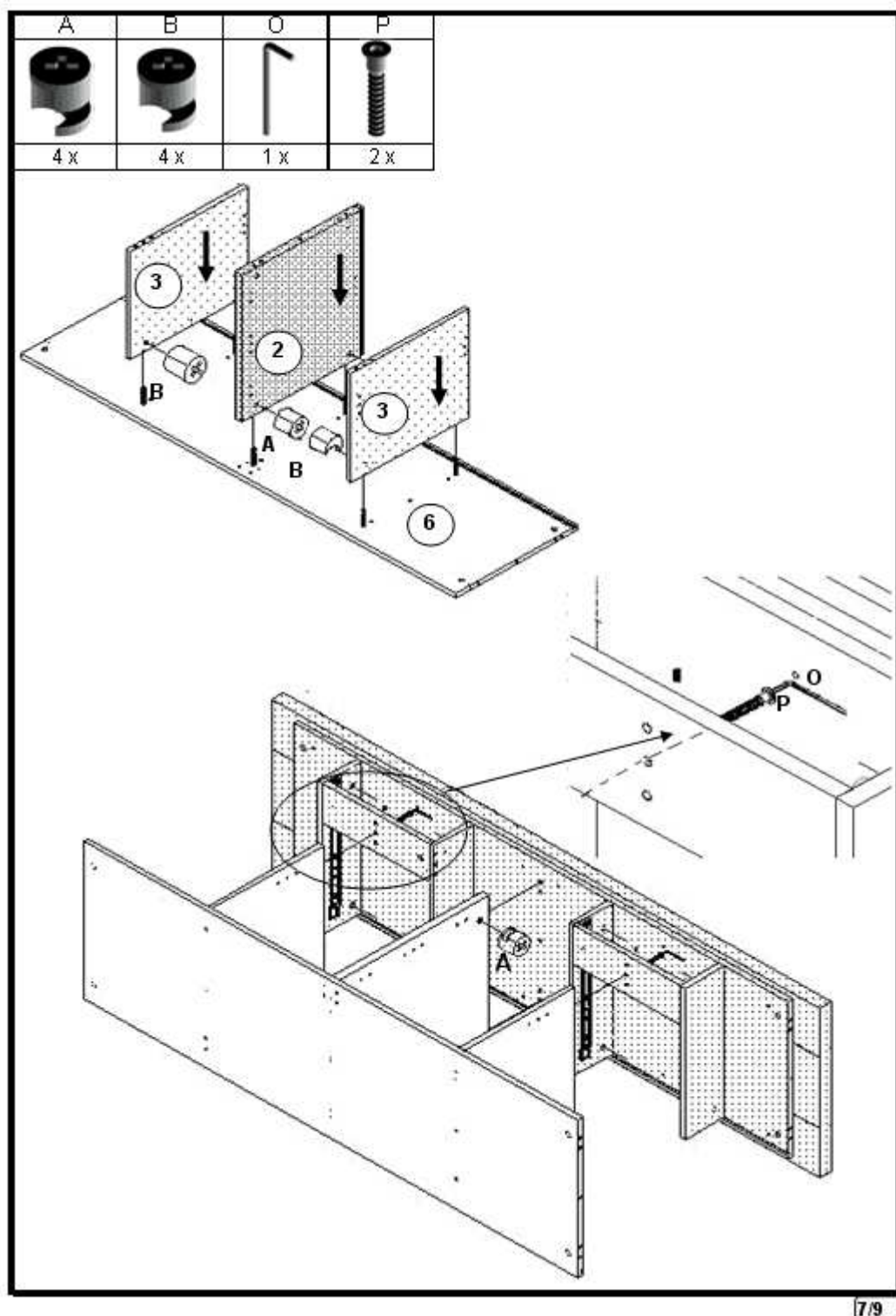
*Nur mit feuchtem Tuch reinigen.

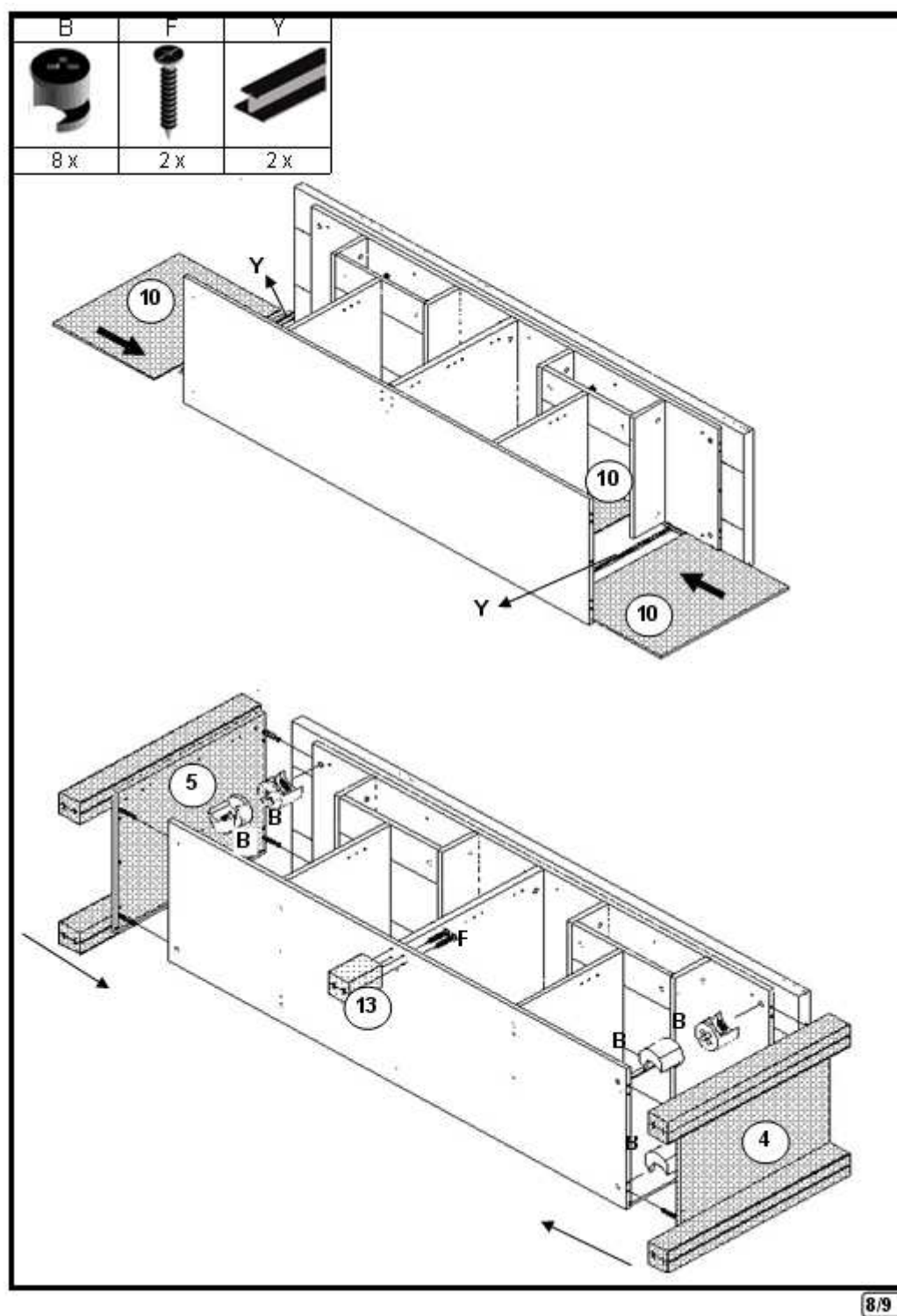
4/4	 M5/12	 7CKT05012YDUB	 7RAY0000045000	 7ANH000004LALY	 6.3*10	 7CVTM63100GYH	 7MNT000000YDB	 7CKT0000068VID	 15*19	 15*14	 7CKT0006046VID	 7PPL000C16SYH	 4*50	 7SNW004050GYH	 7RPM000005PM TL	 4*23	 4*16
	18 x	2 x	1 x	2 x	12 x	8 x	8 x	16 x	4 x	40 x	28 x	5 x	2 x	16 x	6 x	12 x	32 x

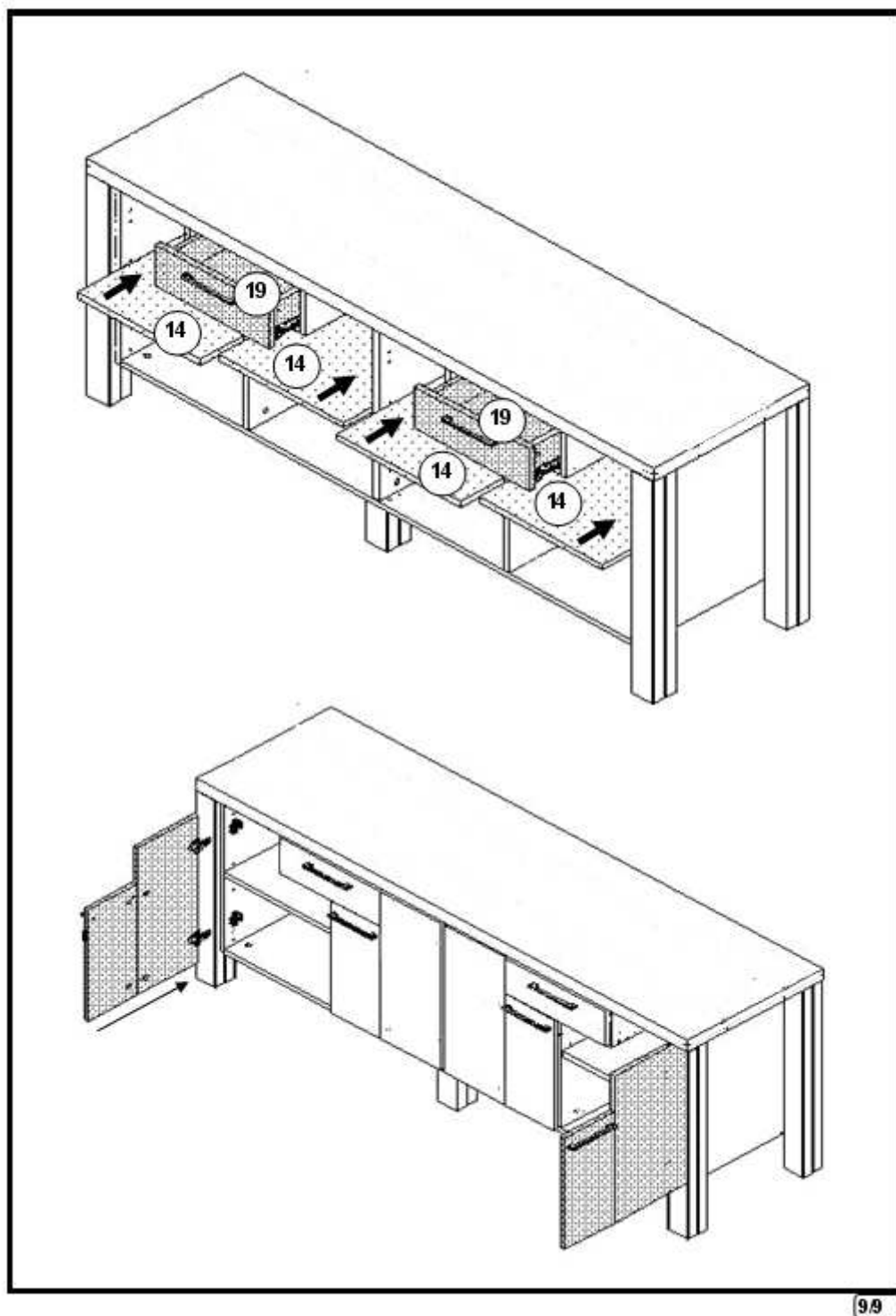








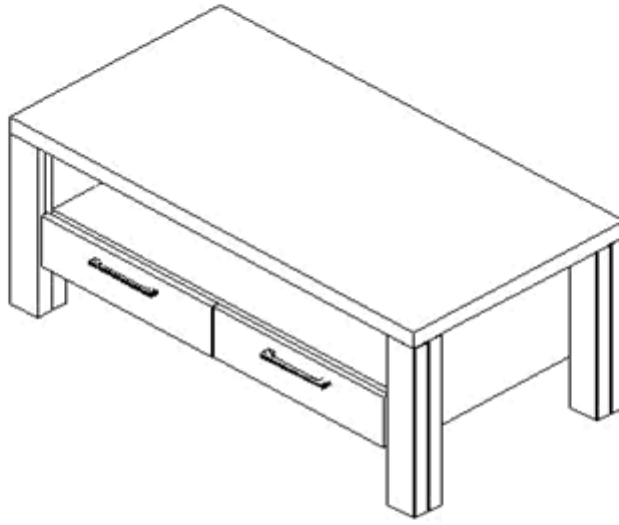




EK-3
DİLARA TV DOLABI

1DIL01TV606

- (TR) DİLARA TV DOLABI
(E) DİLARA TV TABLE
(D) DİLARA TV SCHRANK



BİLMENİZ GEREKENLER

Parça listesini kontrol ediniz.

Kutudan çıkan tüm parça ve aksesuarları listeyle karşılaştırınız. Tam ve sağlam olduğunu saptadıktan sonra montaja başlayınız. Eğer hasarlı ve/veya eksik malzeme çıkarsa; kutunun üzerindeki parti numarası ve ürünün üzerindeki kod numarasıyla beraber satıcı firmaya bildiriniz.

Bu kod numaraları; masa ve sehpalarda yan dükmelerin yere bakan kenar bandına , dolap gövdelerinin; yan tablanın cumba tarafındaki kenar bandına yazılıdır.

*Eğer birden fazla ürün aldıysanız; herhangi bir karışıklığa sebep vermemek için, tek bir ürünün montajını yaptıktan sonra diğer ürüne geçiniz.

*Ürünleri hiçbir zaman sürterek taşımayınız. Ürünü kaldırarak veya sökerek en az iki ile taşıyınız. Uzun mesafeli taşımalarda ürünü mutlaka paket içinde taşıyınız.

*Montaja başlamadan önce; benzer parça ve aksesuarları gruplandırınız.

*Tüm mobilyalar aşırı nem, sıcak ve soğuktan etkilendiklerinden, mobilyanızı bu faktörlerle direk olarak temas ettirmeyiniz. Montaja başlamadan önce her parçayı nemli bir bez ile temizleyiniz.

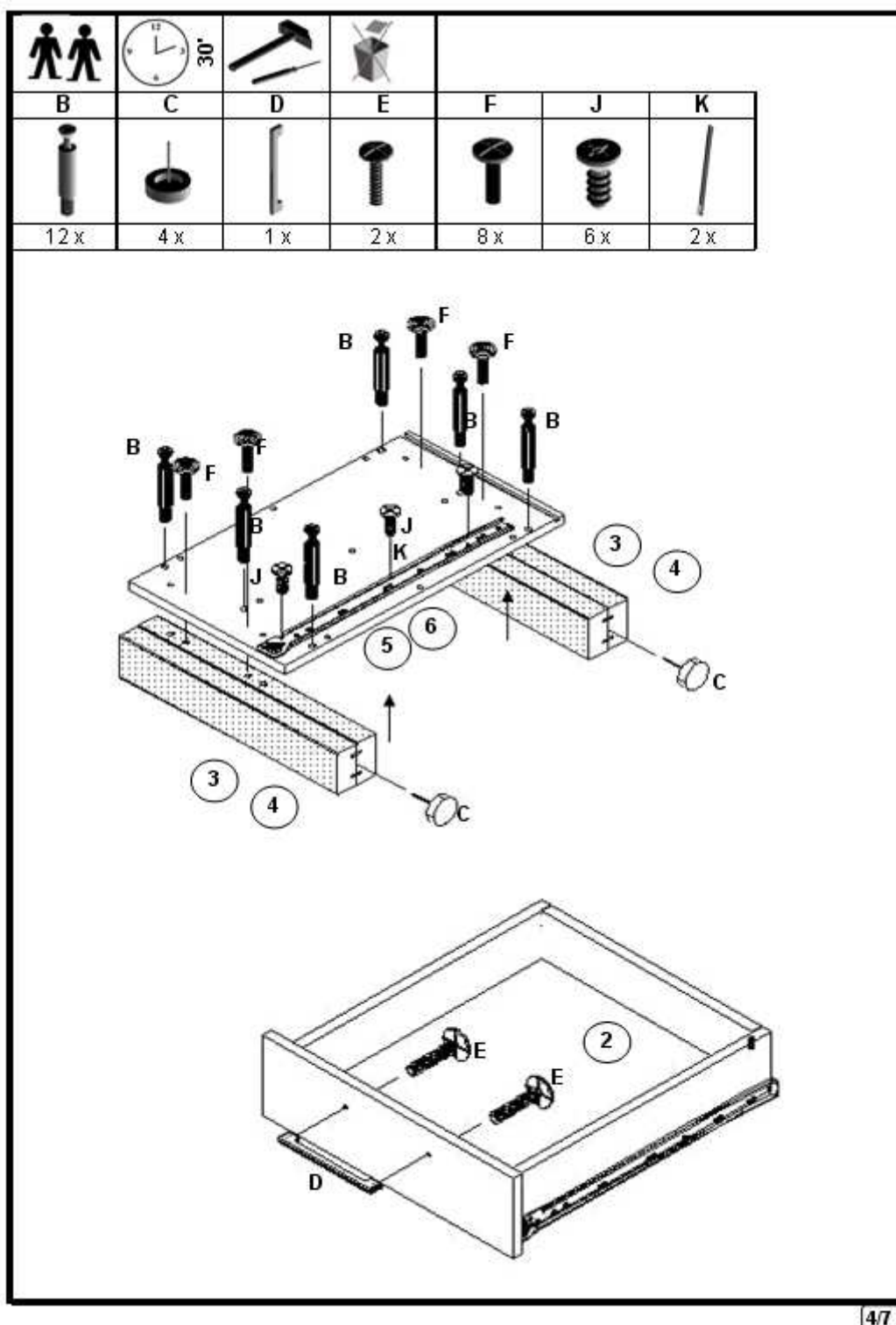
*Çıkma işlemlerinde, parçaları deliklere hafifçe tklatarak oturtunuz.

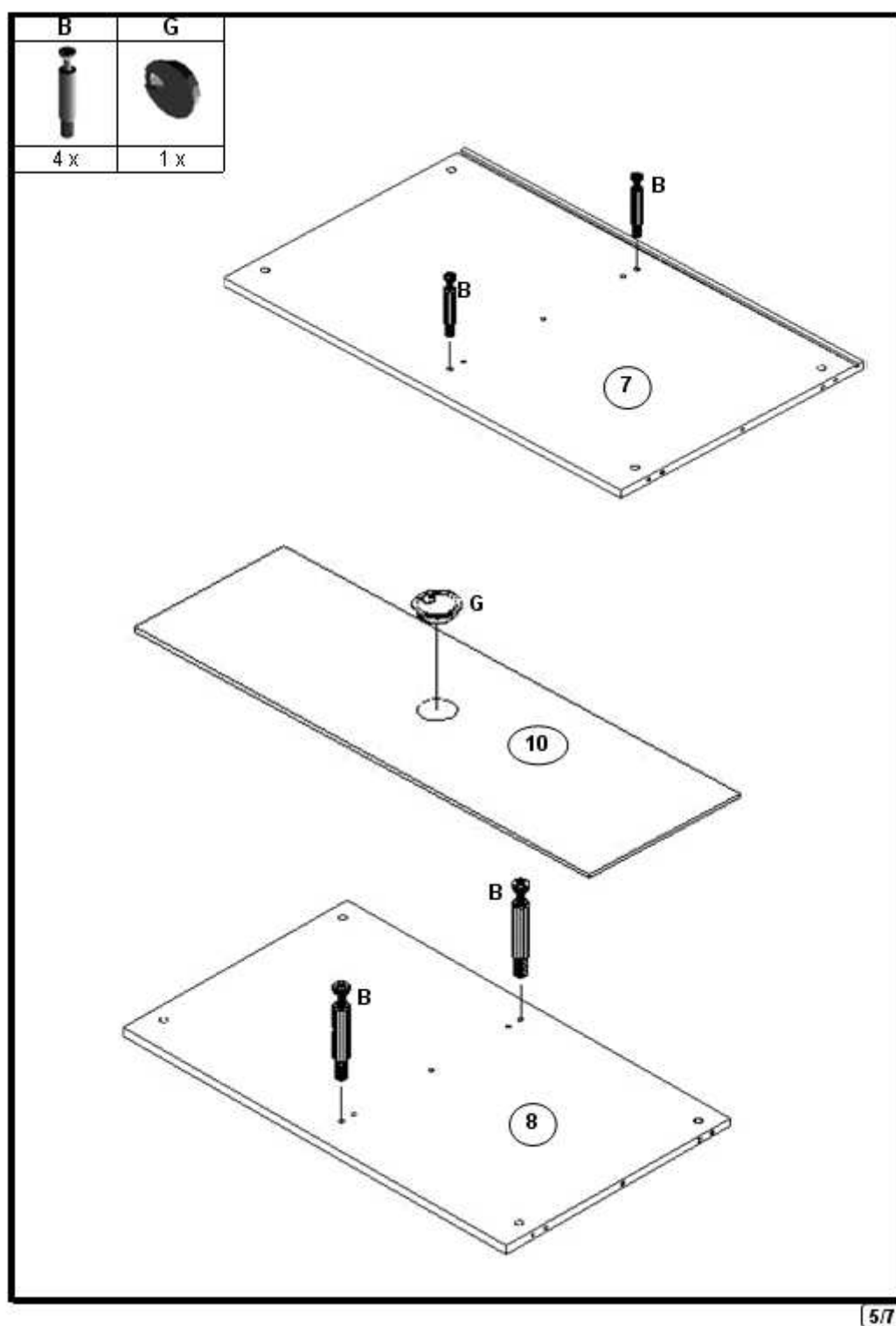
*Mobilyanızı amacı dışında kullanmayınız.

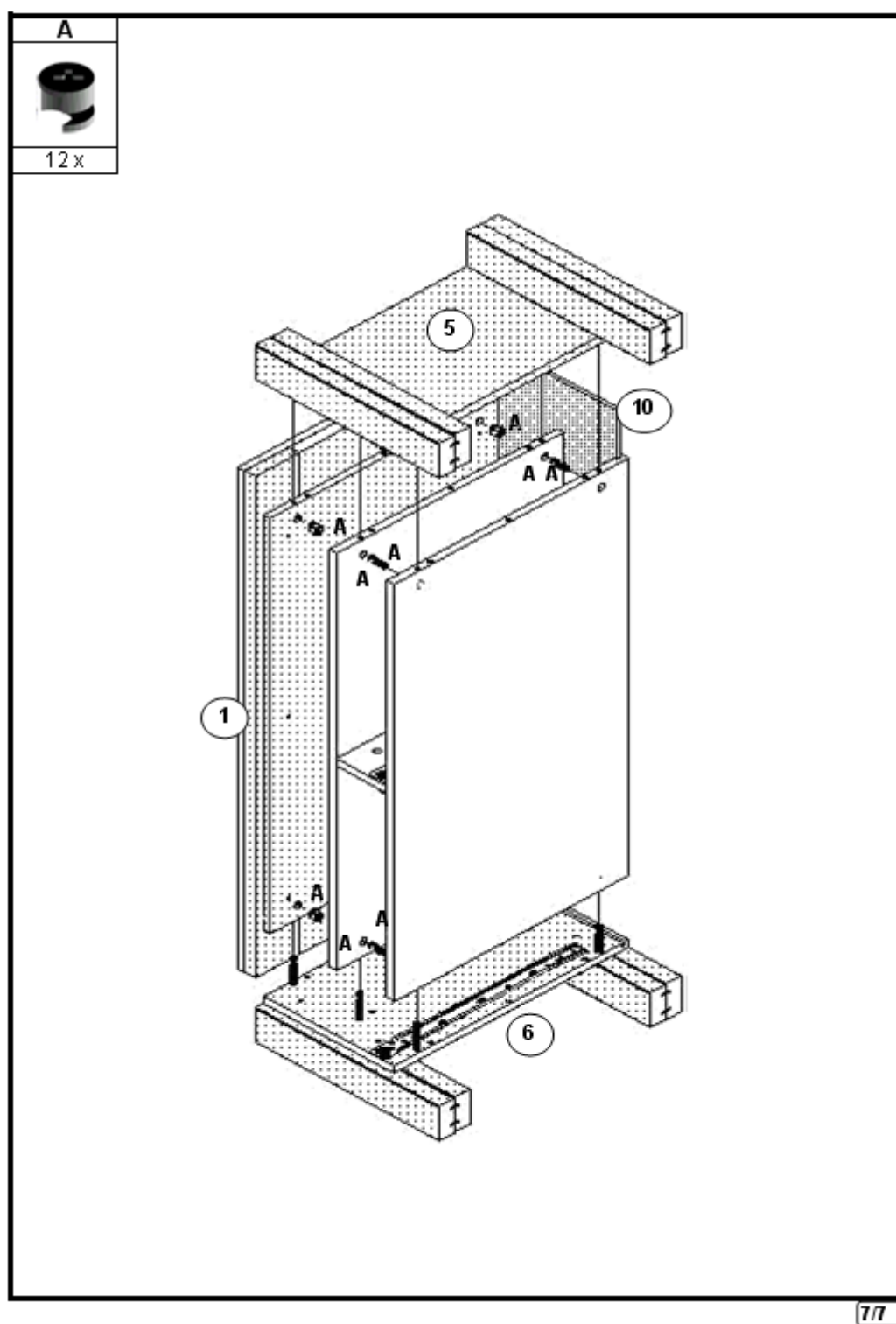
*Temizlik için sadece su ile hafif nemlendirilmiş pamuklu bez kullanınız ve kurulayınız.

*Nakliyede doğabilecek hasar ve kırıklardan firmamız sorumlu değildir.

*Montaj esnasında ve daha sonra kullanıcı hatalarından doğacak hasarlarda üretici firma sorumluluk almaya caktır.







EK-4

K120



kenzel
office furniture

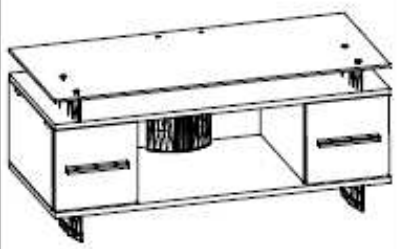




TS 9216

ÇALIŞMANIN EN KEYİFLİ YANI...

GENEL GÖRÜNÜM (GENERAL VIEW)

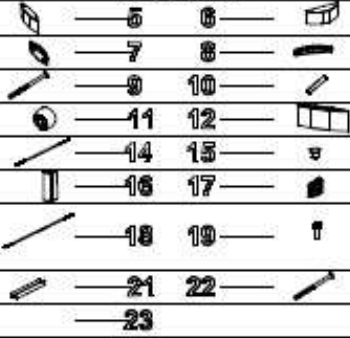


ÜRÜN KODU: K-120
(PRODUCT CODE)

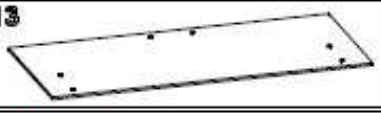
ÜRÜN ADI: K-120
(PRODUCT NAME)

R. NO	PARÇA ADI (part description)	ADET (quantity)	KAĞIĞI (drawing)	PARÇA BOYUTU (part size)
1	ALT PANEL	1	18	1000*450
2	YAN DİME	4	18	250*430
3	ARKALIK	2	8	250*225
4	ÜST TABLA	1	18	1000*450
5	YAN ALÜMİNYUM AYAK	2		
6	ARKA ALÜMİNYUM AYAK	1		
7	YAN AYAK PLASTİK PAHÜÇ	2		
8	ARKA AYAK PLASTİK PAHÜÇ	1		
9	AYAK VİDASI	4		
10	TEKER MİLİ	6		
11	TEKER	6		
12	ARA ALÜMİNYUM 1	2		125
13	ÜST CAM	1	8	1000*450
14	ARA ALÜMİNYUM 1 MİLİ	4		135
15	CAM PLANŞİ	6		
16	ARKA ALÜMİNYUM	1		250
17	ARA ALÜMİNYUM 2	1		125
18	ARKA ALÜMİNYUM MİLİ	2		
19	ALYAN BAŞLIKLİ SÖMÖN	4		
20	ÇEKMECE KLAPASI	2	18	245*245
21	KLAPA KULPU	2		
22	KLAPA KULP VİDASI	4		
23				
24				
25				
26				
27				
28				

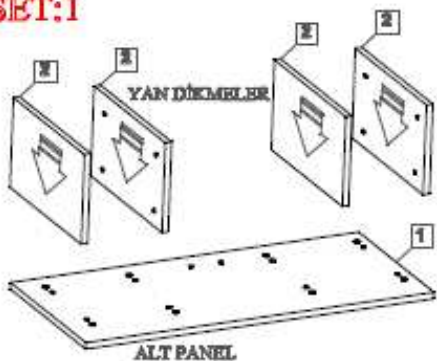
PARÇALAR



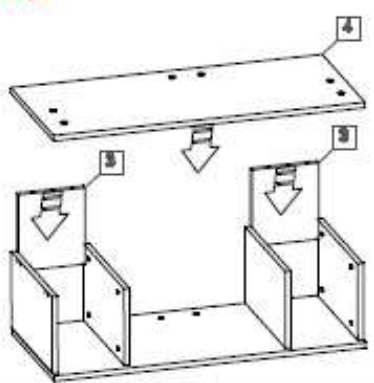
13

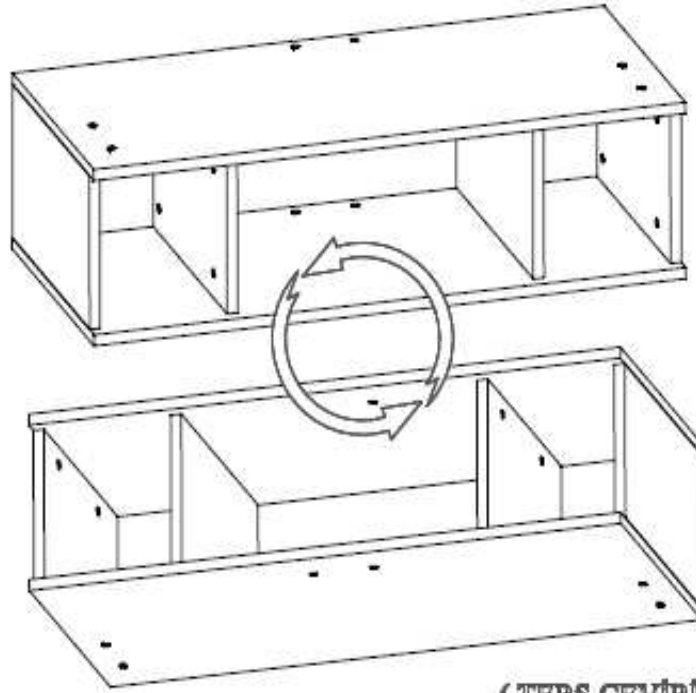


SET:1

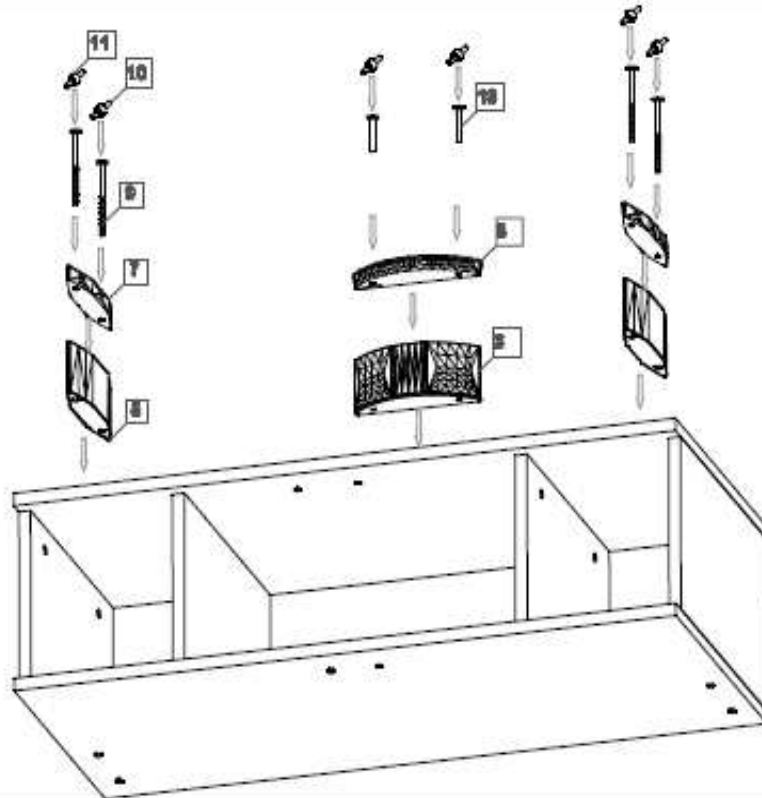


SET:2



SET:3

(TERS ÇEVİRİNİZ)

SET:4

EK-5

K133



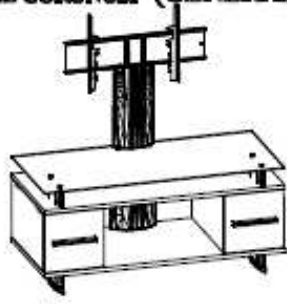
kenzel
office furniture





ÇALIŞMANIN EN KEYİFLİ YANILAR

GENEL GÖRÜNÜM (GENERAL VIEW)

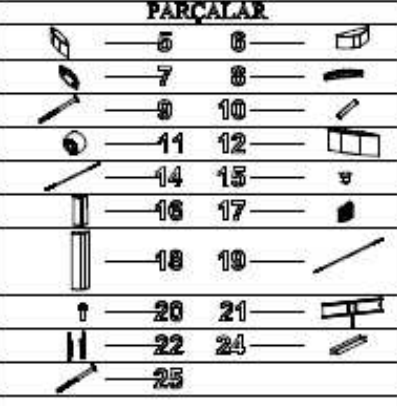


ÜRÜN KODU: KA-133

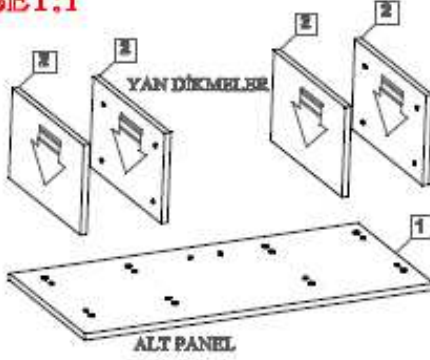
ÜRÜN ADI: KA-133

F. NO	PARÇA ADI	ADET	KAZANÇ	PARÇA BİÇİMİ
1	ALT PANEL	1	18	1000*450
2	YAN DİKME	4	18	250*430
3	ARKALIK	2	8	250*225
4	ALT CAM	1	8	1000*450
5	YAN ALÜMİNYUM AYAK	2		
6	ARKA ALÜMİNYUM AYAK	1		
7	YAN AYAK PLASTİK PAHİÇ	2		
8	ARKA AYAK PLASTİK PAHİÇ	1		
9	AYAK VIDASI	4		
10	TEKER FİDİ	6		
11	TEKER	6		
12	ARA ALÜMİNYUM 1	2		125
13	ÖST CAM	1	8	1000*450
14	ARA ALÜMİNYUM 1 MİLİ	4		135
15	CAM FLANŞI	4		
16	ARKA ALÜMİNYUM	1		250
17	ARA ALÜMİNYUM 2	1		125
18	ASKI ALÜMİNYUM	1		404
19	ASKI ALÜMİNYUM MİLİ	2		
20	AL-YAN BAŞLIKLİ SOMUN	4		
21	ASKILIK 1	1		
22	ASKILIK 2	2		
23	ÇEKMEÇİ KLAPASI	2	18	245*245
24	KLAPA KULPU	2		
25	KLAPA KULP VIDASI	4		
26				
27		4		
28		4		

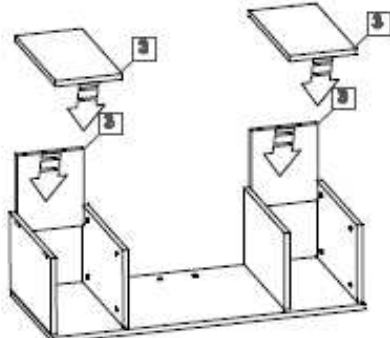
PARÇALAR

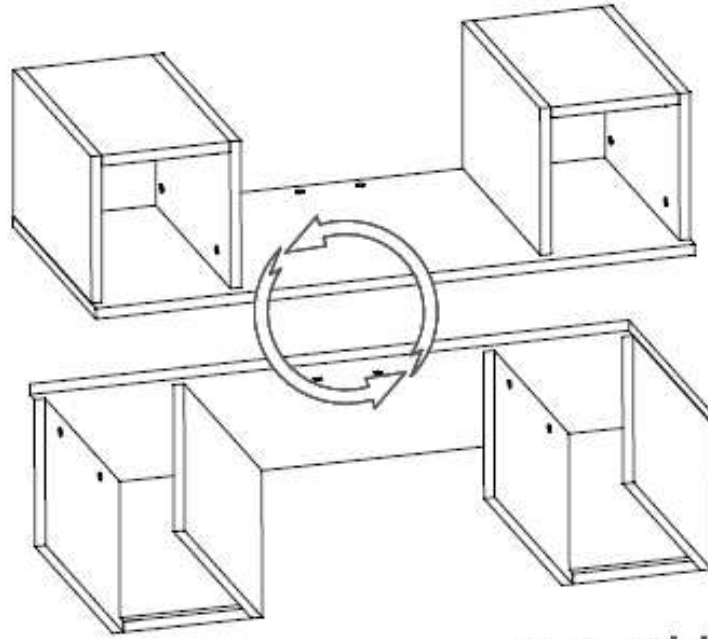


SET:1



SET:2



SET:3

(TERS ÇEVİRİNİZ)

SET:4