

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

**SONLU KAPASİTELİ ÇİZELGELEME
VE BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End.Müh. Erçin Tevfik ÖZTUNCEL

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Gültekin ÇAĞIL

Haziran 2007

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

**SONLU KAPASİTELİ ÇİZELGELEME
VE BİR UYGULAMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End.Müh. Erçin Tevfik ÖZTUNCEL

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 19 / 05 /2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Yrd. Doç. Dr. Gültekin ÇAĞIL
Jüri Başkanı**

**Yrd. Doç. Dr. Ufuk KULA
Üye**

**Yrd. Doç. Dr. Kürşat AYAN
Üye**

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmamın her aşamasında, bilgisini ve desteğini esirgemeyen danışmanım ve saygıdeğer hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Gültekin ÇAĞIL, tez sırasındaki desteklerinden dolayı Uyumsoft ve Sampa yöneticilerine, her konudaki sonsuz manevi desteğinden dolayı Filiz Kırıl'a, hep yanımda olan annem İnci ÖZTUNCEL ve babam Mustafa ÖZTUNCEL'e en içten sevgi ve saygılarımla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.2. Çizelgeleme Problemleri.....	2
1.3. Genel Atölye-Tipi Çizelgeleme Problemi.....	2
1.4. Atölye Tipi Çizelgelemeden ve Programda Kullanılan Varsayımlar	2
1.5. Önceki Çalışmalar.....	3
BÖLÜM 2.	
KAPASİTE PLANLAMASI	12
2.1. Giriş	12
2.2. Kapasite Planlamasının Aşamaları.....	13
2.3. Makine Ve İnsangücü Kapasitesi.....	13
2.3.1. Makina kapasitesi	14
2.3.2. Çalışma süresi ve kapasite	15
2.3.3. İnsan gücü kapasitesi	16

BÖLÜM 3.

ÇİZELGELEME PROGRAMI.....	19
3.1. Giriş.....	19
3.2. Tanımlama Pencereleri.....	19
3.2.1. Firma seçimi ve firma tanımlama	19
3.2.1.1. Firma seçimi	20
3.2.1.2. Firma tanımlama	20
3.2.2. Vardiya	21
3.2.2.1. Vardiya tanımlama	21
3.2.2.2. Vardiya boş zamanları	22
3.2.3. Üretim merkezi	24
3.2.4. Üretim kaynağı	25
3.2.5. Gantt şeması penceresi	26
3.2.5.1. Gantt şeması nedir	26
3.2.5.2. Gantt şeması penceresi	27
3.2.6. Üretim kaynağı görüntüleme penceresi	28
3.2.7. Arama ekranı	29
3.2.8. Tarih seçme ekranı	29
3.2.9. İş emirleri	30
3.2.10. İş veya vardiya özellikleri	31
3.2.10.1. İş özellikleri	31
3.2.10.2. Vardiya özellikleri	32
3.2.11. Kontrol listesi	33
3.3. Çizelgeleme Yazılımının Mimarisi.....	33
3.3.1. Çizelgeleme yazılımında kullanılan katmanları	34
3.3.1.1. Uygulama katmanı	34
3.3.1.2. Çizelgeleme motoru	34
3.3.2. XML katmanı	35
3.3.2.1. XML nedir	36
3.3.2.2. Xml katmanının etiketleri	37
3.4. Kullanılan Teknoloji.....	38
3.4.1. .Net nedir	38

3.5. Programın Kullanımı	41
3.5.1. Tasarımın özellikleri	41
3.5.2. Programın gelen kullanımı	42
3.5.2.1. İleri doğru çizelgeleme	42
3.5.2.2. Geri doğru çizelgeleme	44
3.5.3. Menüler	46
3.5.3.1. Dosya menüsü	46
3.5.3.2. Görünüm menüsü	47
3.5.3.3. Tanımlar menüsü	48
3.5.3.4. Çizelge menüsü	48
3.5.3.5. Görüntüleme menüsü	49
3.6. Raporlar ve Performans Ölçütleri.....	50
3.6.1. Bekleyen parçalar	50
3.6.2. Üretim kaynaklarındaki setup ve opr. zamanlarının karşılaştırılması	51
3.6.3. Üretim kaynağındaki operasyon ve boş zamanların karşılaştırılması	52
3.6.4. İşemri listesi	52

BÖLÜM 4.

ÇİZELGELEME PROGRAMININ UYGULAMASI	53
4.1. Eksantrik Borusu Teknolojik Sırası.....	54
4.2. Makas Pimi Teknolojik Sırası.....	55
4.3. Üretim Merkezleri.....	56
4.4. Üretim Kaynakları.....	56
4.5. Operasyonların Üretim Kaynaklarındaki İşlem Zamanları.....	57
4.6. Uygulama.....	58
4.7. Geliş Sırasına Göre Çizelgeleme.....	59
4.8. En erken teslim tarihine göre çizelgeleme.....	60
4.9. Müşteri önceliğine göre.....	60

BÖLÜM 5.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR.....	64
EKLER.....	66
ÖZGEÇMİŞ.....	69

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

SPT	: Shortest Process Time
EDD	: Earliest Due Date
XML	: Extensible Markup Language - Genişletilebilir İşaretleme Dili
HTML	: Hyper Text Markup Language
DTD	: Document Type Definition
XSD	: XML Schema
JRE	: Java Run-time Environment
SQL	: Structured Query Language
SDK	: Software Development Kit
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlama

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1.	Firma Giriş.....	20
Şekil 3.2.	Firma Tanımlama.....	20
Şekil 3.3.	Vardiya Tanımlama.....	21
Şekil 3.4.	Vardiya Off.....	22
Şekil 3.5.	Vardiya Off (Hızlı Tanımlama).....	23
Şekil 3.6.	Gantt'ta Vardiya Off Zamanların Gösterilmesi.....	24
Şekil 3.7.	Üretim Merkezi.....	25
Şekil 3.8.	Üretim Kaynağı.....	26
Şekil 3.9.	Gantt Şeması.....	28
Şekil 3.10.	Üretim Kaynağı Seçme.....	28
Şekil 3.11.	Arama Ekranı.....	29
Şekil 3.12.	Tarih Seçme Ekranı.....	29
Şekil 3.13.	İşemirleri.....	30
Şekil 3.14.	İş Özellikleri.....	32
Şekil 3.15.	Vardiya Özellikleri.....	32
Şekil 3.16.	Mimari.....	34
Şekil 3.17.	İleri Doğru Çizelgelemenin Ganttta Gösterilmesi.....	35
Şekil 3.18.	İleri Doğru Çizelgeleme Menüsü.....	42
Şekil 3.19.	Tüm İşemirlerini İleri Doğru Çizelgeleme Menüsü.....	43
Şekil 3.20.	İşemri Öncelikleri.....	43
Şekil 3.21.	Geri Doğru Çizelgeleme Menüsü.....	44
Şekil 3.22.	Tüm İşemirlerini Geri Doğru Çizelgeleme Menüsü.....	45
Şekil 3.23.	Dosya Menüsü.....	46
Şekil 3.24.	Görünüm Menüsü.....	47
Şekil 3.25.	Tanımlar Menüsü.....	48
Şekil 3.26.	Çizelge Menüsü.....	48

Şekil 3.27.	Görüntüleme Menüsü.....	49
Şekil 3.28.	Bekleyen Parçalar Penceresi.....	51
Şekil 3.29.	Üretim Kaynaklarındaki Setup ve Opr. Zamanlarının Karşılaştırılması.....	51
Şekil 3.30.	Üretim Kaynağındaki Operasyon ve Boş Zamanların Karşılaştırılması.....	52
Şekil 4.1.	Eksantrik Borusu Teknolojik Sırası.....	54
Şekil 4.2.	Makas Pimi Teknolojik Sırası.....	55
Şekil 4.3.	Geliş Sırası Göre Gantt.....	59
Şekil 4.4.	En Erken Teslim Tarihine Göre Gantt.....	60
Şekil 4.5.	Müşteri Önceliğine Göre Gantt.....	61

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1.	İnsan gücü kapasitesinin belirlenmesi ile ilgili örneğe ait tablo...	17
Tablo 4.1.	Üretim merkezleri tablosu.....	56
Tablo 4.2.	Üretim kaynakları tablosu.....	56
Tablo 4.3.	Operasyon zamanları.....	58

ÖZET

Anahtar kelimeler : Çizelgeleme, Sıralama, Sonlu Kapasite, Programlama, Uygulama

Gerçek hayatta karşılaşılan sistemler, büyük boyutlu ve karmaşık olup birtakım belirsizlikler içerebilir. Bu durumda, analitik çözümleri mümkün olmamaktadır. Bu tür sistemlerin bu karmaşık ve olasılıklı yapısı düşünülerek, mevcut sistemlerin performanslarının ölçülmesi ve analiz edilmesi için kullanılacak olan bir uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulama, bir ERP paketi ile birlikte veya tek başına çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Uygulamanın amacı, işletmedeki kapasitenin planlanması sırasında çizelgeler oluşturup, bu çizelgelerin karşılaştırılması ile belirlenen ölçüm kriterlerine en uygun olan çizelgenin bulunmasıdır.

Genel olarak, çizelgeleme yazılımında 3 temel amaç göz önünde bulundurulmuştur. Bunlardan ilki, teslimat tarihleridir. Hedeflenen amaç, çizelge oluşturulduktan sonra sistemde hiç geç kalmış işin bulunmamasıdır. İkinci hedef ise, bir işin üretim sistemi içerisinde harcadığı süreyi en aza indirmektir. Üçüncü temel amaç ise, kaynak kullanımının en üst düzeye çıkarılmasıdır. Bu üç temel amaç birbiriyle çelişse bile, kullanıcı bu durumda kendi önceliklerine göre karar verme yetkisine sahiptir.

Uygulama, Microsoft .Net 2.0 ortamında geliştirilmiştir. Uygulamanın veritabanı ise, Türkiye'nin önde gelen yazılım firmalarından olan Uyumsoft'un veritabanına entegre olarak hazırlanmış ve bir otomotiv yan sanayi firması olan Sampa Otomotiv San ve Tic Ltd. Şti.'nin verileri kullanılarak müşteri öncelikli çizelgelemesi yapılmıştır.

FINITE CAPACITY SCHEDULING AND AN APPLICATION

SUMMARY

Keywords: Scheduling, Capacity Planning , Business Enterprise

The systems which can be confronted in the real life are usually large and complicated and they can be ambiguous. In this circumstances, analytical solutions are not possible.

An application is developed for the performance rating (measurement) and analyzing of these systems by considering of their ambiguous and probabilistic structures. The application is designed to work either with an ERP package or standalone.

The application's purpose is to create schedules and by comparing of these schedules to find the best fit schedule according to the measurement criterias during the capacity planning of the business enterprise.

Generally, scheduling software is developed by considering 3 basic objectives. First of them is delivery dates. The target aim is absence of the delayed jobs at the system after the schedule is created. The second target is to minimise the duration of the jobs in the production system. And the third basic objective is to carry the resource utilization to the top level. (or to maximize the resource utilization) . Even if these three objectives seems to be in contradiction with each other, in this circumstances the user has the authorization to decide the sequence of priority of his/her own.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Üretim, mühendisler tarafından, bir fiziksel varlık üzerinde onun değerini artırıcı bir değişiklik yapmak veya hammadde ve yarı mamulleri mamule dönüştürmek olarak tanımlanır [1].

Bir üretim sisteminde, karar vermeyi gerektiren faaliyetler hiyerarşik olarak üç seviyede oluşur. Bunlar; stratejik, taktik ve kontrol seviyesidir. Stratejik seviyede, üretim planlarının pazar taleplerini karşılaması istenir. Taktik seviyede, planlanan üretim çizelgesi, stok, makine kapasitesi, bakım planı ve işçi verimliliği gibi bazı atölye kısıtları ile koordine edilir. Kontrol seviyesinde ise, planlanan üretim çizelgelerinin uygulanmasını gerçekleştirmek için işlerin akışı sürekli olarak düzenlenir ve beklenmedik olaylarla bozulan çizelgeler derhal güncelleştirilir.

Temel olarak, üretim yönetimi, atölye verimliliğini artırmada iki yönteme sahiptir. Birincisi, ilk iki seviye faaliyetlerinin amacı olan atölyedeki işlemleri etkin bir şekilde planlamaktır. İkincisi ise, üçüncü seviye faaliyetlerinin amacı olan bu planların atölye bazında yürütülmesini sağlamaktır. Bir iş sevk etme planına dayanarak işler atölyeye sevk edildiği zaman planlanan üretim çizelgesi, atölyede gerçekleştirilmelidir. Başka bir deyişle, işler atölyede işlenmelidir. Atölyede işlerin makinelerde veya iş merkezlerinde işlenmesi ve akışı ile ilgili problemler atölye bazı problemleridir. Eğer üretim faaliyetleri planlandığı gibi gerçekleşseydi, atölye bazındaki problemleri çözmek çok kolay olacaktı. Ancak, atölyenin dinamik ortamı yüzünden, atölye bazındaki problemler genellikle çok karmaşıktır. Ayrıca, bu problemlere ait kararlar, zaman kısıtı altında alınır ve çok fazla bilgiyi gerektirir. Üretim çizelgeleme problemleri bunların bir örneğidir[2].

1.2. Çizelgeleme Problemleri

Çizelgeleme, imalat ve servis endüstrilerinde çok önemli role sahip bir karar verme prosesidir. Bir firmada çizelgeleme fonksiyonu, matematiksel teknikler veya sezgisel yöntemler kullanarak sınırlı kaynakların görevlere tahsis edilmesi işlemini gerçekleştirir [3,4]. Kaynakların uygun olarak atanması ile firmanın amaç ve hedeflerini eniyi şekilde ulaşması sağlanır. Çizelgeleme literatürü; parametrelerin belirgin (deterministik) olduğu durumdan belirsiz (stokastik) olduğu duruma, tek makinalıdan çok makineyi geliş sürecinin durağandan (statikten) dinamiğe değiştiği çeşitli problem yapılarını kapsar. Birden fazla ölçütün bulunduğu çizelgeleme çalışmaları son dönemlerde gittikçe artmıştır [5,6].

Üretim çizelgeleme, bir ürünü oluşturan iş parçalarının eldeki tek veya çok sayıda makinelerde hangi sırada ve ne zaman işleneceğinin saptanmasıdır. Üretim çizelgeleme problemleri, üretim tipine göre çok farklı biçimlerde olabilir. Literatürde, üretim çizelgeleme problemleri için pek çok sınıflandırmalar yapıldığı görülür.

1.3. Genel Atölye-Tipi Çizelgeleme Problemi

Atölye-tipi üretim çizelgeleme probleminde; m tane $\{M_1, M_2, \dots, M_m\}$ makinede işlenmek üzere n tane iş mevcuttur. Her bir işin her bir makinede sadece ve sadece bir kez işlem gördüğü varsayılır. Makinede işin işlenmesine operasyon denir ve i . işin j . makinedeki operasyonu O_{ij} olarak gösterilir. İşler, makinelerde belli bir sıra dahilinde işlenir ve bu sıra, teknolojik kısıt, iş seyri veya rota olarak adlandırılır. Genel atölye tipi üretim için teknolojik kısıtların oluşumu ile ilgili hiçbir sınırlama yoktur. Her bir iş kendi işlem sırasına sahiptir ve diğer işlerin işlem sıralarından bağımsızdır[2].

1.4. Atölye Tipi Çizelgelemeden ve Programda Kullanılan Varsayımlar

Atölye tipi çizelgeleme ve yazacağımız programda kullanacağımız var sayımlar şöyle sıralanır:

1. Her bir iş bir bütündür : İş farklı operasyonlardan oluşmasına rağmen, aynı işin iki operasyonu hiçbir şekilde aynı anda işlenemez.
2. İş Bölme Yoktur : Her bir operasyon, başladığı zaman, diğer operasyon o makinede başlatılmadan önce tamamlanmalıdır.
3. Her bir iş, her bir makinede bir tane olmak üzere, m tane farklı operasyona sahiptir. İşin aynı makinede iki defa işlem görmesi olasılığı hesaba katılmaz.
4. İş iptali söz konusu değildir : Her bir iş tamamlanıncaya dek işlenmelidir.
5. İşlem zamanları çizelgeden bağımsızdır : Burada iki şey varsayılmaktadır :
 - a) Hazırlık zamanları sıra bağımsızdır.
 - b) Makineler arasında işleri taşımak için gereken zaman ihmal edilmektedir.
6. Makinenin her bir tipinden sadece bir tane vardır : İşlerin işlenmesi esnasında aynı işi yapan birden fazla makinenin olmadığı varsayılır.
7. Makineler boş kalabilir.
8. Hiçbir makine, bir kerede birden fazla operasyonu işleyemez.
9. Makineler asla bozulmaz ve çizelgeleme periyodu boyunca elverişlidir.
10. Teknolojik kısıtlar önceden bilinir ve sabittir.
11. Rassallık söz konusu değildir. Özellikle ;
 - a. İşlerin sayısı bilinir ve sabittir,
 - b. Makinelerin sayısı bilinir ve sabittir,
 - c. İşlem zamanları bilinir ve sabittir,
 - d. Hazır zamanlar bilinir ve sabittir.
 - e. Belli bir problemi tanımlamak için gereken her türlü miktarlar bilinir ve sabittir

[2].

1.5. Önceki Çalışmalar

Anderson, A., Nyirenda, B., (1990), gecikme zamanlarını minimize etmek için, öncelik kurallarını incelemişler ve simülasyon teknikleri ile test etmişlerdir. Biri, en kısa işlem zamanı ile kritik oran kurallarının kombinasyonunu diğeri, teslim kalan zamanın kalan iş zamanı olmak üzere iki dağıtım kuralını dikkate almışlar ve diğer tekniklerden daha iyi performans verdiklerini gözlemişlerdir.

Stern, D., Avivi, S., (1990), firmalarda siparişlerin kapasitesinin çok üzerinde olduğu bir sistemi incelemiştir. Siparişlerin tesliminde teslim edilmesi şartıyla, kabul edilecek siparişlerin satış gelirini maksimize edecek şekilde, siparişlerin bazılarının reddedilmesi gerektiğini ve reddedilecek siparişlerin tespit edilmesi konusunda çalışmalar yapmışlardır. Gerçek sistemlerden alınan verilerle, geliştirdikleri algoritmanın en iyi sonuçtan en kötü durumda %4 sapma yaptığını ifade etmişlerdir. Chang, E., Sullivan, C., (1990), siparişlerin sıklık zamanlarının belli olmadığı, her işlem için alternatif makinaların bulunduğu dinamik atölye tipi bir işletme için Giffier ve Thompsons'un (1960) buldukları sezgisel metodu geliştirmişlerdir.

Bu metot, dinamik üretim sistemi için olabilecek tüm çizelgeleme alternatiflerini üretmekte, yalnız Giffier ve Thompsons'un metodu ile büyük çaplı işletmelerin çizelgelerin hazırlanması çok fazla bilgisayar zamanı almasından dolayı verimli kullanılamazken, Chang ve Sullivan oluşturulabilecek tüm çizelgelerin sayısını azaltmak için, siparişlerin teslim zamanlarına, makinelere proses rotasına göre işleri gruplandırmışlardır ve algoritmayı geliştirerek hem büyük çaplı işletmeler çizelgelenebilmiş hem de çizelgeleme hemen revize edilerek herhangi beklenmedik olay durumunda da performans kriterlerine uygun çizelgeleme yapabilmişlerdir.

Stoyenko, S., Georgiadis, E., (1991), gecikme zamanları konusunda yapılan çalışmaları incelemişler ve EDD, teslim zamanı en küçük olan birinci önceliklidir, dağıtım kuralının kısıtlı iş sayısı olan ve işlem sürelerinin, teslim zamanlarının, işlerin sisteme gelme zamanların bilindiği sistemlerde, gecikme zamanlarının minimize edilmesi konusunda en iyi sonuçları verdiğini ifade etmişlerdir.

İşlem sürelerinin, işlerin sisteme varma zamanlarının, teslim zamanlarının ve işlerin sınırsız olduğu bir sistemde, gecikme zamanlarını minimize etme konusunda EDD kuralını ele almışlardır. EDD kuralının, gecikme zamanlarını işlerin geliş zamanlarının çok sık olduğu durumlarda dahil minimize ettiğini, sistemde bir işin akış süresini maksimize ettiğini, sistemde teslimi gecikmiş işin var olduğu süreyi minimize ettiğini belirtmiştir.

Aynı sistemde EDD ve SPT (En kısa işlem süresine sahip olan işin önceliği) kuralının kombinasyonu şeklindeki dağıtım kuralını ele almışlardır. Bu kuralın

geciken iş sayısını daha fazla azalttığını, diğer performans kriterlerinde belli fark olmadığını belirtmişlerdir.

Lio, I., You, G., (1992), m makineli n işli atölye tipi üretim sisteminde çizelgeleme problemine tamsayı programlama tekniği ile yaklaşmışlardır.

1961 yılındaki Manne modelini kendilerine baz almışlar ve amaç fonksiyonuna, alt ve üst sınırlar getirerek ve Manne'nin tamsayı olarak tanımladığı bazı değişkenleri sürekli değişken olarak tanımlayarak bilgisayardan çok daha kısa sürede sonuçlar alabilmişlerdir. Tüm işlerin tamamlanma süresi ve akış zamanlarını azaltma kriterlerinde olumlu sonuçlar vermemiştir.

Serafini, I., Sperenza, Z., (1992), tekstil endüstrisinde üretim çizelgeleme konusunda çalışmalar yapmışlardır. Toplam gecikmeyi minimize etmeyi hedefledikleri çalışmalarında, tüm tezgahların aynı olduğu, siparişlerin müşteriyle anlaşarak teslim edildiği bir sistemi analiz etmişlerdir.

Gecikmeyi minimize etmek için, ne zaman tezgaha tipin girilmesi ve kaç tezgahta ne kadar miktarda olması gerektiğini belirlemek gerektiğini ifade etmişlerdir. Doğrusal programlama yaklaşımıyla probleme çözüm getirmişlerdir ve optimal çözümü bulmanın mümkün olduğunu, fakat bilgisayarda hesaplama zamanının hala ciddi bir problem olduğunu belirtmişlerdir.

Nakasuka, Y., Yoshida, B., (1992), atölye tipi üretim sistemlerinde kullanılan dinamik kuralların, gerçek sistem bilgisinden yoksun olarak hazırlandığını, bu sebeple noksanlıkları olduğunu ifade etmişlerdir.

Geliştirdikleri sistem, bir yandan gerçek üretim sistemini analiz etmekte ve SPT (Shortest Proses Time), MST (Minimum Slack Time) ve SRPT (Shortest Remaining Proses Time) dağıtım kuralı kullanarak çizelgeleme yapmakta ve üç dağıtım kuralından en iyi sonucu vereni uygulamakta, oluşan kısıtları kaydetmekte ve ikili karar ağacı sistemi ile çözüm üretmişlerdir.

Sun, D., I.in, L., (1994), her bir işin kendine ait bir işlem rotasının bulunduğu, her bir makinenin aynı anda bir iş yapabildiği, bir işlem yapılırken, işlem bitene kadar kesinlikle durdurulmadığı ve her bir işlemin ne kadar süreceği kesin olarak önceden

bilindiği varsayılarak n işin m makinenin bulunduğu dinamik yapıya sahip atölye tipi üretim sistemlerinde çizelgeleme problemine, MRP ve JIT sistemlerinde kullanılan geri çizelgeleme yöntemini kullanarak çalışmalar yapmışlardır.

Birçok statik geri çizelgeleme problemi çözülerek, sistemin bütünüün çizelgelemesini yapmışlardır. Ovacık ve Uzsoy'un yaptığı çalışmalarda, bir makinenin önünde bekleyen işler kümesi, kesin olarak bilinmemekte iken bu algoritmada bilinebilmekte ve ilk işleme başlanılacak sipariş belirlenebilmekte ve yeni bir işin teslimini hesaplamak mümkün olmaktadır.

Algoritma, bu yönüyle, diğer yaklaşımlara göre üstünlük taşımaktadır. Yalnız, teslim zamanlarının hesaplanmasında, akış zamanlarının minimize edilmesi ve işlerin zamanında bitirilmesi konularında daha iyi sonuçlar alınması için daha fazla çalışmalar yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Ovacık, M., Uzsoy, R., (1994), hazırlık zamanlarının sürelerinin işlem sırasına bağlı olduğu, tek makineli bir üretim sisteminde hazırlık zamanlarını minimize etmek için geliştirdikleri sezgisel algoritmayı simülasyon modelleri oluşturarak test etmişlerdir. Bu sezgisel algoritmayı tek makine için test edip, dal-sınır tekniği ile bir çok alt problemi çözerek çok karmaşık atölye tipi üretim sistemlerini çizelgelemektedirler. Geliştirilen algoritma, dinamik sistemler için geliştirilmiş olup, çizelgelemenin yapılabilmesi için sistemin, her an için sistemde hangi işlerin beklediği, o an için işlem görüp görmediği, yapılmamış işlemler, teslim zamanı ve makinelerdeki hazırlık zamanları ve duruş zamanlarının bilinmesi gerekmektedir.

Atölye tipi üretim sistemlerinde kullanılan dağıtım kurallarından en büyük farkı, sistemin bir kısmını dikkate almaktansa, tüm sistemi bütün olarak dikkate alarak çizelgeleme yapılabilmesidir. Algoritmanın test edildiği üretim sisteminde, sipariş sayısı sınırsız, teslim zamanları, işlem süreleri ve işlerin sisteme gireceği zaman bilinmektedir.

Algoritma, her bir makine için t zamanı içinde gerçekleştireceği iş kümesini belirliyor ve bu kümeden en erken teslim zamanına sahip k kadar iş seçiliyor. Bu k kadar iş dal-sınır metodu ile optimal olarak sıralanmaktadır. Çizelgelemesi yapılan bu k kadar işin içinden de x kadar iş çizelgeniyor ve makineye ataması yapılıyor.

Zaman t , çizelgelemesi yapılan işlerin en sonuncusunun bitme süresine eşitlenmektedir. Kalan işler için tekrar aynı işlemler uygulanıyor ve bu tür sistemin çizelgelemesi yapılıyor.

Algoritma 1000 ayrı sistemde, 72 parametre kombinasyonu için test edilmiştir. Yapılan simülasyon çalışmalarında, en iyi performans veren değerleri belirlendikten sonra, EDD ve EDD-LI dağıtım kuralından sırasıyla %152, %132 daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Stankovic, R., Ramamritham, W., (1994), sistemlerin doğru işletilmesi, elde edilen sonuçların makul olması yanında, bu sonuçların ne zaman elde edildiğinin de önemli olduğunu söyleyerek, çizelgeleme problemlerinde sistemi dinamik olarak ele alan yaklaşımların başarılı olacağını ifade etmişlerdir.

Bilaut, C., Roubellat, Z., (1995), her siparişi bir teslim zamanı ve en erken başlama zamanının olduğu, işlerin çok işlevli makinelerde aynı anda yapıldığı bir dinamik üretim sistemi için bir karar-destek modeli tasarlamışlardır. Her kaynak için, işlemlerin öncelik sıraları dikkate alınarak, yapılabilecek işlemlerin grupları oluşturulmuş ve hem gruplar hem de grup içindeki işlemler sıralanarak alternatif çizelgeler oluşturmuşlardır.

Ovacık, M., Uzsoy, R., (1995), hazırlık zamanlarının sürelerinin işlem sırasına bağlı olduğu, tek makineli bir üretim sisteminde hazırlık zamanlarını minimize etmek için geliştirdikleri sezgisel algoritmayı, paralel aynı makineler için simülasyon modelleri oluşturarak test etmişlerdir.

Birçok bilgisayar hesaplamaları yaparak, diğer dağıtım ile kıyaslamışlar ve hem ortalamada hem de en kötü değerlerde geliştirilen algoritmanın, belirlenen performans kriterlerine göre daha iyi sonuç verdiğini gözlemlemişlerdir.

Geliştirilen algoritmanın, gelen siparişlerin makine kapasitesinden fazla olduğu sistemlerde, çok daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Kaschel, A., Teich, C., Kobernik, S., Meier, M., (1995), ise çizelgeleme konusundaki farklı metotların karşılaştırmasını yapmışlardır. Her bir kural iki farklı yolla test edilmiştir. İlk olarak sonradan aktif hale çevrilecek yarı-aktif çizelgeleme için test yapılmıştır.

İkinci olarak ise, kural tek adımda aktif çizelge yapmak için gerçekleştirilmiştir. İkinci adımda öncelik kurallarının basit kombinasyonları test edilmiştir.

Kopfer, F., Bierwirth, G., Mattfeld, R., Rixen, E., (1995), dinamik üretim çizelgelemede genetik algoritmalarından faydalanmışlardır.

Dinamik model üç başlıktan oluşmaktadır;

1. Üretim Sistemi: m adet makine olduğu düşünülmüştür ve bununla beraber sistemin ideal olduğu hiçbir makine bozulmasının gerçekleşmediği varsayılmıştır. Sadece makine ilk olarak kullanılacağında hazırlık zamanı söz konusu olabilir, bunun dışında diğer operasyonlar için hazırlık zamanları göz önünde bulundurulmamıştır.
2. Üretim Programı: n adet iş vardır. $(J_1 \dots J_n)$ Herbir iş belli bir sırada planlanmıştır.
3. Performans ölçümü: Makespan değeri ve ortalama akış süresi hesaplanır.

Duenyas, E., Van, C., Oyen, S., (1996), tek servisli paralel heterojen kuyrukların olduğu bir sistemde ortalama bekleme maliyetini düşürmeyi hedeflemişlerdir. Öncelikle iki kuyruklu bir sistemde, bir işin diğer kuyruğa geçmesinin en doğru zamanı belirlemek için sezgisel bir algoritma geliştirmişler ve bu kuralı birçok kuyruklu sistemde simülasyon tekniği ile test etmişler, geliştirdikleri sezgisel yöntemin birçok problemde etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Garrido, A., Salido, A., Barber, T., López, W., (1996), üretim çizelgeleme problemini şu şekilde ele almışlardır; J işlemler kümesinde J_1 'den J_n 'e kadar işlemler vardır. R ise mevcut kaynaklar kümesi olarak belirtilmiştir ve her bir J_i işi Q_i operasyonlarından oluşmaktadır. Q_i operasyonları teslim zamanlarına ve mevcut kaynaklara göre belirlenmektedir. Başlangıç zamanı S_{ti} olarak kabul edilmiştir.

Bu çerçevede üretim çizelgeleme problemine, iki aşamada kısıtların yeterli düzeye getirilmesi olarak çözüm sağlanmaktadır. İlk aşamada; öncelikli kısıtlar belirlenir. Mevcut üretim ile ilgili olarak ağaç diyagramı oluşturulur ve bundan faydalanılır. İkinci aşamada ise kapasite kısıtları tespit edilir. R kümesindeki her bir kaynak yalnızca bir operasyonda kullanılmaktadır. Ayrıca olurluluk ve çizelgenin etkinliği olmak üzere üretim çizelgelemede iki ana unsur olduğunu vurgulamışlardır.

Jensen, M., Hansen, T., (1997), üretim çizelgeleme problemlerine robust çözümler sunan bir teknik üzerinde çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmaya göre makespan değeri bir performans ölçütü olarak düşünülmüştür. Çizelgenin makespan değeri prosesin başlama zamanından en son bitiş zamanına göre tanımlanmıştır. Ayrıca α ve β olmak üzere $J_{(\alpha,\beta)}$ şeklinde iki binary değişken tanımlanmıştır. Eğer çizelgede α , β 'dan önce ise $J_{(\alpha,\beta)}$ 1 değerini, aksi halde 0 değerini alır.

Bistline, V., Banerjee, S., (1997), çizelgeleme problemlerinin çözümünde interaktif karar destek sistemi geliştirmişlerdir.

Geliştirilen bu sistemin adımları şu şekildedir;

1. Karar vermede önemli olan parametrelerin tanımlanması ve bu parametrelerin ölçülmesi
2. Çizelgeleme parametrelerinin belirlenmesi
3. Bir kontrol parametresinin zaman niteleyici olarak spesifik hale getirilmesi
4. Mevcut sistemin darboğaz oluşturan durumlardan kurtulması için daha iyi bir sistem geliştirilmesi
5. Her bir makinedeki operasyonların gruplandırılması için objektif bir parametrenin tanımlanması
6. Gerçekleştirilecek prosedürün tanımlanması

Luh, H., Zhao, L., Thakur, R., (1998), ise yaptıkları çalışmada h adet makine türü ile I adet çizelgelenecek işlem olduğunu ve işlemlerin k zaman zarfında yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Her bir işlemin teslim tarihi D_i 'dir ve önceliği W_i 'dir. İşlemlerin tamamlanması için sıra ile J_i operasyonlarının uygulanması gerekir.

Bir makinede yapılacak proses ancak bir önceki operasyonun tamamlanmasıyla gerçekleşebilir, operasyonun yarıda bırakılması söz konusu değildir. Bununla beraber operasyonların sayısı k zamanında h çeşit makine sayısından daha az yada eşit olmalıdır. Çizelgeleme probleminin çözümünde Lagranj çarpanından (LRNN) yararlanılmıştır.

Thom, T., Lou, L., Ngin, G., (1998), EDD, SPT ve WINQ kurallarını göz önünde bulundurarak çalışmalarında MQD (minimum kuyrukta bekleme süresi) algoritmasını geliştirmişlerdir. MQD algoritmasının mevcut platform üzerinde simülasyonu gerçekleştirilmiş ve sonuçlar dal-sınır algoritmasını kullanarak ideal durum ile karşılaştırılmıştır.

Yapılan deneyler sonucu ideal durum ile MQD algoritmasının verdiği sonuçlar arasındaki maksimum fark kabul edilebilir ölçüde küçük çıkmıştır ve bu da MQD algoritmasının kabul edilebilirliğini göstermektedir.

MQD algoritmasındaki varsayımları şu şekilde sıralamak mümkündür;

1. Her bir makine belli bir zamanda yalnızca bir işi yapabilir.
2. Bir iş, başka bir proses işleme alınmadan önce tamamlanmalıdır. Kesintiler söz konusu olamaz.
3. Makine sayısı haricinde bir kısıt yoktur.
4. Makinelerin bozulmadığı varsayılmıştır.
5. Paralel olarak çalışan makine yoktur.

Dirk, C., Mattfeld, F., Christian, B., (1999), çalışmalarında makespan değerinin minimizasyonunu çizelgenin performansını ölçmek için yeterli görmemişlerdir. Çünkü makespan değeri en son teslim tarihine sahip ürüne bağlıdır. Çizelgelemede bunun yerine akış zamanına bağlı başka bir kriter kullanılabilir.

Özellikle orta seviyedeki proseslerin devamı için stoktan kaynaklanan elde bulundurma maliyeti konusunda yarar sağlar.

Bu konuda ayrıca, müşteri servisini geliştirmek yada teslim tarihinin gecikmesini önlemek için bir takım kriterler de geliştirilmiştir. Standart atölye tipi üretimde n adet işin uygulanacağı m adet makine vardır.

Operasyon proses zamanları sabittir ve bilinmektedir. İşler önceden belirlenen sırada gerçekteşir. Her iş her makineden belli sayıda geçerek toplam $n*m$ adet operasyon gerçekteştirilir. Tüm işlerin mevcut olan makinelerin hepsinden geçmesi şart değilken, herhangi bir makineden birden fazla sayıda işlem gerçekteştirilebilir.

Holthaus, H., (1999), ise çalışmasında teslim tarihini objektif olarak ele alıp işlemlerin çizelgelemesini buna göre gerçekteşirmiştir. Yapılan araştırmada Baker (1974), Haupt (1989) ve Ramasesh (1990)'in çalışmaları baz alınmıştır.

Her operasyon başladığında kesintisiz olarak devam ettirilip tamamlanmalıdır. Gerekli hazırlık zamanları proses zamanlarına eklenir ve taşıma zamanları göz önüne alınmaz. Proses zamanları stokastiktir. Makine boşalınca hangi işin makineye yükleneceği genelde bir öncelik zamanına göre yapılır [7].

BÖLÜM 2. KAPASİTE PLANLAMASI

2.1. Giriş

Bir işletmenin üretim kapasitesi, işletmenin belirli bir süre içerisinde mevcut üretim faktörlerini rasyonel biçimde kullanarak meydana getirebileceği üretim miktarıdır[8].

Kapasite planlaması ve kontrolü, diğer bir deyişle kapasite yönetimi, toplam talebi karşılayabilmek için gerekli üretim faaliyetlerinin seviyesini ayarlama çalışmalarının içerir. Kapasite problemlerinin temel nedeni, talepte karşılaşılan miktar ve zaman belirsizlikleridir. Bütün bu belirsizliklere karşın üretim kaynakları ihtiyacının doğru olarak tespiti zorunluluğu vardır. Yeterli kapasite, ortalama talep seviyesini ve bundan sapmaları karşılayabilen kapasite olarak tanımlanabilir.

Kapasite planlaması birbirine bağımlı iki planlama aşamasından oluşur. Bunlar, ortalama üretim seviyesinin belirlenmesi ve bu seviyeden sapmaları gerektiren durumların karşılanabilmesi için yapılan ayarlama planlamalarıdır [9].

Kapasite planlama kararları, mevcut kapasitelerin değerlendirilmesi, gelecekteki kapasite düzeylerinin tahmin edilmesi, kapasiteyi etkileyecek faktörlerin belirlenmesi, kapasite alternatiflerinin finanssal, ekonomik ve teknolojik açıdan değerlendirilmesi ve işletme amaçlarına uygun kapasitenin seçilmesi kararlarından meydana gelmektedir.

Günümüzde teknolojiye meydana gelen hızlı değişimler sonucunda gerçek bir kapasite planlanması ve ölçümü yapabilmek çok zor olmaktadır. Bazı durumlardaki belirsizlikler ve değişkenler hesaba katılarak tam kapasitede çalışmayı etkileyen faktörler göz önüne alınarak kapasite planlanması ve tahmini yapılmaktadır [10].

2.2. Kapasite Planlamasının Aşamaları

Kapasite planlaması uzun orta ve kısa dönemli olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır.

Uzun dönemli kapasite planlamasında binalar, araçlar, kaynakların elde edilmesi veya düzenlenmesi ile ilgili stratejik kararlar alınır. Bu tür kapasite planlaması stratejik nitelikte ve finansman ağırlıklıdır. Uzun dönemli kapasite planlaması bir yıl veya daha uzun sürelidir [11].

Uzun dönemli kapasite planlamasında genel hatları ile kapasite planlaması, kaynak planlaması, kaynak gerekliliklerinin planlaması yapılır. Uzun dönemli kapasite planlaması ana üretim çizelgesine bağlı olarak yapılır [12].

Orta dönemli kapasite planlaması aylık veya üç-altı aylık dönemler için gerçekleştirilir. Orta dönemli kapasite planlamasında kiralama, işten çıkarma, yeni makinelerin satın alınması fason işler gibi alternatifler karşılaştırılarak kapasite belirlenir.

Günlük ve haftalık çizelgelenmelerden oluşan kısa dönemli kapasite planlamasında ise planlanan çıktı ile fiili çıktı arasındaki sapmalar incelenir. Bunlar sonucunda personel transferleri alternatif üretim rotaları fazla çalışma olanakları araştırılır [13].

2.3. Makine ve İnsangücü Kapasitesi

İşletmelerde kapasite planlaması yapılırken makine kapasitesi ve insan gücü kapasitesi ayrı ayrı hesaplanarak değerlendirilir. Sermaye yoğun sanayi işletmelerinde makine kapasitesi ön plana çıkmakta olup; insan gücü kapasitesi, makine kapasitesine göre düzenlenir. Emek yoğun sanayi işletmelerinde insan gücü kapasitesi makine kapasitesinden önce gelmekte olup; makineler insan gücüne göre düzenlenmektedir. Ancak bununla birlikte sanayi işletmelerinde bilgisayara dayalı tasarım (CAD) ve bilgisayara dayalı üretim (CAM) gelişimi ile birlikte makine kapasitesi ile insan gücü kapasitesinin aynı anda birlikte dizayn edilerek karşılıklı etkileşimleri dikkate alınmaktadır. Günümüz sanayi işletmelerinde, gelişen yeni

teknolojiler ve özellikle robotları kullanarak, insan gücü kapasitesi ve kaynakları yerine yüksek teknolojiye dayalı makine kapasitesinden yararlanmayı tercih etmektedir. Bu duruma bağlı olarak üstün teknoloji kalitesinde çok miktarda ve düşük maliyetli mallar üretilebilmektedir. Dünyada, özellikle gelişmiş ülkelerdeki üretim teknolojisindeki gelişme, bu yönde olmakla birlikte ülkemizde özellikle işgücü bolluğu ve ucuzluğu nedeniyle, insan gücü kapasitesine dayalı üretim sistemlerinin yaygınlığı söz konusu olmaktadır. Bu sebeple makine ve insan gücü kapasitesi üzerine ayrı açıklamalar yapılacaktır.

2.3.1. Makina kapasitesi

İşletme için genel olarak tanımlanan kapasite ölçüleri, fabrika içerisinde ayrıntılı hesaplamalara gidildiğinde bir ölçüde yetersiz kalabilir. Üretim programları hazırlanırken fabrikadaki makinelerin fiili ve maksimum kapasitesinin bilinmesi gerekir. Bir makinenin maksimum kapasitesi; çalışma hızı, dayanıklılık, güvenilirlik gibi ölçülere bağlı olarak hesaplanabilir. Fiili makine kapasitesi genellikle maksimum makine kapasitesinin altında gerçekleşir. Makinelerin iş akış sistemine bağlı olması, tamir-bakım, işgücü performanslarının birbirinden farklı olması makine kapasitesinin tam kapasitede gerçekleşmesini etkilemektedir.

Makine kapasitesi işletmenin üretim teknolojisine ve iş akışına göre farklılık gösterebilir. Makine çeşidi ve işlem sayısı az olan işletmelerde bir tek makine kapasitesi maksimum düzeyde gerçekleşmektedir. Ancak işlem sayısı ve makine çeşidi çok olan işletmelerde makine kapasitesi daha küçük olacaktır. Günümüz sanayi işletmelerinde karmaşık işlemlere bağlı olarak çok sayıda makine kullanılarak üretim yapılması makine kapasite kullanım oranını azaltarak makine verimliliğini düşürmektedir.

Makine kapasitesi planlamasında her bir işlem için harcanması gereken zaman hesaplanır. Zaman hesabında her bir işlem için gerekli çıplak süre dikkate alınır. Üretim sürecinde meydana gelen aksamalar, duraklamalar, tamir-bakım gibi süreler bu çıplak süreye eklenerek normal işlem süresi bulunur. Gereklili makine ve kapasite sayısını bulmak için, üretilmesi istenen miktar normal süreye bölünür.

Örneğin; Bir işletmede günde 3 vardiya halinde 24 saat ve ayda 30 gün çalışılması durumunda;

$$24 \times 30 = 720 \text{ saat/ay}$$

elverişli kapasite olduğu görülür. Bu kapasite sadece bir makinenin kapasitesi olmaktadır. İşletmede makineler belirli bir üretim süreci ve iş akışına uygun şekilde değişmeli olarak çalışabilir. Makine bir günde 12 saat ve ayda 30 gün çalıştığı takdirde, makine kapasitesi;

$$12 \times 30 = 360 \text{ saat/ay}$$

olmaktadır. Bu durumda aynı işi görmek üzere $720/360=2$ makineye ihtiyaç duyulmaktadır. Bunu sonucunda makine kapasitesinin planlanmasında işletmenin vardiya sayısı günlük üretimde kullanılacak makine sayısını belirlemektedir [14].

2.3.2. Çalışma süresi ve kapasite

Yukarıdaki örnekte görüldüğü üzere, birim zamandaki çalışma süresini uzatmak kabaca fabrikanın boyutlarını küçültmek demektir. Diğer bir deyişle tek vardiya çalışan fabrika üç vardiyaya çıkmakla, üç misli büyük bir fabrikanın üretim gücü elde edilir. Aslında sağlanan yararlar sadece tesis ve makine kapasitesi ile kalmaz. Mamul başına düşen genel masraf payları da azalır. Bütün bu avantajlı yanlarına rağmen uzun süreli çalışmaya mecbur kalmadıkça gidilmez. Zira çalışma süresi uzadıkça sağlanan yararların yanı sıra birtakım maliyet unsurlarının ortaya çıktığı görülür. Her şeyden önce birim başına düşen amortisman payı aynı kalır. Ömrü normal çalışma düzeninde 12 yıl olan bir makine üç vardiyalı düzende 4 yıl içinde yıpranır. Dolayısı ile bu açıdan bir kazanç söz konusu değildir.

Bina bakım ve amortismanı, vergi, yatırım masrafları gibi maliyetlerin birim mamul başına düşen miktarı yoğun çalışan bir fabrikada daha azdır. Ancak fazla mesai ve vardiya düzeninde bu avantajları giderecek maliyetler vardır. İşçi-işveren arasındaki

anlaşmaya göre fazla mesai için ödenen ücretler %50 den %100'e varan oranlarda daha fazladır. Aynı durum vardiya primi adı altında vardiya düzeninde de mevcuttur. Diğer taraftan iş kanununun fazla mesai ve vardiya için çalışma süresini kısıtlayıcı hükümler vardır. Ülkemizde aylık fazla mesai toplamı 90 saati geçemez. Vardiyalarda dinlenme ve izin süreleri daha uzundur. Sürekli çalışan makinelerin tamir-bakımı güçtür. Sürekli çalışma düzeni esnek değildir. Üretimin azaltılması istendiğinde makine ve işçiyi boş bırakmaktan başka çare yoktur. Halbuki normal mesaide, zaman zaman çalışma süresini arttırarak fazla talebi karşılama olanağı vardır [15].

Sonuç olarak yalnız başına sürelerle oynayıp diğer faktörleri işin içine katmadan yapılan kapasite planlaması doğru ve optimal bir plan olmayacaktır.

2.3.3. İnsan gücü kapasitesi

Kapasite planlamasında insan gücü kapasitesinin hesaplanması özellikle emek yoğun sanayi işletmelerinde oldukça önemlidir. İşletme yöneticileri üretim faktörlerinin mevcut insan gücünü göz önünde bulundurarak düzenlemektedir. İşletmenin makine kapasitesi planlaması yapılırken insan gücü ihtiyacı ve durumu dikkate alınır. İşletmenin üretim sistemi, insan gücü kapasitesinden en yüksek düzeyde yararlanacak şekilde tasarlanır.

İşletmelerde insan gücü kapasite planlaması, sistematik bir yaklaşımla birçok faktör göz önünde bulundurularak yapılır. Bu faktörlerden başlıcaları; talep, finanssal kaynaklar, makine kapasitesi, personel politikası ve zaman standartları olmaktadır. Bu faktörlerden en önemlisi talep olup, işletmenin insan gücü planlaması, üretilen mal ve hizmete olan talep dikkate alınarak yapılmaktadır. Öteki faktörler talebe göre düzenlenir. İnsan gücü kapasitesi hesaplamasında; işçi sayısı, adam/saat, eşdeğer mamul miktarı ölçü birimi olarak dikkate alınabilir. İnsan gücü kapasite hesaplamasında işçi sayısı ve adam/saat ölçü birimi arasında önemli bir fark bulunmamakla birlikte, eşdeğer ölçü biriminin hesaplanmasında değişik bir hesaplama metodu kullanılmaktadır.

Örnek:

Tablo 2.1 İnsan gücü kapasitesinin belirlenmesi ile ilgili örneğe ait tablo

Ürün türleri	Bir ürünü üretebilmek için gerekli üretim saati (saat)	Talep Miktarı (Birim)
A Ürünü	15	350
B Ürünü	20	250
C Ürünü	23	275
D Ürünü	27	360
E Ürünü	28	400

Yukarıdaki tabloda bir üretim firmasına ait üretilen ürünler ve bu ürünlere ait üretim saati ve talep miktarları yer almaktadır. Bu işletmenin eşdeğer mamul miktarını hesaplayabilmek için birim üretim süreleri en düşük üretim süresine bölünerek 1.00, 1.33, 1.53, 1.80, 1.87 değerleri elde edilir. Elde edilen bu değerler talep miktarı ile çarpılarak;

$$350(1.00) + 250(1.33) + 275(1.53) + 360(1.80) + 400(1.87) = 2499 \text{ adet}$$

Birim olarak üretim düzeyi hesaplanır. Bu sonuca göre A mamulü cinsinden 2499 birim üretilebilecek düzeyde insan gücüne ihtiyaç bulunmaktadır. Bu durumda kapasite;

$$2499 \text{ adet} \times 15 \text{ saat} = 37485 \text{ saat olarak hesaplanır.}$$

İnsan gücü kapasite planlaması yapılırken, işgücü planlaması ile elde edilen bilgilerden yararlanır. İşgücü planlaması, organizasyonun amacına ulaşabilmesi için her işe yeterli kabiliyete sahip uygun sayıda eleman temin etme çalışmasıdır. İşletmelerde yapılacak etkin bir işgücü planlaması ile şu faydalar sağlanabilir.

1. Mevcut işgücü kaynakları etkin ve verimli bir şekilde kullanılabilir.
2. İşgücü planlamasıyla işgücüyle ilgili istihdam ve organizasyon sorunları çözüme kavuşturulabilir.
3. Mevcut personel işleri daha rasyonel ve ekonomik olarak üretilebilecek şekilde organize edilerek işgücü maliyetleri minimum düzeye indirilebilir.
4. Düzenli bir işgücü planlaması işletmenin gereğinden fazla personel çalıştırmasını önler, eğitim maliyetlerini düşürür.
5. İşgücü planlaması ile işletmelerin gelecekteki ihtiyaçları göz önünde bulundurularak, bu ihtiyacı karşılayacak işgücünün eğitime ve işe yerleştirilmesi mümkün olur.

İşletmelerin kapasitelerinin artması durumunda kapasite artışına bağlı olarak işgücü planlaması da güçleşecektir. Böyle bir durumda istenilen kapasite düzeyinde üretim yapabilmek için, işgücü planlamasının analitik ve sistematik metotlarla yapılması gerekir. İşgücü planlamasının işletmenin kapasitesine uygun esnekliği sağlayabilmesi için, organizasyon yapısında birtakım değişiklikler yapılmalıdır.

İşletmelerde insan gücü kapasite planlaması, işgücü standartları belirlenerek, işgücü devir oranları tespit edilerek ve işletme amaçları objektif ölçülere göre planlanarak, bilgisayarlar aracılığı ile yapılmalıdır. Kapasite planlaması dinamik bir yapıya sahip olarak planlanmalı ve günün şartlarına göre değişim gösteren bir esnekliğe sahip olmalıdır [16].

BÖLÜM 3. ÇİZELGELEME PROGRAMI

3.1. Giriş

Bu bölümde, çizelgeleme programının kullanım şekli anlatılmaktadır.

3.2. Tanımlama Pencereleri

3.2.1. Firma seçimi ve firma tanımlama

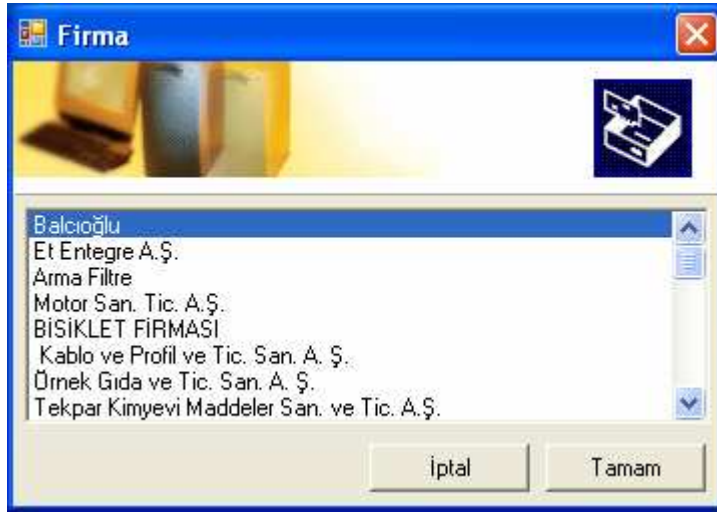
Çizelgeleme uygulaması çalıştırıldığında ilk karşılaşılabilecek olan alan, firma isimlerinin yer almış olduğu firma seçimi ekranıdır. Bu alanda daha önceden tanımlanmış olan firmalar liste halinde bulunmaktadır. Öntanımlı olan bu firmalardan seçim yapılarak, uygulama başlatılmış olur. Bundan sonraki uygulama süreci firma seçimini takiben seçilen firmanın verileri üzerinden devam eder.

Ancak üzerinde çalışılacak olan firma, daha önceden sistemde tanımlanmamışsa veya program ilk kez kullanılıyorsa, ekrana ilk gelecek olan öntanımlı firma seçilerek uygulama başlatılır ve firma tanımlama alanına geçiş yapılır. Bu alanda yeni firma tanımlaması yapılarak sisteme kaydı sağlanır.

Firma seçimi ve firma tanımlama alanları, şirket için birden fazla firma oluşturabilme, bu firmaları takip edebilme ve sanal firma oluşturabilme olanaklarını sağlar.

Fakat firma seçimi ve firma tanımlama alanlarının uygulama da kullanılmasının asıl önemli nedeni, çoklu firma destekli ERP yazılımları ile entegre olabilmektir. Bu sayede, yalnızca tek bir veritabanı ile birden fazla firma desteği verilebilir ve veritabanı yönetimi açısından oldukça büyük bir kolaylık sağlanmış olur.

3.2.1.1. Firma seçimi



Şekil 3.1. Firma Giriş

Şekil 3.1 .Firma seçim ekranında, üzerinde çalışılacak olan firma seçilir ve Tamam düğmesine basılarak uygulama başlatılır.

3.2.1.2. Firma tanımlama

Şekil 3.2. Firma Tanımlama

Şekil 3.2. Firma Tanımlama ekranında ise, istenilen firma bilgileri sisteme girilip kayıt edildikten sonra yeni firma sisteme tanımlanmış olur.

Firma Tanımlama ekranında, istenilen bilgiler girilirken Firma Kodu ve Firma Adı alanlarında dikkat edilmesi gereken hususlar vardır. Bunlar ;

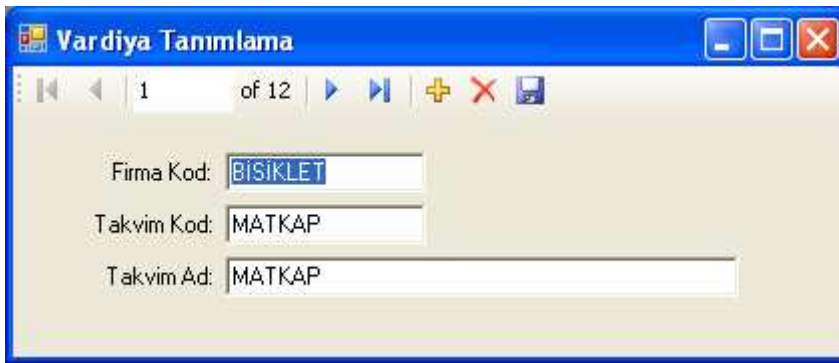
Firma Kodu : Firmaya kullanıcı tarafından verilecek olan koddur. Veritabanında veri tekrarını engellemek adına kullanılır. Bu alana sayısal bir değer girilmelidir.

Firma Adı : Firmanın tam adı girilmelidir.

3.2.2. Vardiya

3.2.2.1. Vardiya tanımlama

Firmada kullanılacak olan vardiyaların ilk tanımlaması bu alanda yapılır. Yapılan tanımlama daha sonra iş istasyonları tanımlanırken kullanılarak, iş istasyonlarının vardiyasını belirler. Böylece iş istasyonuna bir iş atanırken ilgili vardiya kullanılabilir.



Şekil 3.3. Vardiya Tanımlama

3.2.2.2. Vardiya boş zamanları

Bu alanda ise, daha önceden tanımlanmış olan bir vardiyanın çizelgelemede kullanılmayacak olan zaman aralığının girişi yapılır.

Hangi vardiya ile ilgili tanımlama yapılacak ise, ilk önce bu vardiya, Vardiya Off ekranında yer alan Ad alanından seçilir. Daha sonra çalışılmayan saatler alanındaki başlama ve bitiş saatleri bilgileri girilerek çalışılmayacak olan zaman aralığı belirlenir. Ekle düğmesine basılarak ise belirlenen zaman sisteme kaydedilmiş olunur.

The image shows a software window titled "Vardiya off". At the top, there is a search bar with the label "Ad" and the text "7 * 24" inside, followed by an "Ara" button. Below this is a section titled "Çalışılmayan Saatler" (Non-working hours). Inside this section, there is an "Açıklama" (Description) text box, a "Başlama Saati" (Start Time) dropdown menu showing "05.12.2006 Salı 14:22", and a "Bitiş Saati" (End Time) dropdown menu also showing "05.12.2006 Salı 14:22". Below these dropdowns are two buttons: "Hızlı Giriş" (Quick Entry) and "Ekle" (Add). At the bottom of the window, there are two buttons: "Sil" (Delete) on the left and "Tamam" (Done) on the right.

Şekil 3.4. Vardiya Off

Vardiyalar için veri girişinin yoğun olduğu zamanlar da olabilir. Bu durumda ise, uygulamanın Vardiya Off ekranında yer alan Hızlı Giriş alanı kullanılabilir. Bu alan, İşletmelerde aylık ve haftalık vardiya belirlendiği zamanlarda, hafta içi ve hafta sonu girişlerinin daha akıcı ve kolay yapılabilmesi için kullanıcıya kolaylık sağlaması açısından eklenmiştir.

(Şekil 3.4) 'te ki Hızlı Giriş kısmına tıklanıldığında (Şekil 3.5) teki Hızlı Tanımlama kısmı açılacaktır. Hızlı Tanımlama kısmından tanımlanacak olan zaman aralığı için, başlangıç ve bitiş saati seçilerek hafta içi ve/veya hafta sonu günler için zaman tanımlaması yapılabilir.

Şekil 3.5. Vardiya Off (Hızlı Tanımlama)

Hızlı Giriş tanımlama alanını, bir örnek ile açıklamak gerekirse;

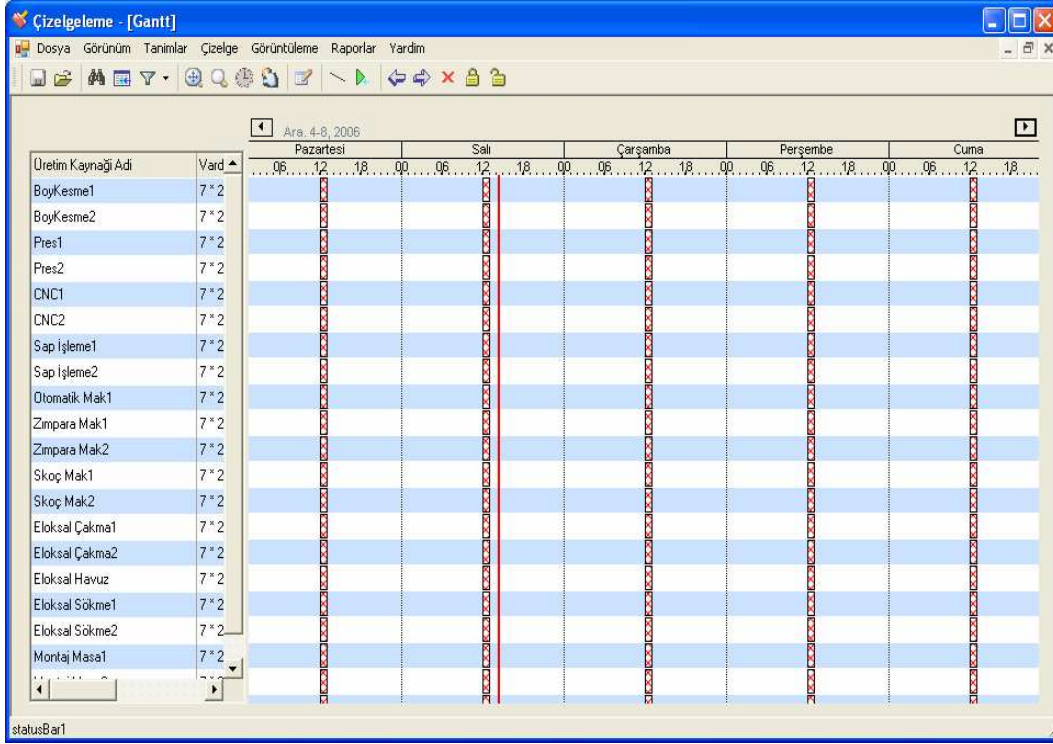
04.12.2006 ve 08.12.2006 tarih aralığında, 7*24 vardiyası için öğle yemeği molasını, çalışılmayacak zaman olarak tanımlamak gerekebilir.

Bu durumda, ilk önce hızlı giriş alanından ilgili tarih aralığı seçilir. Daha sonra Başlangıç saati 12:00, bitiş saati ise 13:00 olduğu belirtilerek hafta içi günlere kaydet seçeneği tıklanır.

Bu şekilde, çalışılmayacak zaman aralığı belirlenmiş ve bu zaman aralığının sisteme kaydı yapılmış olur.

Bu işlemlerden sonra, çizelgeleme yapılırken belirlenen saatlere herhangi bir iş atanması söz konusu olmayacaktır.

Ayrıca Gantt şemasından çalışılmayacak zaman aralığı incelenecek olursa, ilgili iş istasyonları için tanımlanan ilgili vardiya saatleri kırmızı dikey bir çizgi ile ekranda belirtildiği görülür. Bu şekilde, kullanıcı için de kolaylık sağlanmış olur.



Şekil 3.6. Gantt'ta Vardiya Off Zamanların Gösterilmesi

3.2.3. Üretim merkezi

Üretim merkezleri, üretim kaynaklarının grupları gibi düşünülebilir. Aynı özelliklerdeki üretim kaynakları, tek üretim merkezi altında toplanır. Çizelgeleme sırasında, üretim kaynaklarına operasyonlar yüklenirken, aynı üretim merkezine sahip olan üretim kaynakları arasında operasyonlar yükleme optimizasyonu yapılmaktadır.

Şekil 3.7 Üretim Merkezi

3.2.4. Üretim kaynağı

Üretimde, iş yüklenebilecek en küçük birim, üretim kaynağı olarak adlandırılır. Bu bazen bir işçi, bazen de bir CNC tezgahıdır. Üretim sırasında bu kaynağı belirlemenin, programımız içerisindeki karşılığı Üretim Kaynağı tanımlamaktır. Üretim sırasında, operasyon yüklemek istediğimiz her şey için bir üretim kaynağı tanımlanmalıdır. Bu tanımlama yapılmadığı takdirde, çizelgeleme sırasında yüklenmemiş operasyonlar olacak ve gerçek üretim ile planlanan üretim arasında farklar meydana gelecektir.

Bu durumu engellemek için, üretimdeki en küçük parça belirlendikten sonra, aşağıdaki maddeler göz önüne alınarak, Üretim Kaynağı (Bkz Şekil 3.8.) ekranı üzerinde istenilen bilgiler girilmelidir. Bu işlemten sonra tanımlama yapılmış ve Üretim Kaynağının program içerisindeki kaydı tamamlanmış olur.

1. Üretim Kaynağı için, kullanıcı tarafından bir numara belirlenmelidir.
2. Üretim Kaynağına bir ad verilmelidir. Belirlenen ad ise, Üretim kaynağının özelliklerini yansıtmalıdır.

3. Üretim kaynağının kullandığı vardiyanın, üretim kaynağına atanması gereklidir. Bundan dolayı, üretim kaynağı tanımlanmadan önce vardiyalar, program içerisinde Vardiya Tanımlama kısmında tanımlanmış olmalıdır.
4. Üretim kaynağının, hangi üretim merkezine girdiği belirlenmeli ve üretim kaynağı belirlenen üretim merkezine atanmalıdır. Eğer yeni bir Üretim merkezi oluşturulacak ise, ilk önce Üretim merkezi tanımlanmalı, daha sonra bu üretim merkezine bağlı Üretim kaynağı tanımlanmalıdır.

Şekil 3.8. Üretim Kaynağı

3.2.5. Gantt şeması penceresi

3.2.5.1. Gantt şeması nedir

Sık kullanılan proje programlama ve çizelgeleme yaklaşımlarından biri Gantt Şeması'dır. Gantt Şeması, bir zaman çizgisi boyunca çizelgenin tüm safhalarının planlanan ve gerçekleşen sürelerinin, başlangıç ve bitiş zamanlarının belirtilmesi ile oluşturulur. Üretim Kaynağı üstten alta, zamanlar ise soldan sağa doğru sıralanmıştır.

Gantt şemalarında zaman çizgisi boyunca her Üretim Kaynağı için yatay barlar çizilir.

Bu şemalar herhangi bir zamanda hangi operasyonun gerçekleştirilmesi gerektiğini, daha da önemlisi çizelgenin ilerleyişini günlük olarak gösterebilir ve böylelikle gerektiğinde düzeltici önlemlerin alınabilmesini sağlar.

Düşük maliyetli olan Gantt şemaları yöneticilere şunları sağlar:

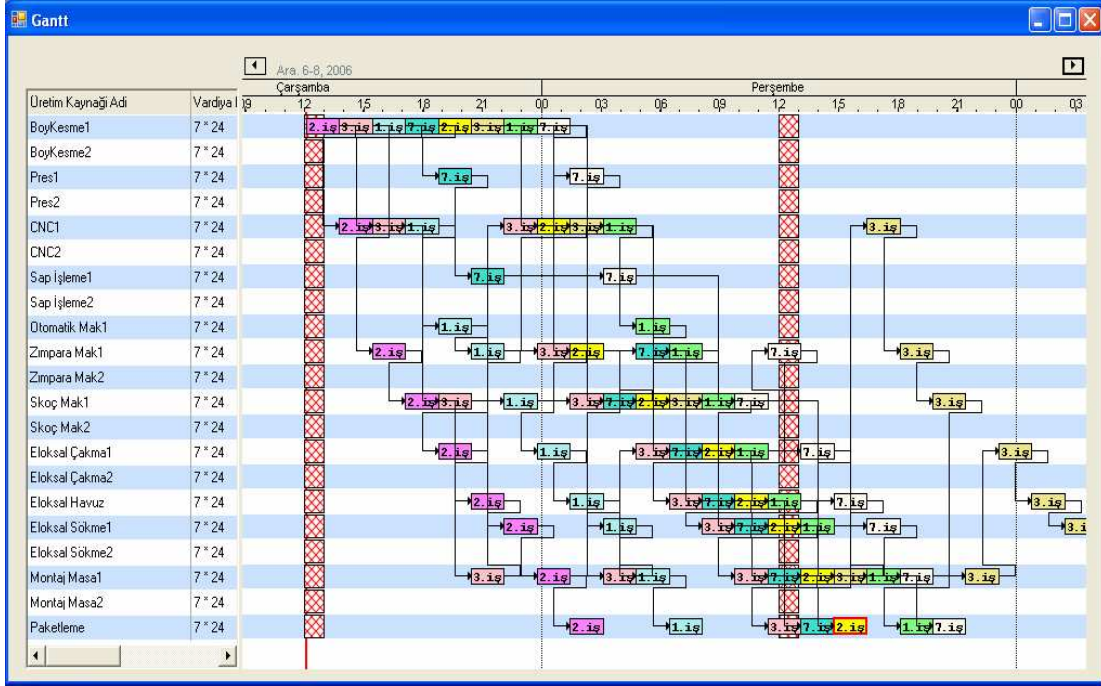
1. Bütün operasyonların planlanması
2. Bunların performans sıralarının dikkate alınması
3. Operasyon zamanlarının tahmin edilip kaydedilmesi
4. Bütün çizelge için gereken zamanın ortaya çıkarılması

Gantt şeması' nın yetersizlikleri şöyle sıralanabilir: Safhalar arasındaki zayıf ilişkileri tanımlamaz,

1. Beklenmeyen gecikmelerden ötürü ekibin karşılaşacağı problemleri göstermez.
2. İş programında gereken kaynakları veya şebeke gereksinimlerini koordine etmez.
3. Her safhanın ne kadar tamamlanmış olduğunu göstermez.

3.2.5.2. Gantt şeması penceresi

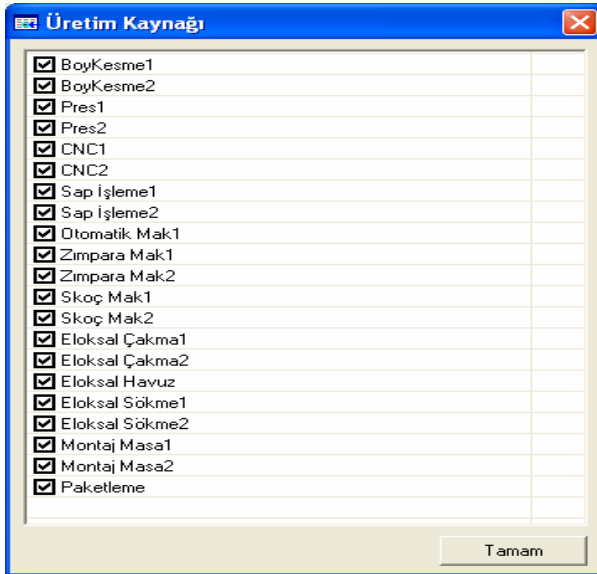
Bu ekranda karşılaşılan GANTT şeması hangi işi, hangi zamanlarda, ne kadar sürede yapılacağını gösteren grafiksel bir tablodur. (Bkz Şekil 3.9.) Tabloya bilgiler girilen işemirlerinden, iş merkezlerinde yapılan operasyonların operasyon sürelerinden ve takvimden geldiği için anlaması oldukça basit bir tablodur.



Şekil 3.9. Gantt Şeması

3.2.6. Üretim kaynağı görüntüleme penceresi

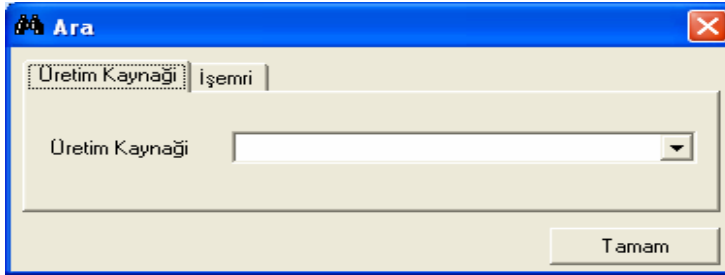
Bu pencere Gantt şemasında görüntülenmek istenen üretim kaynaklarını ayarlar. (Bkz. Şekil 3.10) Bu pencere kullanılarak, Gantt şeması istenilen doğrultuda yeniden biçimlendirilebilir.



Şekil 3.10. Üretim Kaynağı Seçme

3.2.7. Arama ekranı

Gantt şemasında, üretim kaynağı veya iş emri aranacağında bu ekran kullanılır. Üretim kaynağı sekmesinden bir üretim kaynağı seçilerek Tamam düğmesine basılır ve Gantt şeması üzerinde ilgili üretim kaynağına odaklanılır. İş emri sekmesini kullanarak bir arama yapıldığında ise İş emri numarasını girilerek Gantt şemasında istenilen iş emrine ulaşılabilir.



Şekil 3.11. Arama Ekranı

3.2.8. Tarih seçme ekranı

Bu pencere kullanılarak Gantt şeması üzerinde istenilen tarihe gidilebilir.



Şekil 3.12. Tarih Seçme Ekranı

3.2.9. İş emirleri

İş emirleri çizelgeleme için hammaddemizi oluşturmaktadır. ERP/MRP programlarını oluşturdukları İş emirlerinin çizelgeleyerek kapasiteye göre operasyonların başlangıç ve bitiş zamanları belirlenir. Program ilk açıldığında firma seçildikten sonra karşınıza gelecek ilk ekran işemirleri alma ekranıdır bu pencereyi kullanarak ilgili firmaya ait bütün çizelgelenmemiş işemirleri ve o işemirlerine bağlı olan operasyonlar getir Şekil 3.13. de görebilirsiniz.

İş Emri No	Parça Adı / Operasyon Adı	Parça Kod/Rota Sırası	Müşteri Adı	Teslim Tarihi	Adet	Parça Tipi/Bitmiş Adet	Durum	Çizelgeleme Durumu
1. İşemri	1. urun	U0001	EMPAA.Ş.		560...	Mamül	True	Çizelgelenme...
101001	Boy Kesme	1			4	0		
101020	CNC işleme	2			1	0		
101301	Yüzey işleme(Ot.Makine)	3			30	0		
101302	Yüzey işleme(Zımparalama)	4			1	0		
101303	Yüzey işleme(Skoç Parlatma)	5			1	0		
101401	Eloksal Çıkma işlemi	6			200	0		
101402	Eloksal Havuz	7			200	0		
101403	Eloksal Sökme işlemi	8			200	0		
101501	Montaj işlemi	9			1	0		
101701	Paketleme işlemi	10			1	0		
2. İşemri	7. urun	U0007	DURDAĞI BAYAR		100...	Mamül	True	Çizelgelenme...
101001	Boy Kesme	1			4	0		
101020	CNC işleme	2			1	0		
101302	Yüzey işleme(Zımparalama)	3			1	0		
101303	Yüzey işleme(Skoç Parlatma)	4			1	0		
101401	Eloksal Çıkma işlemi	5			200	0		
101402	Eloksal Havuz	6			200	0		
101403	Eloksal Sökme işlemi	7			200	0		
101501	Montaj işlemi	8			1	0		
101701	Paketleme işlemi	9			1	0		

Şekil 3.13 İşemirleri

İşemirleri ağaç şeklide görülmekte olup işemri nosunun altında operasyonlar teknolojik sırasına göre sıralanmaktadır.

İşemri alanları:

İşemri no : İlgili işemrinin numarası

Parça Adı: İşemrinin hangi parça için açılmışsa o parçanın adı.

Parça kodu: İşemrinin hangi parça için açılmışsa o parçanın kodu.

Müşteri Adı:Parçayı isteyen müşterinin adı.

Teslim Tarihi: Parçanın teslim tarihi.

Adet: Kaç adet üretileceği

Parça Tipi:Parçanın tipi Mamül veya yarı mamül olabilir

Çizelgelenme Durumu:Parçanın çizelgelenme durumu şimdiye kadar çizelgelenip çizelgelenmedi.

Operasyon Alanları:

Operasyon Kodu:Parçanın yapıla bilmesi için gerekli operasyonun kodu.

Operasyon Adı:Parçanın yapıla bilmesi için gerekli operasyonun adı

Rota Sırası:Operasyonun sırası teknolojik sırasını gösterir

Adet:Toplam adetten için kaç tane olduğu.

Bitmiş Adet:Atölyede biten operasyonların adeti.

3.2.10. İş veya vardiya özellikleri

İş veya vardiya özellikleri ekranı gant şemasında seçilen operasyonların veya vardiyaların teknik detay özelliklerini göstermek için kullanılan bir ekrandır.Şekil 3.14 ve Şekil 3.15 de görebilirsiniz

3.2.10.1. İş özellikleri

Operasyon Adı: Seçili operasyonun adı.

Operasyon Kodu:Seçili operasyonun kodu.

İş emri No: Seçili operasyonun hangi iş emri için yapıldığını gösteren iş emri numarası

İşemri Miktarı: Seçili operasyonun bağlı olduğu işemrinin kaç adet olduğunu gösterir.

Parça Adı: Seçili operasyonun hangi parçaya ait olduğunu gösteren parça adı.

Parça Kodu: Seçili operasyonun hangi parçaya ait olduğunu gösteren parça kodu.

Müşteri Adı : Bu operasyonun hangi müşteri için yapıldığını gösterir.

Sipariş Miktarı :Bu parçadan kaç adet sipariş verildiğini gösterir.

Bir önceki operasyon kodu: Seçili operasyondan önce yapılan operasyonun kodu.

Bir sonraki operasyon kodu:Seçili operasyondan sonra yapılacak operasyonun kodu

Setup Süresi:Operasyon için gerekli hazırlık süresi.

Operasyon Süresi: Toplam operasyon süresi

Operasyondan Sonraki Bekleme Süresi: Operasyondan sonra gerekli bekleme süresi

Setup Başlama Zamanı: Hazırlık süresinin ne zaman başladığını gösterir.

Operasyon Başlama Zamanı: Operasyonun ne zaman başlayacağını gösterir

Operasyon Bitiş Zamanı: Operasyonun ne zaman biteceğini gösterir

Vardiya Fark: Operasyon herhangi bir vardiya içeriyorsa operasyon vardiya süresi kadar artacaktır bu artma miktarı bu alan ile gösterilir.

İş Özellikleri	
Ad	Değer
Operasyon Adı	CNC işleme
Operasyon Kodu	101202
İşemri no	1.işemri
İşemri Miktarı	560
Parça Adı	1.urun
Parça Kodu	U0001
Müşteri Adı	EMPAA.Ş.
Sipariş Miktarı	
Bir önceki operasyon kodu	101001
Bir sonraki operasyon kodu	101301
Setup Süresi	0
Operasyon Süresi	100
Operasyondan Sonraki Bekleme Süresi	0
Setup Başlama Zamanı	05.12.2006 17:47:00
Operasyon Başlama Zamanı	05.12.2006 17:47:00
Operasyon Bitiş Zamanı	05.12.2006 19:27:00
Vardiya Fark	0
-	Aktarılmamış

Şekil 3.14. İş özellikleri

3.2.10.2. Vardiya özellikleri

Başlama Zamanı: Seçilen vardiyanın başlama zamanı

Bitiş Zamanı: Seçilen vardiyanın bitiş zamanı

İş Özellikleri	
Ad	Değer
Başlama Zamanı	05.12.2006 12:00
Bitiş Zamanı	05.12.2006 13:00

Şekil 3.15. Vardiya Özellikleri

3.2.11. Kontrol listesi

Kontrol listesi programın kullanımı ve çizelgeleme sırasında oluşan hatları ve kullanıcıya verilmek istenen uyarı mesajlarını listelendiği bir bölümdür.

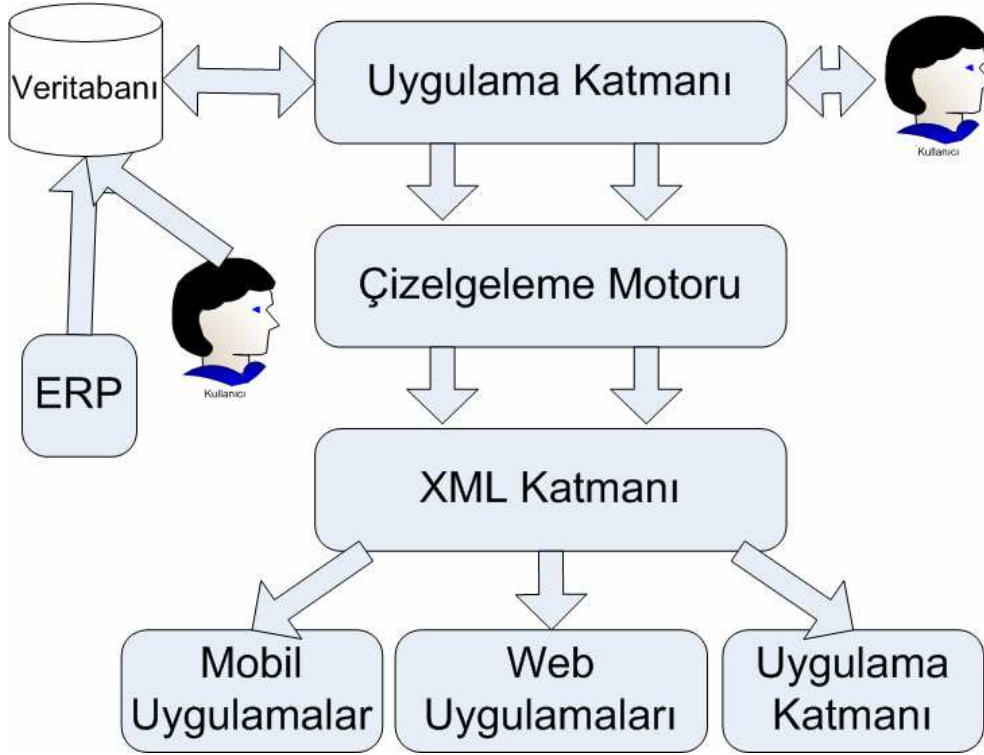
Örnek vermek gerekirse ;

1. “Çizelgelenmemiş işemirleri var” mesajı görüldüğünde işemri ekranından çizelgelenmemiş işemri var demektir mesajın üzerine çift tıklayarak çizelgelenmemiş işemirlerini görerek çizelgeleye bilirsiniz.
2. 101202 no’lu parçayı fare ile CNC2 üretim kaynağına taşımak istenirse "CNC2 üretim kaynağında U0001 nolu parça için 101202 no’lu operasyon yapılamamaktadır." gibi bir mesaj ile karşılaşılır ve program 101202 no’lu operasyonu CNC2 üretim kaynağına taşımanıza izin vermez. Bunun sebebi, bu operasyonun ilgili üretim kaynağında yapılamamasıdır. Üretim kaynağı ve operasyon tanımlama bu operasyon için kısıtlanmıştır.

3.3. Çizelgeleme Yazılımının Mimarisi

Uygulamamız temelde 3 ana katmandan oluşmaktadır. Bu katmanlar arasındaki ilişkiyi Şekil 3.16. de göre bilirsiniz.

Uygulamada katmanların oluşturulurken çizelgeleme işleminin gerçekleşmesi ve kullanıcıların istekleri düşünülerek oluşturulmuştur.



Şekil 3.16. Mimari

3.3.1. Çizelgeleme yazılımında kullanılan katmanları

3.3.1.1. Uygulama katmanı

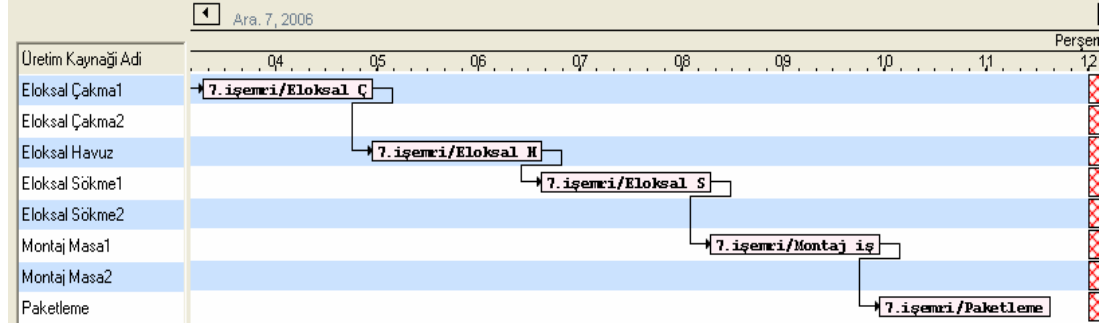
Bu katman tamamen kullanıcı arabiriminden oluşmaktadır. Veritabanındaki veriler ve kullanıcının isteklerini Çizelgeleme Motoru arayüzüne vermek ve XML katmanından oluşan verileri alarak kullanıcıya sunar.

3.3.1.2. Çizelgeleme motoru

Bu katmanda tamamen tek başına çalışması için yapılmıştır. Katmanın arayüzüne istenen bilgiler verildikten sonra İleri ve Geri doğru çizelgeleme olmak üzere iki şekilde çalıştırılabilir.

İleriye Doğru Çizelgeleme: Teslim tarihsiz ve olası en kısa zamanda bitmesi istenen işlerde kullanılır. Metotun diğer bir kullanım yeri rahatça yetişecek siparişlerin çizelgelenmesidir. İlk işlemin başlayacağı tarih başlangıç olarak alınır. Diğer işler işin bitmesi ve hazırlık zamanı göz önüne alınarak çizelgelenir.

Şekil 3.17 de ileri doğru çizelgelenmiş bir parça göre bilirsiniz.



Şekil 3.17. İleri Doğru Çizelgelenenin Gantta Gösterilmesi

Geriye Doğru programlama: Programlama teslim tarihinde başlar. Geriye doğru siparişin başlayacağı tarih hesaplanır. Üretimin her kademesinde başlangıç tarihi hesaplanır. Bitiş tarihinin bilindiği farz edilir. Mamul üretimi çok bileşenli olanlarda uygulanır. Eğer tamamlanmış mamulün teslim tarihi belirli ise, geriye doğru programlama yapılması gerekir. Tek parçalı ürünler için de eğer teslim tarihi söz konusu ise, bu metotla programlama yapılabilir.

3.3.2. XML katmanı

Xml katmanı Çizelgeleme motorunu oluşturduğu bir XML dilidir (Bkz.EK-1).Bu dilin çizelgelenmeye özgü etiketleri (tag) vardır. Bu katmanı kullanan diğer katmanlar (GSM,Web, Uygulama Katmanı vb..) ilgili etiketleri yorumlayarak kullanıcının istediği arayüzde gösterebilirler.

3.3.2.1. XML nedir

XML(Extensible Markup Language - Genişletilebilir İşaretleme Dili)) HTML ile pek çok açıdan benzerlik gösteren bir markup dilidir.Verinin tanımlanması ve tarif edilmesi için kullanılır.HTML' deki yapının aksine XML' de kullanılacak olan tag'ler önceden tanımlı değildir.Yani bir XML dokümanının yapısı tamamıyla kullanıcı tarafından oluşturulur.Verinin tarif edilmesi için DTD veya XSD verilen yapılar kullanılmaktadır. XML ve DTD ve XSD 'nin birlikte kullanılması ile dokümanlar kendini tarif eden bir yapı halini alırlar.

XML ve HTML arasındaki en belirgin fark XML 'in verinin kendisiyle ilgilenmesi HTML 'in ise verinin sunumuyla ilgilenmesidir.Buna bağlı olarak HTML dokümanları veriye ilişkin şekillendirme bilgilerini içerirken XML dokümanları ise verinin tanım bilgilerini içermektedir. XML 'in tasarım amaçlarından biri de verinin taşınmasıdır.

Bahsedilen bu özellikleri incelendiğinde XML 'in pek çok önemli işlevi yerine getirdiği görülmektedir.

Günümüz bilişim dünyasına bakacak olduğumuzda XML 'in her alanda karşımıza çıktığını görmekteyiz.Bu nedenle XML'I bir anlamda geleceğin web dili olarak tanımlamak mümkündür [17].

Sonuç olarak;

- 1.XML hem bir teknolojidir hem de bir dildir
- 2.XML dil olarak markup dil 'leri yaratmaya yarar.
- 3.XML verileri tanımlamak için kullanılan bir teknolojidir.
- 4.XML verileri tanımlamak için bir standart oluşturmak için yaratılmıştır.
- 5.XML verileri standart bir şekilde tanımladığından web 'te veya her hangi iki program arasında veri aliş verişi kolaylaştırmaktadır.

3.3.2.2. Xml katmanının etiketleri

Xml katmanı bir çok etiketken oluşmaktadır ve bu etiketlerin şemasını EK-2 ve EK-3 de görebilirsiniz.

1. cizelge : Çizelgeleme dilinin kök etiketidir bütün etiketler bunu altında yer alır.
2. uklar: Çizelgedeki Üretim kaynaklarının kök etiketidir.
3. uk : Çizelgede bulunan Üretim Kaynaklarının belirtir
uk Etiketinin Nitelikleri:
kod: Üretim kaynağının kodu
ad: Üretim kaynağının adı
vardiya id:Üretim kaynağında kullanılan vardiyanın kodu.
visible:Üretim kaynağının Gantt şemasında görünüp görünmeyeceği
4. isler : Çizelgelenmiş operasyonların kök etiketidir.
5. is : Çizelgelenmiş operasyonları gösterir
is Etiketinin Nitelikleri: id, ad, operasyonkod, setupsuresi, operasyonsuresi, opsonrabeklemezamani, adet, baslamazamani, baslamazamani2, bitiszamani, bitiszamani2, obaslamazamani, makinebekzaman, parcaid, parcaad, renk, siparisid, vardiyafark, kilit, isemrino, aktarma, operasyonstate
6. iliskiler : ilişki etiketinin kök etiketini oluşturur.
7. ilişki : Çizelgedeki isler arasındaki (operasyonlar) öncelik ilişkisini belirtir. Bu aynı zamanda teknolojik iş sıralamasıdır.
8. isx : İlişki grubu içindeki 1 is'i belirtir.
9. vardiyalar: Vardiya bilgilerinin kök etiketidir.
10. vardiya : Çizelge oluşurkenki vardiya bilgilerini içerir.
vardiya Etiketinin Nitelikleri
kod:Çizelgeleme içinde kullanılan vardiyanın kodu.
ad:Çizelgeleme içinde kullanılan vardiyanın adı.
baslamatarih: Vardiyanın başlangıç tarihi
bitistarih: Vardiyanın bitiş tarihi
11. vardiyaoff : Vardiyanın içerdiği çalışılmayacak zamanları gösterir.
vardiyaoff Etiketinin Nitelikleri
aciklama : Kullanılmayan zamanın açıklaması.

başlamazamani: Kullanılmayan zamanın başlangıç zamanı.

bitiszamani : Kullanılmayan zamanın bitiş zamanı.

3.4. Kullanılan Teknoloji

Uygulamamız Microsoft firmasına ait .Net Framework 2.0 ortamı kullanılarak geliştirilmiştir. Geliştirme sırasında C# dili kullanılmıştır.

3.4.1. .Net nedir

.NET Framework, Microsoft tarafından geliştirilen, açık İnternet protokolleri ve standartları üzerine kurulmuş komple bir uygulama geliştirme platformudur. Buradaki uygulama kavramının kapsamı çok geniştir. Bir masaüstü uygulamasından tutun, bir web tarayıcı uygulamasına kadar her şey bu platform içinde düşünülmüştür ve desteklenmiştir. Bu uygulamaların birbirleriyle ve geliştirildiği ortam fark etmeksizin dünyadaki tüm uygulamalarla iletişimi için kolayca Web Servisleri oluşturulmasına imkan verilmiştir. Bu platform, işletim sisteminden ve donanımdan daha üst seviyede taşınabilir olarak tasarlanmıştır. Microsoft, üzerinde çok çalışılmış, düşünülmüş bir ürün ortaya sunmuştur ve görünen-beklenen o ki, ileride sunacağı tüm ürünler de bu yeni platformu hedef alacaktır.

Belki temelinde yatan fikir olarak kimi teknolojilerin klonlandığı iddia edilebilir ki ediliyor da. Lâkin neticeye bakıldığında önümüzde çiçeği burnunda duran .NET :

.NET platformu için uygulama geliştirmek istiyorsanız, işletim sisteminize .NET çalıştırma ortamını kurmanız gerekiyor. Bu ortamı, Java uygulamalarını çalıştırmak için gerekli olan Java Run-time Environment (JRE) gibi düşünebilirsiniz.

.NET platformu iki ayrı kurulum dosyası halinde, ücretsiz sunuluyor:

.NET 'in çekirdek kurulumu (21 MB) : Bu kurulum ile, bilgisayarınızda bir metin editörü açıp kodunuzu yazıp, gelen derleyiciler ile derleyip uygulamanızı

sınayabilirsiniz. Ancak bu kurulum, geliştiriciler için değil, daha çok dağıtım sonrası uygulamanızın çalışacağı sistemler için uygundur. .NET uygulamaları için gerekli çalışma zamanı ortamını, web uygulamalarının sunulabilmesi için gerekli olan Web sunucu (IIS) eklentilerini ve desteklenen temel dillerin derleyicilerini sunmaktadır. Bir yazılım geliştiricinin bunlardan daha fazlasına ihtiyacı vardır. Hele de uygulama geliştireceği ortamda herhangi bir deneyimi yoksa. Bu nedenle ikinci bir seçenek sunuluyor.

.NET Framework SDK (134 MB) : SDK yani Software Development Kit, çekirdek kurulumu içeren daha kapsamlı bir kurulumdur. Peki 134 mb lik kurulumda fazladan neler var : Faydalı araçlar, hata ayıklayıcılar, SQL Server'in hafif versiyonu MSDE, hızlıca başlamanızı temin edecek QuickStart Tutorials, örnek uygulamalar ve devâsa dokümantasyon. Organizasyonu ve disiplini göz kamaştırır bir dokümantasyon olduğunu kullanmaya başladıkça çok iyi anlayacaksınız.

Bu iki kurulumu da ücretsiz olarak Microsoft'un sitesinden indirebilirsiniz : <http://msdn.microsoft.com/net/>

Hangi işletim sistemlerinde çalışıyor?

Şu anda .NET Framework istemci uygulamaları Windows 98/Me /NT4 /2000/ XP/ Server 2003 işletim sistemlerinde çalışabiliyor.

Ancak sunucu davranışı için Windows 2000 (SP2 ve üstü), Windows XP veya Windows Server 2003 gerekiyor. Windows Server 2003'te .net framework kurulmuş oluyor zaten, ayrıca yüklemenize gerek yok. Bu işletim sistemleri dışında ASP.NET sayfalarını (yani .NET'in tarayıcıları ve mobil cihazları hedef alan web uygulamaları) sunamıyorsunuz. Elbette ki bu sunum, Internet Information Server (IIS) da gerektiriyor.

Teoride .NET Framework her hangi bir işletim sistemine taşınabilir. Ancak taşınacağı işletim sistemine özgü çalışma zamanı ortamının ve sınıf kütüphanesinin yazılması lazım. Şu anda Linux için bu tip bir çalışma sürüyor.

Yazacağınız herhangi bir .NET uygulaması ortak bir run-time ortamda çalışacak ve ortak bir kütüphaneyi kullanacaktır. Run-time ortamının teknik adı Common Language Runtime (CLR) dir. CLR, kodunuzun başında duran bir şef gibidir. Yetenekleri ve görevleri çok fazladır ve platformun en önemli bölümüdür. Mesela kodunuzda kaygısızca oluşturduğunuz ve "heap" alanına yığdığınız nesnelere kullanılmadığı andan itibaren otomatik olarak toplanması CLR'in görevidir.

.NET uygulamalarının kaynak kodları çalışır hale gelebilmek ve CLR'nin muhatabı olabilmek için iki derleme aşamasından geçmektedir. Desteklenen herhangi bir dille (VB.NET, C#, ..) yazdığınız kaynak kodu, .NET'in çekirdek kurulumu ile gelen, komut satırı derleyicileri kullanarak derlediğinizde ilk aşama gerçekleşmektedir. Derleme sonucunda bir .exe veya bir .dll dosyası oluşsa bile, bu dosyaların yürütülebilmesi için ikinci bir derleme evresine girmeleri gerekir. İlk derlemede kaynak kodunuz, özel adı MSIL (Microsoft Intermediate Language) olan, Assembly (sembolik makine) diline yakın bir dile dönüştürülmektedir. Oluşan .exe ve .dll dosyalar yürütülebilir kodlar yerine ara dil içermektedir. Bu dosyaları çalıştırmak istendiğinde, devreye CLR girecektir. Bu ara dildeki talimatlar, just-in time (JIT) compilation denen ikinci derleme aşamasına girecektir ve doğal makine koduna dönüşecektir. Bu ikinci derleme, uygulamanın çalışacağı yerde olacağından oluşacak doğal kod o ortama özgü olacaktır. Örneğin farklı işlemciler için farklı talimatlar üretilecektir.

Öte yandan uygulamanızı geliştirirken bir çok hazır çağrılara ihtiyacınız olacaktır. .NET, programcının kullanımına hazır bir sınıf kütüphanesi sunmuştur. Bu kütüphane işletim sistemi ile uygulamanız arasında bir köprü görevi yapmaktadır. Siz bir dosyaya yazmak istediğinizde, işletim sisteminin dosya sistemi çağrılarını yerine, bu kütüphanedeki hazır sınıfı kullanacaksınız. Yani muhatabınız işletim sisteminden daha üst seviyede duran .NET iskeleti olacaktır. Böylelikle teoride uygulamanızın bağımlı olduğu tek şey .NET Framework'tur ve işletim sisteminden, donanımdan bağımsız hale gelmektedir. Bunun en kısa ifadesi "taşınabilir"liktir [18].

3.5. Programın Kullanımı

Çizelgeleme yazılımı; sade ve işlevsel ara yüzü ile kullanımı kolay olacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca biçimlene bilen özel menüleri ve kısa yol uygulamaları ile fonksiyonel hale getirilmiştir. Kullanıcı dostu bir arayüze sahip olup. Günümüz programlarında kullanımı standart hale gelmiş ve bütün dünyaca kabul edilmiş bir tasarıma sahiptir.

3.5.1. Tasarımın özellikleri

1. Menü: Menü çubuğu komutları seçebileceğiniz menüleri barındırır. Her bir kelime, bir komut grubu olan menüyü ifade eder. Menüde o program ile ilgili yapılabilecek işlemler bulunur. Menüler üzerine tıklanarak açılan listeden komutlar seçilebilir. Bir menü komutu soluk renkteyse, bunun anlamı bulunduğunuz aşamada o komutun kullanılamayacağıdır. Bir menü komutunun yanında ok işareti görüyorsanız, bunun anlamı komutun içinde başka komut seçenekleri de var demektir. Bazı komutların karşısında Ctrl+ ifadesini ve bir karakteri görürsünüz. Bu ifade. Söz konusu menü komutunun menüyü açmadan, Ctrl ve belirtilen tuşa basarak klavyeden de verilebileceğini gösterir.

2. Araç Çubuğu: Menülerde bulunan komutlara simgeler aracılığıyla ulaşmak için kullanılan çubuktur. Araç çubukları menü içinde bulunan komutların yaptıkları işleri basitçe gerçekleştiren küçük butonlardır. Araç çubukları komutu butonları ve buton gruplarını kendi isteğimize göre düzenlememizi sağlar.

3. Açılık kapanan ve gizlenip açılan pencereler:

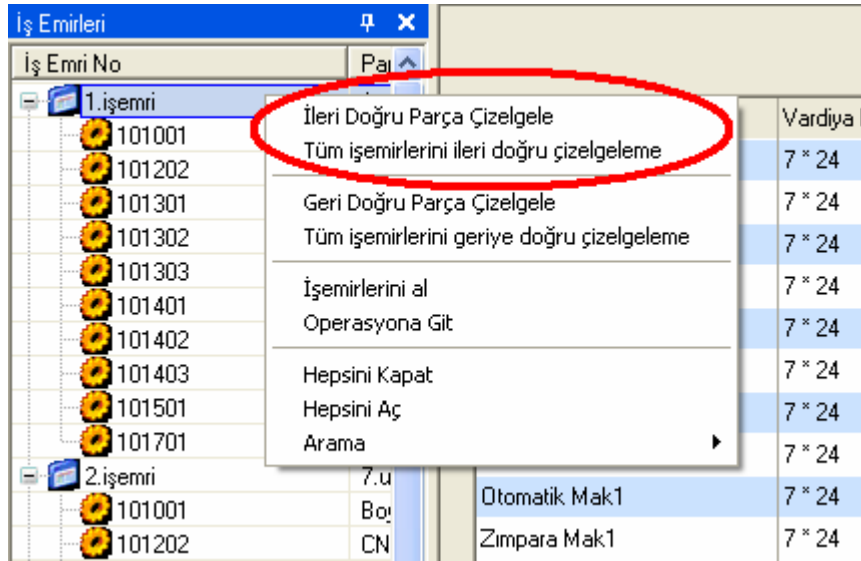
3.5.2. Programın gelen kullanımı

3.5.2.1. İleri doğru çizelgeleme

İleri doğru çizelgeleme program içinde 3 şekilde yapılmaktadır. Bunlardan ilki İşemirleri ekranında fareinizi çizelgelemek işemirinin üzerine gelerek farenin sağ tuşuna bastığınızda karşınıza ileridoğru çizelgeleme ile ilgili iki adet seçenek gelir.(Bkz Şekil 3.18)

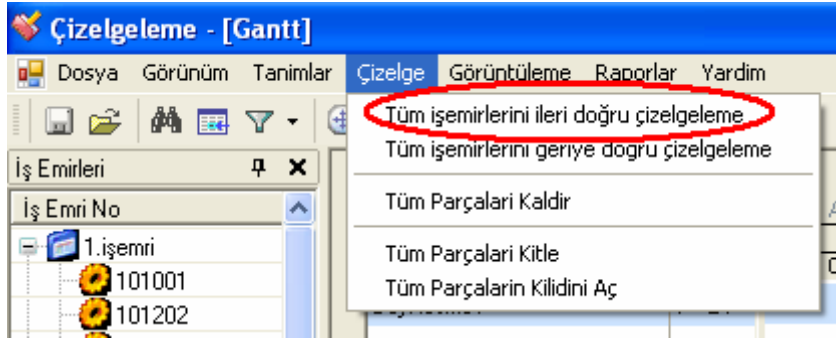
Bu seçenekler;

1. İleri Doğru Parça Çizelgele :Seçeneği seçilirse ileri doğru çizelgelenmek istenen tarih sorulur. Tarih girildikten sonra istediğiniz parça ileri doğru çizelgenmiş olur. Çizelgelenen parçayı gant şeması üzerinde göre bilirsiniz.
2. Tüm işemirlerini ileri doğru çizelgele : Eğer bu seçenek seçilmişse sistemde çizelgelenmemiş bütün işemirleri günün tarihinden itibaren ileri doğru çizelgelenir. Çizelgeleme sonucu gant şemasından takip edilebilir.



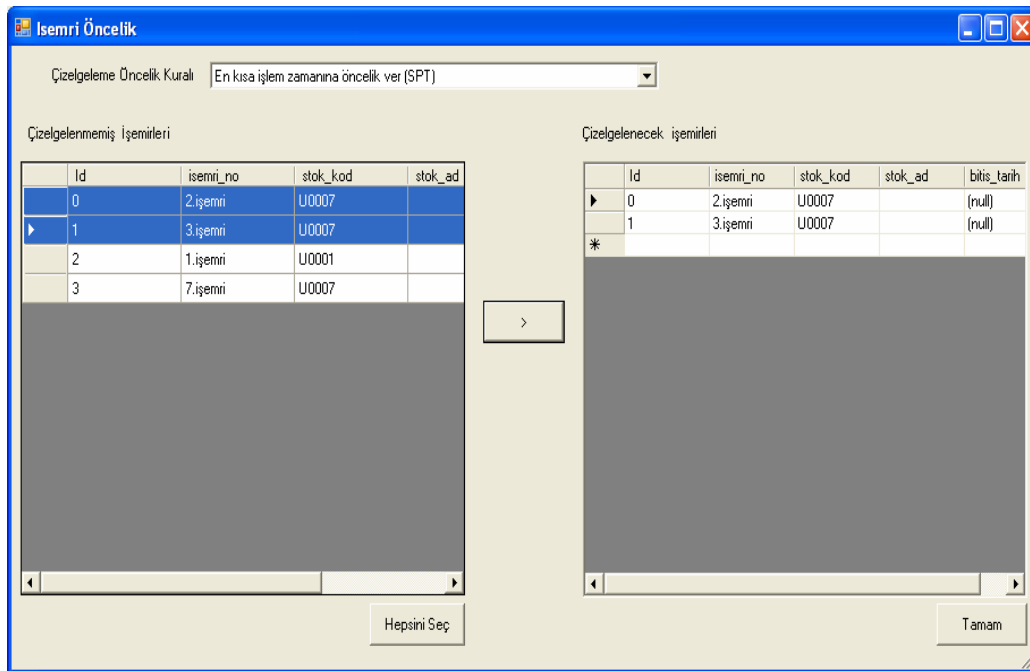
Şekil 3.18. İleri Doğru Çizelgeleme Menüsü

Bu yöntemler hariçinde birde çizelgeleme öncelik kuralları seçilerek, istenen işemirleri ileri doğru çizelgelenebilir bunun için Çizelgeleme menüsünden Tüm işemirlerini ileri doğru çizelgele seçeneği seçilir (Bkz. Şekil 3.19)



Şekil 3.19. Tüm İşemirlerini İleri Doğru Çizelgeleme Menüsi

Bu seçenek seçildikten sonra karşımıza İş emri öncelik ekranı çıkacaktır.
(Bkz. Şekil 3.20)



Şekil 3.20. İşemri öncelikleri

İşemri öncelik ekranı da ilk önce Çizelgeleme öncelik kuralı belirlenir. Burada seçilebilecek öncelik kurakları bunlardır.

1. Rastgele (Random)
2. En kısa işlem zamanına öncelik ver (SPT)

3. En erken teslim tarihe sahip operasyona öncelik ver. (EDD)
4. Müşteri önceliğine göre

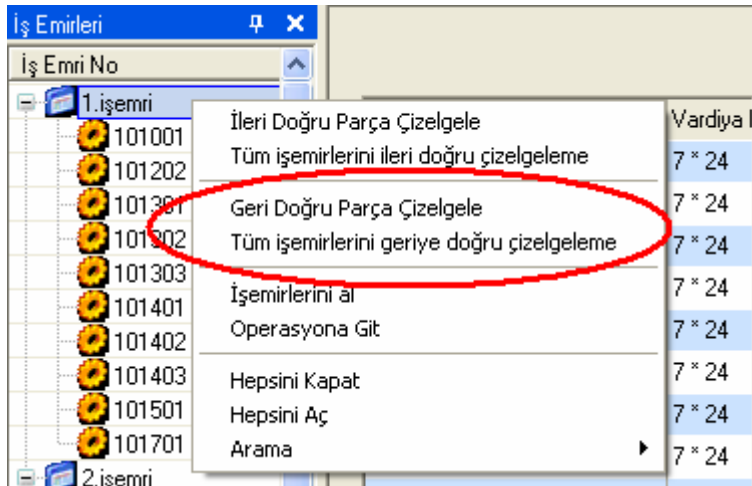
Çizelgeleme öncelik kuralı belirlendikten sonra Çizelgelenmemiş İşemirleri ızgarasında işlemirleri sıralanır buradan fare kullanılarak istenen işlemirleri seçilerek çizelgelenen ızgarasına aktarılır. Burada tek tek seçim yapılabileceği gibi Hepsini Seç seçeneği kullanılarak da bütün işlemirleri tek seferde seçilebilir. Bu işlemlerin ardından Tamam düğmesine basıldığında çizelgelenmek istenen işlemirleri istenen sırada çizelgelenmeye başlar. Çizelgeleme sonucunu gant şemasından takip edilebilir.

3.5.2.2. Geri doğru çizelgeleme

Geri doğru çizelgeleme program içinde 3 şekilde yapılmaktadır. Bunlardan ilki İşemirleri ekranında fareyi çizelgelemek işlemirinin üzerine gelerek farenin sağ tuşuna bastığımızda karşınıza geri doğru çizelgeleme ile ilgili iki adet seçenek gelir.(Bkz Şekil 3.21.)

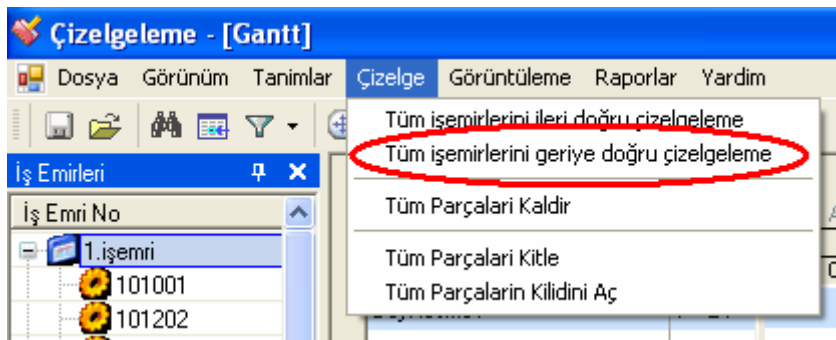
Bu seçenekler;

1. Geri Doğru Parça Çizelgeleme :Seçeneği seçilirse geri doğru çizelgeleme için teslim tarihinden geriye doğru çizelgelenir.
2. Tüm işlemirlerini geri doğru çizelgeleme : Eğer bu seçenek seçilmişse sistemde çizelgelenmemiş bütün işlemirleri teslim tarihinden itibaren geri doğru çizelgelenir. Çizelgeleme sonucunu gant şemasından takip edilebilir.



Şekil 3.21. Geri Doğru Çizelgeleme Menüsü

Bu yöntemler haricinde birde çizelgeleme öncelik kuralları seçilerek, istenen işemirleri geri doğru çizelgelene bilir bunun için Çizelgeleme menüsünden Tüm işemirlerini geri doğru çizelgele seçeneği seçilir (Bkz. Şekil 3.22.)



Şekil 3.22. Tüm İşemirlerini Geri Doğru Çizelgeleme Menüsü

Bu seçenek seçildikten sonra karşımıza İş emri öncelik ekranı çıkacaktır. (Bkz. Şekil 3.20)

İşemri öncelik ekranı da ilk önce Çizelgeleme öncelik kuralı belirleni. Burda seçilebilecek öncelik kuralları bunlardır.

5. Rastgeler (Random)

6. En kısa işlem zamanına öncelik ver (SPT)

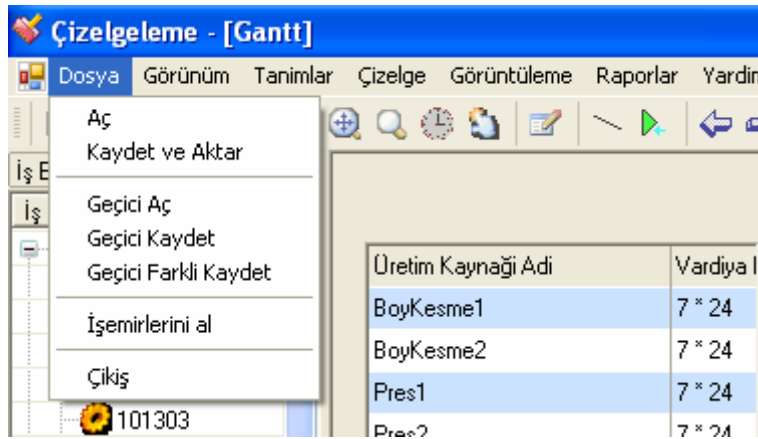
7. En erken teslim tarihe sahip operasyone öncelik ver (EDD)
8. Müşteri önceliğine göre

Çizelgeleme öncelik kuralı belirlendikten sonra Çizelgelenmemiş İşemirleri ızgarasında işlemirleri sıralanır buradan fare kullanılarak istenen işlemirleri seçilerem Çizelgelenen ızgarasına aktarılır. Burda tek tek seçim yapılabileceği gibi Hepsini Seç seçeneği kullanılarakta bütün işlemirleri tek seferde seçilebilir. Bu işlemlerin ardından Tamam düğmesine basıldığında çizelgelenmek istenen işlemirleri istenen sırada çizelgelenmeye başlar. Çizelgeleme sonucunu gant şemasından takip edilebilir.

3.5.3. Menüler

3.5.3.1. Dosya menüsü

Bu menüdeki seçenekler dosya işlemleri ile ilgili seçeneklerdir (Bkz. Şekil 3.23)



Şekil 3.23. Dosya Menüsü

1. Aç : Ana Üretin çizelgesi olarak kabul edilen çizelgeyi veritabanından gant şemasına yükleme işlemini gerçekleştirir.

2. Kaydet ve Aktar :Gant şemasında bulunan çizelgeyi ana üretim çizelgesi olarak kaydeder.
3. Geçici Aç : Geçici olarak hazırlanmış ve dosya olarak saklanan çizelgeyi gant şemasına yükleme işlemini gerçekleştirir.
4. Geçici Kaydet: Gant şemasında hazırlanmış olan çizelgeyi geçici çizelge olarak dosyaya yazma işlemini gerçekleştirir
5. Geçici Farklı Kaydet: Gant şemasında hazırlanmış olan çizelgeyi geçici çizelge olarak farklı dosya adı ile yazma işlemini gerçekleştirir
6. İşemirlerini al : Veritabanında bulunan çizelgelenmemiş işemirlerini işemri penceresine doldurma işlemini yapar.
7. Çıkış: Programdan çıkmak için kullanılır.

3.5.3.2. Görünüm menüsü

Görüntüleme menüsü program içindeki ana çalışma alanında görünmesini istenilen veya istenmeyen pencerelerin kullanıcı isteği doğrultusunda ayarlandığı menüdür. (Bkz. 3.24)

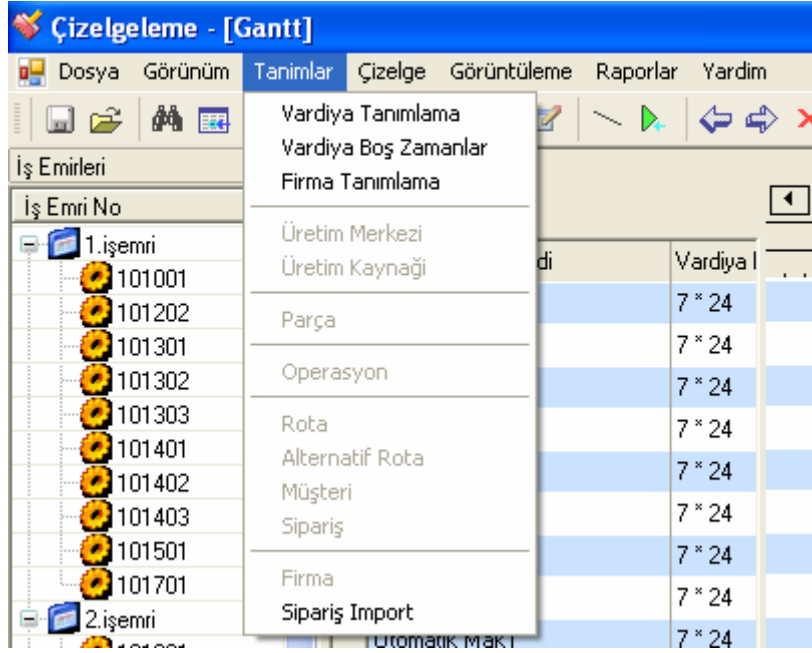


Şekil 3.24 Görünüm Menüsü

1. İşemri: İşemri ekranını açar veya kapatır.
2. İş Özellikleri: İş özellikleri ekranını açar veya kapatır.
3. Analiz: Analiz ekranını açar veya kapatır.
4. Kontrol Listesi: Kontrol ekranını açar veya kapatır.
5. Üretim Kaynağı Ekle/Kaldır: Üretim Kaynakları ekranını açar. Bu ekran Gant şemasında ki Üretim kaynaklarının görünür olmasını veya olmamasını sağlar.

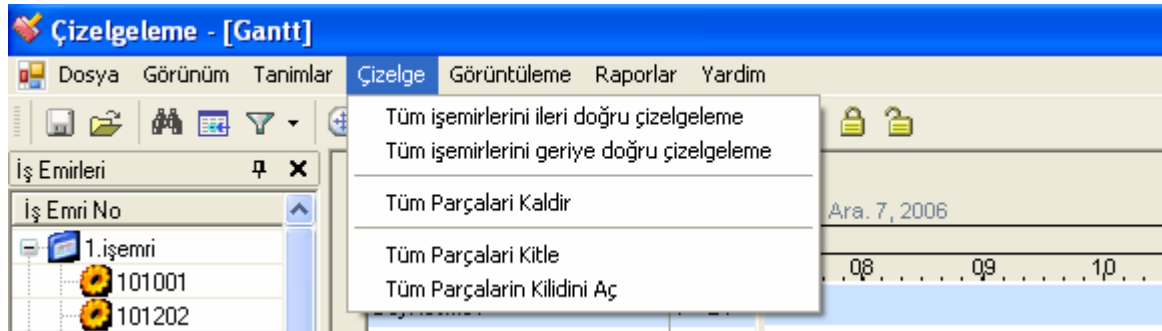
3.5.3.3. Tanımlar menüsü

Programın içerisinde kullanılan sabit değerler ve öntanımlamalı değerlerin girildiği pencereleere erişimi sağlar (Bkz. Şekil 3.25.)



Şekil 3.25 Tanımlar Menüsü

3.5.3.4. Çizelge menüsü



Şekil 3.26 Çizelge Menüsü

1. Tüm İşemirlerini İleri Doğru Çizelgeleme
2. Tüm İşemirlerini Geriye Doğru Çizelgeleme

3. Tüm Parçaları Kaldır: Gantt şemasındaki operasyonların hepsini
4. Tüm Parçaları Kitle
5. Tüm Parçaların Kilidini Aç

3.5.3.5. Görüntüleme menüsü



Şekil 3.27. Görüntüleme Menüsü

1. Gantt : Gantt Penceresini açmak için kullanılır. Bu pencere Çizelgeleme Motorunun oluşturduğu XML ile devamlı bir senkronizasyon içindedir.
2. Zoom+ :Gantt şemasında 1000 lerce operasyon olduğu düşünülürse. Gantt şemasının efektif olarak kullanılabilmesi için operasyonların görünümünü büyütür.
3. Zoom -:Gantt şemasında 1000 lerce operasyon olduğu düşünülürse. Gantt şemasının efektif olarak kullanılabilmesi için operasyonların görünümünü küçültür.
4. Bugün Çizgisi : Gantt üzerinde bugün çizgisi çizilir ve bu çizgi zaman geçtikçe ilerler çizelgenin takibi için gerekli bir durumdur.
5. Vardiyaları Görüntüle : Üretim kaynakları için belirtilen vardiya bilgilerinin Gantt şemasında görünmesini yada görünmemesini sağlar.
6. İlişkileri Görüntüle: Operasyonlar arasındaki ilişkileri gantt şeması üzerinde görülmesini yada görülmemesini sağlar.
7. Gantt'a Arama :Gantt üzerinde arama yapmak için özel bir pencere açar .Bu pencereyi kullanarak Gantt üzerinde Üretim kaynağı ve işemri araya

bilirsiniz.Gantt şemasında binlerce operasyonun olduğunu düşünürsek aradığımız şeyi bula bilmek için gerekli bir ekrandır.

8. Git : Gantt şeması üzerinde istediğimiz tarihe gide bilmek için kullandığımız pencereyi açmamızı sağlar.

3.6. Raporlar ve Performans Ölçütleri

3.6.1. Bekleyen parçalar

Bu rapor (Bkz. Şekil 3.28) bize parçanın operasyonlarının olması gerektiği zaman ile olduğu zaman arasındaki farkı vermektedir. Çizelgeleme sırasında operasyonun ilk konulmak istediği yer ile konulduğu yer arasındaki fark alınarak hesaplanır ve operasyon bazlı olarak listelenir. Bu liste XML katmanında çizelgeleme sırasında is etiketinin oluşturulduğu anda zaman hesaplanarak bulunur. Hesaplama için kullanılan nitelikler baslamazamani ,obaslamazamani ve makinebekzaman dır.

baslamazamani :Operasyonun başlayacağı zaman.

obaslamazamani:Operasyonun makine dolu olmasa idi başlaması gereken zaman.

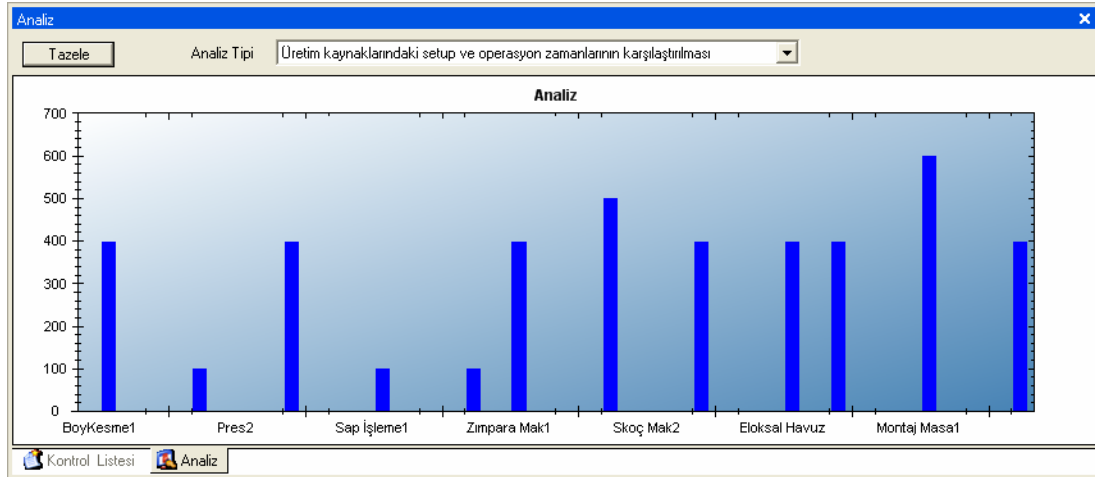
makinebekzaman : Bu nitelik ise baslamazamani ve o baslamazamani arasındaki dakika cinsinden geçikme miktarını vermektedir.

Operasyon Adı	Başlama Zamanı	Bitiş Zamanı	Bekleme Zamanı
Boy Kesme	11.12.2006 12:11:00	11.12.2006 13:51:00	100
Boy Kesme	11.12.2006 13:51:00	11.12.2006 15:31:00	200
Boy Kesme	11.12.2006 15:31:00	11.12.2006 17:11:00	300
Bükme işlemleri	11.12.2006 17:11:00	11.12.2006 18:51:00	0
CNC işleme	11.12.2006 12:11:00	11.12.2006 13:51:00	0
CNC işleme	11.12.2006 13:51:00	11.12.2006 15:31:00	0
CNC işleme	11.12.2006 20:31:00	11.12.2006 22:11:00	0
CNC işleme	11.12.2006 15:31:00	11.12.2006 17:11:00	0
Sap işleme	11.12.2006 18:51:00	11.12.2006 20:31:00	0
Yüzey işleme(Dt.Makine)	11.12.2006 17:11:00	11.12.2006 18:51:00	0
Yüzey işleme(Zımparalama)	11.12.2006 13:51:00	11.12.2006 15:31:00	0
Yüzey işleme(Zımparalama)	11.12.2006 22:11:00	11.12.2006 23:51:00	0
Yüzey işleme(Zımparalama)	11.12.2006 18:51:00	11.12.2006 20:31:00	0
Yüzey işleme(Zımparalama)	12.12.2006 03:11:00	12.12.2006 04:51:00	0
Yüzey işleme(Skoç Parlatma)	11.12.2006 15:31:00	11.12.2006 17:11:00	0
Yüzey işleme(Skoç Parlatma)	11.12.2006 17:11:00	11.12.2006 18:51:00	100
Yüzey işleme(Skoç Parlatma)	11.12.2006 23:51:00	12.12.2006 01:31:00	0
Yüzey işleme(Skoç Parlatma)	11.12.2006 20:31:00	11.12.2006 22:11:00	0
Yüzey işleme(Skoç Parlatma)	12.12.2006 01:31:00	12.12.2006 03:11:00	300
Eloksal Çakma işlemleri	11.12.2006 17:11:00	11.12.2006 18:51:00	0
Eloksal Çakma işlemleri	12.12.2006 03:11:00	12.12.2006 04:51:00	0
Eloksal Çakma işlemleri	11.12.2006 22:11:00	11.12.2006 23:51:00	0
Eloksal Çakma işlemleri	12.12.2006 04:51:00	12.12.2006 06:31:00	0
Eloksal Havuz	11.12.2006 18:51:00	11.12.2006 20:31:00	0
Flnksal Havuz	12.12.2006 04:51:00	12.12.2006 06:31:00	0

Şekil 3.28 Bekleyen Parçalar Penceresi

3.6.2. Üretim kaynaklarındaki setup ve opr. zamanlarının karşılaştırılması

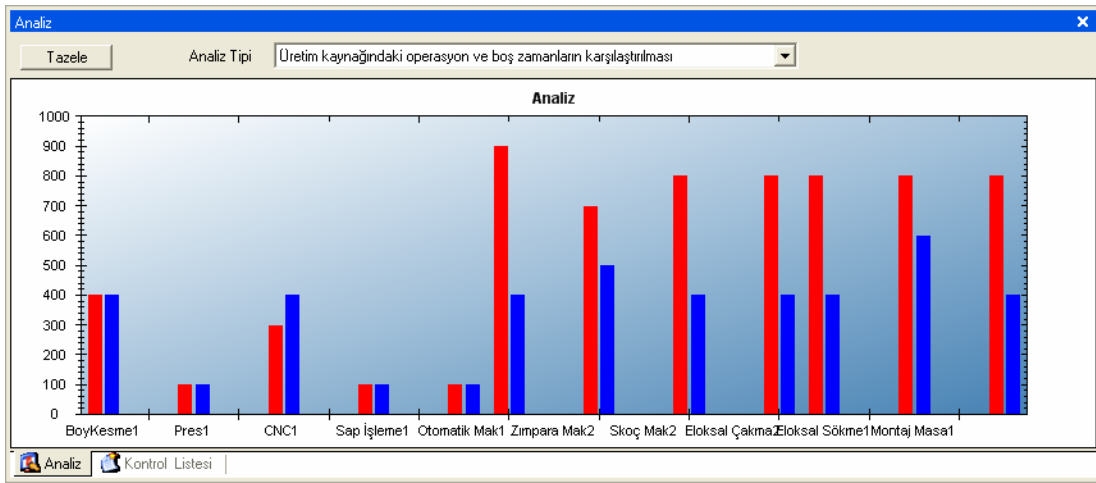
Bu raporun amacı Üretim Kaynaklarındaki hazırlık zamanları ile operasyon zamanlarını karşılaştırmanızı sağlayan bir rapordur.



Şekil 3.29 Üretim Kaynaklarındaki Setup ve Opr. Zamanlarının Karşılaştırılması

3.6.3. Üretim kaynağındaki operasyon ve boş zamanların karşılaştırılması

Bu raporun amacı Üretim Kaynağını çalışma ve boş kalma zamanlarını karşılaştırmaktır. Bu rapor ile amaçlanan makinenin en az boş zaman ile çalışma bilmesi için kullanıcının çizelgeleme önceliklerini değiştirerek veya manuel olarak çizelge üzerinde yaptığı değişikliklerin nasıl bir performans oluşturduğunu göre bilmesidir. Sonuç olarak yapılması istenen şey Üretim Kaynaklarının boş kalmamasıdır yani Üretim Kaynaklarındaki boş zamanları en aza indirmektir.



Şekil 3.30 Üretim Kaynağındaki Operasyon ve Boş Zamanların Karşılaştırılması

3.6.4. İşemri listesi

Raporlar bölümünün altında İşemri Listesi seçildiğinde karşımıza iki seçenek çıkar bunlar Çizelgelenmiş ve Çizelgelenmemiş işemirlerinin listelerini almamızı sağlar. Seçenekler seçildiğinde karşınıza gelen ekrandan istediğimiz koşullara uygun kayıtları arama ekranları doldurarak erişilebilir.

BÖLÜM 4. ÇİZELGELEME PROGRAMININ UYGULAMASI

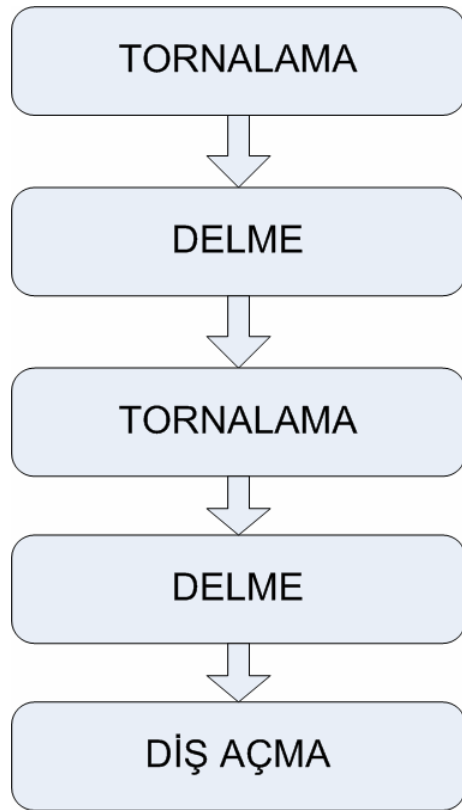
Çizelgeleme programının uygulaması, Türkiye'nin önde gelen firmalarına kurumsal çözümler üreten tecrübeli yazılım firması Uyumsoft ve Uyumsoft'un yeni müşterilerinden biri olan Sampa Otomotiv San ve Tic Ltd. Şti firmasında örnek ürünler seçilerek uygulandı [19].

Uygulamada SAMPA firmasının ürettiği iki ürün ve bu ürünleri üretmek için kullanılan üretim kaynakları baz alındı.

EKZANTRİK BORUSU ve MAKAS PİMİ ürünlerinden, çeşitli müşterilerden gelen siparişler için açılmış işemirleri çizelgelendi.

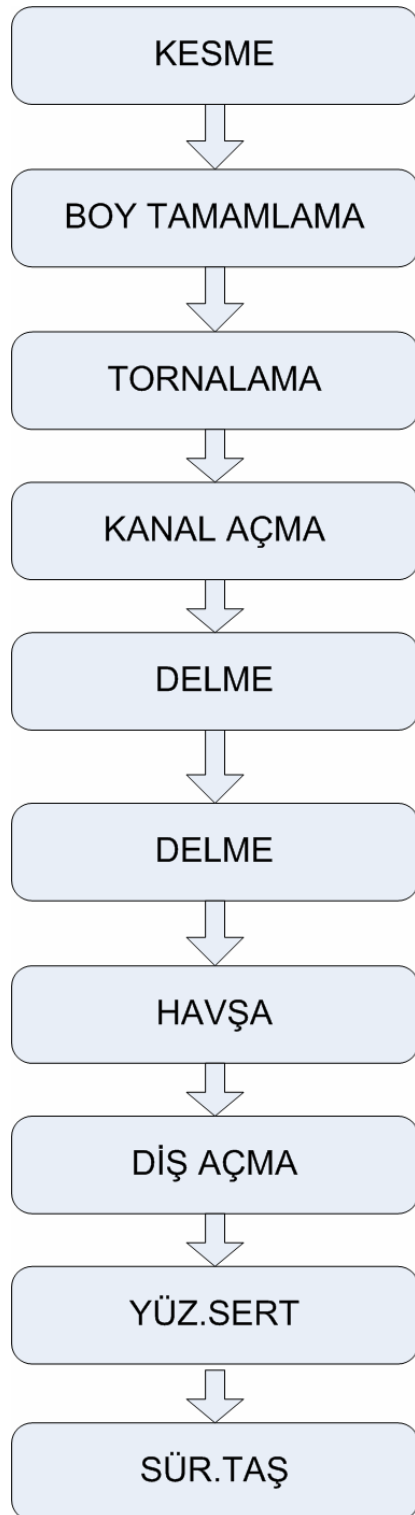
Öncelikli olarak bu ürünlerin teknolojik sıralarını, hangi Üretim merkezine ve Üretim kaynağına bağlı olduklarını, bu üretim kaynaklarında ilgili operasyonlar için tanımlanmış hazırlık, operasyon ve bekleme süreleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

4.1. Eksantrik Borusu Teknolojik Sırası



Şekil 4.1. Eksantrik Borusu Teknolojik Sırası

4.2. Makas pimi Teknolojik sırası



Şekil 4.2. Makas Pimi Teknolojik Sırası

4.3. Üretim Merkezleri

Çizelgeleme için kullanılan üretim merkezleri Tablo 4.1 de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Üretim merkezleri tablosu

Kodu	Adı
IM-01	TESTERELER
IM-02	MATKAP
IM-03	TAŞLAMALAR
IM-04	REVOLVER-BOY TAMAMLAMA
IM-05	FREZE VE TORNALAR
IM-06	İNDÜKSİYON

4.4. Üretim Kaynakları

Çizelgeleme için kullanılan üretim kaynakları Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Üretim kaynakları tablosu

Kod	Adı	Üretim Merkezinin Kodu
BT-01	1 NOLU BOY TAMAMLAMA MAKİNESİ	IM-04
FR-01	1 NOLU DİK İŞLEM FREZE(ÇİFT PALETLİ)	IM-05
FR-02	2 NOLU DİK İŞLEM FREZE(ÇİFT PALETLİ)	IM-05
IN-07	İNDÜKSİYON	IM-06
KV-01	1 NOLU KLAVUZ MAKİNESİ	IM-02
MA-01	1 NOLU MATKAP	IM-02
MA-02	2 NOLU MATKAP	IM-02
MA-03	3 NOLU MATKAP	IM-02

Tablo 4.3. Üretim kaynakları tablosunun devamı

PS-01	1 NOLU PUNTASIZ TAŞLAMA	IM-03
TE-01	1 NOLU TESTERE	IM-01
TE-02	2 NOLU TESTERE	IM-01
TE-03	3 NOLU TESTERE	IM-01
TR-01	1 NOLU CNC TORNA	IM-05
TR-02	2 NOLU CNC TORNA	IM-05
TR-03	3 NOLU CNC TORNA	IM-05
TR-04	4 NOLU CNC TORNA	IM-05
TR-05	5 NOLU CNC TORNA	IM-05
TR-06	6 NOLU CNC TORNA	IM-05
TR-07	7 NOLU CNC TORNA	IM-05
TR-08	8 NOLU CNC TORNA	IM-05

4.5. Operasyonların Üretim Kaynaklarındaki İşlem Zamanları

Bu veriler çizelgeleme için en önemli bilgilerdir. Bu verilerin olmaması çizelgelemenin yapılamayacağı anlamına gelir. Burda dikkat edilmesi gereken zamanların doğru verilmeleri ve üretim merkezi ve üretim kaynağı bilgilerinde sayesinde Çizelgeleme programı operasyonları aynı üretim merkezi altındaki üretim kaynakları arasında dağıtacaktır. Bu işlemin yapıla bilmesi için Operasyonların Üretim Kaynaklarındaki İşlem Zamanları tablosunun (Örnek için Tablo 4.3 Bkz) düzgün bir ve doğru veriler ile oluşturulmalıdır. Aksi takdirde çizelgeleme sonucu hatalı olacaktır.

Tablo 4.4. Operasyon zamanları

İstasyon Kod	Stok Kod	Miktar	Hazırlık Süre	İşlem Süresi	Boş Süre	Bekleme Süre	Operasyon Kod
KV-01	015.045	2	5	1	5	5	DİŞ AÇMA
TR-08	015.045-1	1	5	2	5	5	TORNALAMA
TR-07	015.045-1	1	5	2	5	5	TORNALAMA
TR-05	015.045-1	1	5	2	5	0	TORNALAMA
TR-01	015.045-1	1	5	2	5	0	TORNALAMA
TR-02	015.045-1	1	5	2	5	0	TORNALAMA
TR-03	015.045-1	1	5	2	5	0	TORNALAMA
TR-06	015.045-1	1	5	3	5	0	TORNALAMA
MA-01	015.045-2	2	5	1	5	0	DELME
MA-02	015.045-2	2	5	1	5	0	DELME
MA-03	015.045-2	1	5	2	5	0	DELME
TR-05	015.045-3	1,5	5	2	5	0	TORNALAMA
TR-01	015.045-3	1,5	5	2	5	0	TORNALAMA

4.6. Uygulama

Programımız içinde yukarıda örnekleri verilen bilgilerin programın içinden kullanılarak 3 ayrı şekilde çizelgelenmiştir.

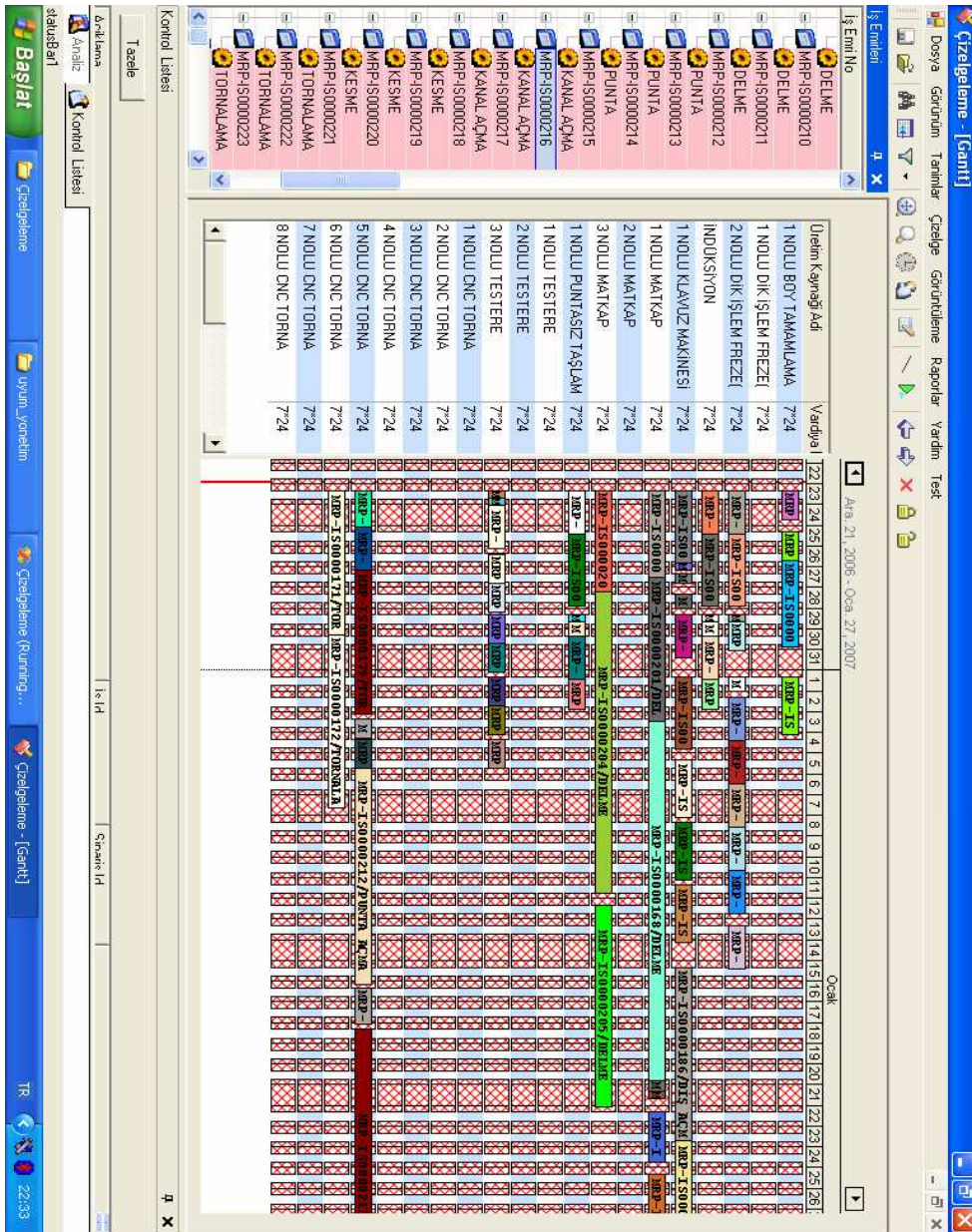
Bu çizelgeleme şekilleri;

- 1.Geliş sırasına göre çizelgeleme.
- 2.En erken teslim tarihine göre çizelgeleme.
- 3.Müşteri önceliğine göre.

4.7. Geliş Sırasına Göre Çizelgeleme

Bu öncelik kuralı işemirlerinin açılış sırasına göre öncelik belirlenerek çizelgenmesini sağlamaktadır. Burada sağlanmak istenen hangi sipariş önce gelmiş ise ona öncelik verilmesidir.

Bu öncelik kuralına göre çizelgenmiş işemirlerinin sonucunda oluşan Gantt şemasını (Şekil 4.1) de göre bilirsiniz.

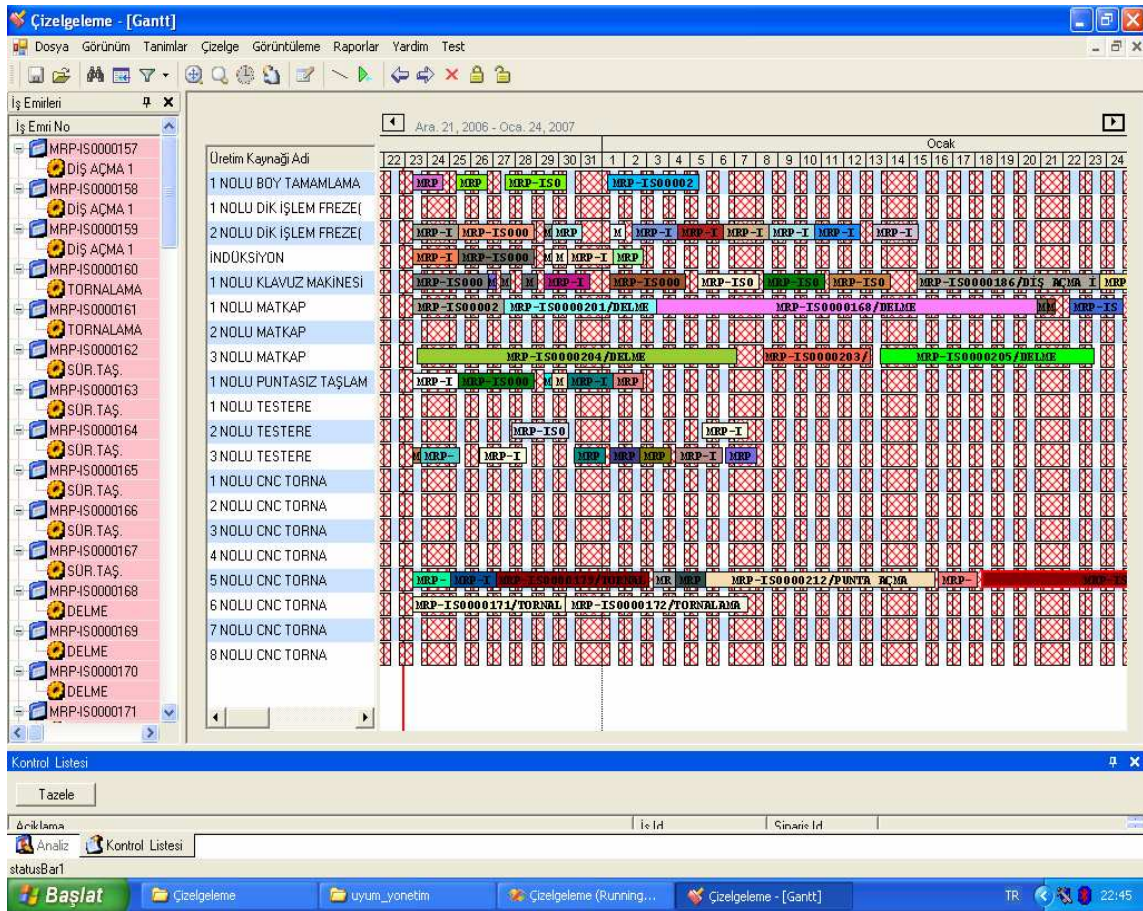


Şekil 4.3. Geliş Sırası Göre Gantt

4.8. En erken teslim tarihine göre çizelgeleme

Bu öncelik kuralı gelen siparişlerin teslim tarihleri baz alınarak yapılmaktadır. En erken teslim edilecek sipariş ilk önce çizelgelenmiştir.

Bu öncelik kuralına göre çizelgelenmiş işemirlerinin sonucunda oluşan Gantt şemasını (Şekil 4.2) de göre bilirsiniz.



Şekil 4.4. En Erken Teslim Tarihine Göre Gantt

4.9. Müşteri önceliğine göre

Günümüz artan rekabet koşullarında müşteri memnuniyetinin önemi artmıştır. Firmaların sahip oldukları müşteriler de sınıflandırma ve bunlar arasında firma için önemli olan müşterilere öncelik verme gibi bir ihtiyaç doğmuştur. Bu doğruluda bu

BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Önceleri işletmelerin temel hedefi karlılık iken günümüzde temel hedef müşteri tatmini haline gelmiştir. Müşteri varsa işletmede vardır. Müşteriyi tatmin edecek ürün veya hizmeti üretecek sistemi kurmak başarının temel kriteridir. Bu bağlamda çizelgeleme algoritmaları sistemi kurma ve yönetmede yarar sağlar. Müşteriye belirlenen teslim tarihinde, gecikme olmaksızın hizmet sunabilir aynı zamanda kar artışı, kaynakların daha etkin kullanımı vs. konularda ilerleme kaydedilebilir.

Sürekli üretim yapan atölye tipi sistemlerin, çizelgeleme problemi ortaya çıkmaktadır. Üretim hızının artırılması, sağlıklı bir tasarlama yapılması ve işletmenin ekonomik sorunlarına çözüm getirmeye yönelik olmasından dolayı, üretim çizelgeleme konusu endüstride büyük önem taşımaktadır. Kaliteli ve yüksek hızda bir üretim düzeyine ulaşmak gerçekte çizelgeleme çalışmalarının detaylı ve iyi bir şekilde yapılması ile sağlanır.

Ayrıca alternatif çözümler sağlayabilmekle beraber sonuca ulaşmayı kolaylaştıran ve bilgisayar destekli çizelgeleme çalışmalarına kolaylıkla uyum sağlayan sezgisel yöntemler daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bu tür problemler için, son dönemlerde geliştirilen bilgisayar programlarının kullanılmasının sağladığı yarar da kaçınılmazdır.

Bu tez çalışmasında Türkiye'nin önde gelen yazılım firmalarından olan Uyumsoft'un veritabanı ve bir otomotiv yan sanayi firması olan Sampa Otomotiv San ve Tic Ltd. Şti.'nin örnek üretim kaynakları ve ürün ağaçları kullanılarak firmanın ihtiyaç duyduğu müşteri öncelikli çizelgeleme yapılmıştır.

Bu uygulama çizelgeleme sonucunu, Xml biçiminde üreterek daha sonraki çalışmalarda kullanılacak temel bir altyapı oluşturmaktadır. Çizelgelemenin

ürettiği Xml biçimi kullanarak geliştirilecek optimizasyon işlemleri için sadece algoritma üzerinde odaklanma olanağı vermektedir.

Uygulamamız

Bu çizelgeleme yazılımı sonuç olarak;

1. Çizelgeleme kullanım kolaylığı
2. Bağımsız veya Uyum 2005 ERP programı ile entegre çalışabilme
3. Müşteri öncelikli çizelgeleme yapabilme
4. Çizelgeleme sonucunun Xml biçiminde üretilmesi

Özellikleri ile piyasadaki çizelgeleme yazılımlarına göre farklılık gösterir.

KAYNAKLAR

- [1] BUFFA E. , Modern Production Management, John Wiley and Sons, Inc., 1965, 8. 30.
- [2] Assistant Professor TAŞGETİREN M., F. , Fatih University (Ders notları)
- [3] BAKER, K., R., Introduction to Sequencing and Scheduling, John Wiley and Sons, New York, 1974.
- [4] BAKER, K., R., and Schrage, L., E., “Finding an Optimal Sequencing by Dynamic Programming: An Extension to Precedence-Related Tasks”, Operations Research, Volume 26, No: 1, 1978.
- [5] GUPTA, S., and KYPARİSİS, J., “Single Machine Scheduling Research”, OMEGA International Journal of Management Science, Volume 15, No: 3, pp. 207-227, 1987.
- [6] DİLEEPAN, P., and SEN, T., “Bicriterion Static Scheduling Research For A Single Machine”, OMEGA International Journal of Management Science, Volume 16, No: 1, pp. 53-59, 1988.
- [7] SARIKAYA, B., Otomotiv Yan Sanayinde Bir Üretim Çizelgeleme Probleminin İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana 2005
- [8] TEKİN M., Üretim Yönetimi, Cilt1, Konya , 1996, S.205, S.206
- [9] ACAR N., Üretim Planlaması Yönetim ve Uygulamaları, 5.Baskı, Milli Produktivite Merkezi Yayınları no:280, Ankara, 1996, S.39
- [10] TEKİN M., Üretim Yönetimi, S.205, S.206
- [11] ÇELİKÇAPA O., F., Endüstri İşletmelerinde Üretim Yönetimi ve Teknikleri, Uludağ Üniversitesi Basımevi , 1995, S.35-36
- [12] NARASİMHAN S., MCLEAVEY D., BİLLİNGTON P., Production Planning and Inventory Control , Second Edition, Prentice- Hall International,İnc, 1995, S.403
- [13] ÇELİKÇAPA, O., F., A.g.e., S.35-36

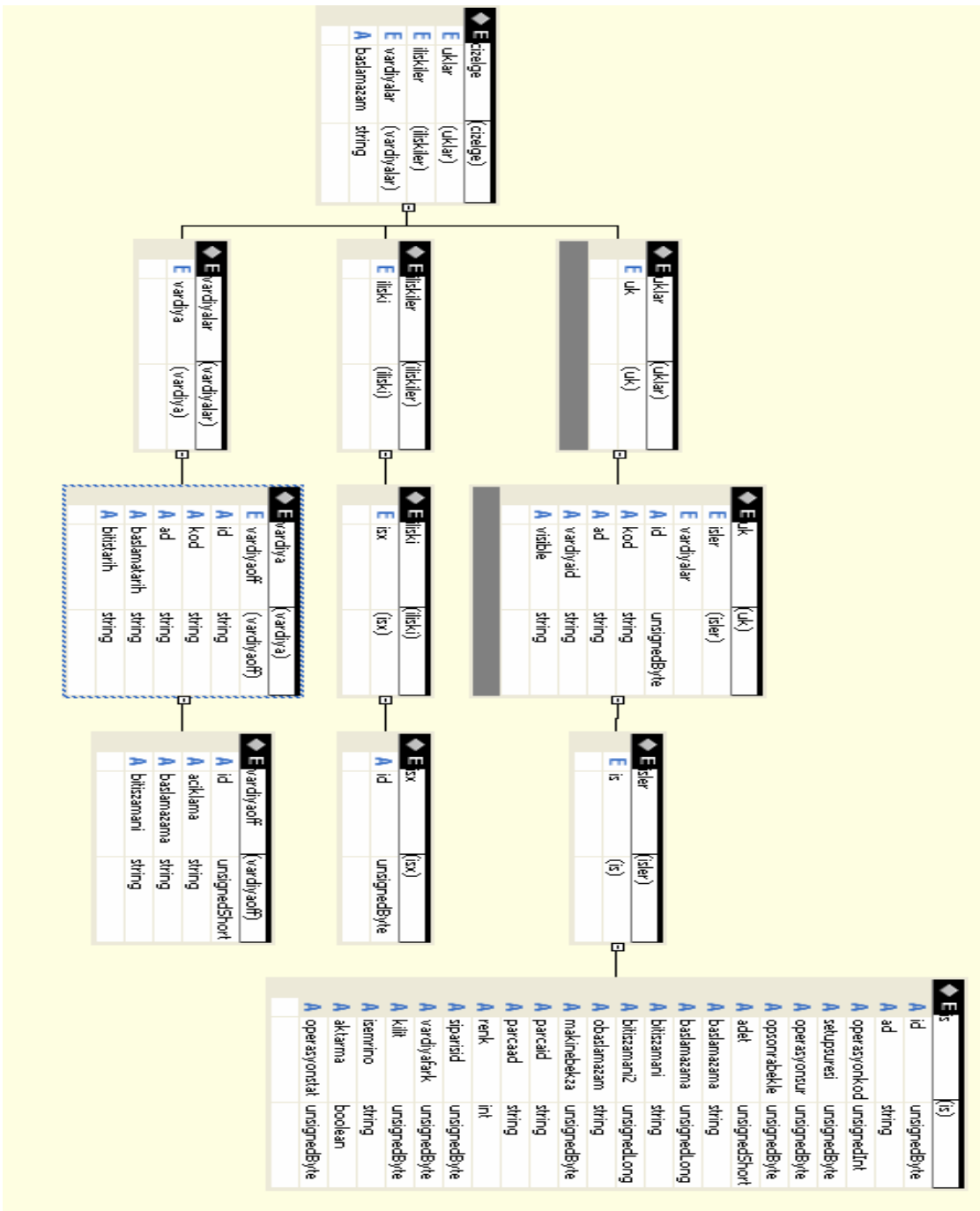
- [14] TEKİN M., Üretim Yönetimi, S.190-191
- [15] KOBU B., Üretim Yönetimi, Fatih Matbaası, İstanbul, 1977, S.462-463
- [16] TEKİN Mahmut, Üretim Yönetimi, S.192-193
- [17] <http://www.w3.org/>
- [18] <http://msdn2.microsoft.com>
- [19] www.sampa.com.tr

EKLER

Ek-1. XML Dosyası

Çizelgeleme sonucu oluşan XML'e bir örnek için ekteki CD'deki xmlfile.txt dosyasından bakılabilir.

Ek- 2. XML Dosya şemasının şema görünümü



Ek - 3. XML Dosya Şeması

Çizelgeleme sonucu oluşan XML'e Şemasını ekteki CD'deki xmlfilesema.txt dosyasından bakıla bilir.

ÖZGEÇMİŞ

Erçin Tevfik ÖZTUNCEL, 18 Haziran 1976 Trabzon doğumludur. Trabzon Gazipaşa İlkokulunun sonrasında Zehra Kitapçı Ortaokulu, Affan Kitapçı Lisesini tamamlayarak. Lisans öğrenimini 1997-2000 yılları arasında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliğinde tamamladıktan sonra, 2002 yılında yüksek lisansa başlamıştır.Halen SYS Sesli Yanıt Sistemleri firmasında,

Yazılım mühendisi olarak çalışmaktadır.

Eposta: eoztuncel@hotmail.com