

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

**PROJE TİP ÜRETİM İÇİN BİR EŞ ZAMANLI
MALZEME VE KAPASİTE İHTİYAÇ PLANI SİSTEMİ
TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Evin SÜTCÜ

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Emin GÜNDOĞAR

Ocak 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PROJE TİP ÜRETİM İÇİN BİR EŞ ZAMANLI
MALZEME VE KAPASİTE İHTİYAÇ PLANI SİSTEMİ
TASARIMI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Evin SÜTCÜ

Enstitü Anabilim Dalı

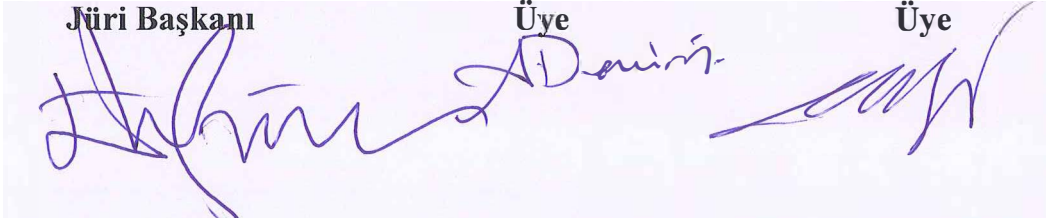
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 09.01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr.
Emin GÜNDOĞAR
Jüri Başkanı

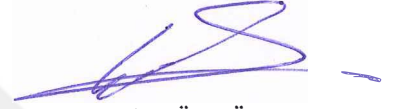
Prof. Dr.
Ayhan DEMİRİZ
Üye

Dr. Öğr. Üyesi
Mümtaz İPEK
Üye



BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.



Evin SÜTCÜ

09.01.2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Emin GÜNDOĞAR’a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında yanımda olan, yalnız kaldığımı hiç hissettirmeyen, her türlü desteği gösteren, beni büyütüp bu noktaya getiren ve hala onlardan öğreneceğim çok şey olduğunu bildiğim sevgili aileme de teşekkürlerimi borç bilirim.

Çalışmanın geçtiği uygulama yeri olan Tuna Yapı Cephe Sistemleri’ne de ayrıca teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	viii
ÖZET.....	ix
SUMMARY.....	x
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
ENDÜSTRİYEL ÜRETİM TİPLERİ VE PROJE TİP ÜRETİM	3
2.1. Giriş.....	3
2.2. Endüstriyel Üretim Tiplerinin Sınıflandırılması	5
2.2.1. Projetip üretim.....	8
BÖLÜM 3.	
MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI VE PROJE TİP ÜRETİM	9
3.1. Giriş.....	9
3.2. Malzeme İhtiyaç Planlaması Varsayım ve Ön Koşullar	12
3.2.1. Ön koşullar	12
3.2.2. Varsayımlar.....	12
3.3. MRP Sisteminin Amaçları.....	13
3.4. MRP Girdileri.....	15
3.4.1. Ana üretim planı.....	15

3.4.2. Ürün ağacı	17
3.4.3. Stok kayıt bilgileri	18
3.5. MRP Çıktıları	18
3.6. MRP Sisteminin Avantajları	19
3.7. MRP Sisteminin Dezavantajları	20
 BÖLÜM 4.	
KAPASİTE İHTİYAÇ PLANLAMASI VE PROJE TİP ÜRETİM.....	22
4.1. Giriş.....	22
4.2. Kapasite Planlama Aşamaları.....	24
4.2.1. Kaynak ihtiyaç planlaması	25
4.2.2. Kaba kapasite planlama.....	26
4.2.3. Kapasite ihtiyaç planlaması.....	26
 BÖLÜM 5.	
PROJE TİP ÜRETİMDE EŞ ZAMANLI MALZEME VE KAPASİTE İHTİYAÇ PLANLAMA.....	28
5.1. Giriş.....	28
5.2. Literatür Taraması	30
5.3. Proje Tip Üretimde PERT/CPM.....	33
5.4. CPM ile Proje Süreci.....	35
5.4.1. Proje sürecinde örnek CPM çalışması.....	35
5.4.2. Bir inşaat firmasının proje sürecinde örnek CPM çalışması	38
 BÖLÜM 6.	
BİR FİRMADA YAPILAN UYGULAMA ÇALIŞMASI.....	44
6.1. Firma Tanımı	44
6.2. Uygulama.....	45
 BÖLÜM 7.	
ARAŞTIRMA VE SONUÇ.....	67

KAYNAKLAR.....	69
EKLER.....	72
ÖZGEÇMİŞ.....	76



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CAD	: Bilgisayara Dayalı Tasarım (Computer-Aided Design)
CAM	: Bilgisayara Dayalı Üretim (Computer-Aided Manufacture)
CPM	: Kritik Yol Yöntemi (Critical Path Method)
CRP	: Kapasite İhtiyaç Planlaması (Capacity Requirement Planning)
ERP	: Kurumsal Kaynak Planlama (Enterprise Resource Planning)
IFS	: Industrial Financial Systems
MPS	: Ana Üretim Planı (Master Production Scheduling)
MRP	: Malzeme İhtiyaç Planlaması (Material Requirements Planning)
PERT	: Program Evaluation and Review Technique
RCCP	: Kaba Kapasite Planlama (Rough Cut Capacity Planning)
RRP	: Kaynak İhtiyaç Planlaması (Resource Requirement Planning)
WBS	: Work Breakdown Structure

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Üretim sistemleri girdileri ve çıktıları.....	3
Şekil 2.2. Süreç olarak üretim [2]	4
Şekil 2.3. Üretim planlama ve kontrol sistemi [3]	5
Şekil 2.4. Endüstriyel üretim tipleri çeşitliliği [1].....	6
Şekil 3.1. Kapalı denge MRP sistemi [2].....	11
Şekil 3.2. Malzeme ihtiyaç planlamasının girdileri [8].....	15
Şekil 3.3. Üretim planlarında AÜP yeri	16
Şekil 3.4. Kademeli ürün ağacı örneği	17
Şekil 3.5. MRP Sisteminin ana çıktıları	19
Şekil 4.1. Kapasite çeşitlerinin talebe etkisi	22
Şekil 4.2. Kapasite planlamasında aşamalar [1].....	24
Şekil 4.3. Kapasite ihtiyaç planlamasının girdi ve çıktıları	27
Şekil 5.1. Örnek çalışma şebeke diyagramı	36
Şekil 5.2. PERT’te kritik yol belirleme ve proje tamamlanma süresi hesabı	37
Şekil 5.3. Örnek çalışma Vadistanbul projesi sınırsız kapasiteli gantt şeması	39
Şekil 5.4. Örnek çalışma Baysaş İstanbul projesi sınırsız kapasiteli gantt şeması	39
Şekil 5.5. Örnek çalışma Karat 34 projesi sınırsız kapasiteli gantt şeması.....	40
Şekil 5.6. Proje tip üretimde sınırlı kapasitede faaliyetlere göre projelerin gantt şeması	42
Şekil 6.1. Cam cama cephe ve gizli kanat örneği	44
Şekil 6.2. Sürme doğrama ve kapı örneği	45
Şekil 6.3. Proje aktivitelerinin IFS’e işlenmesi.....	46
Şekil 6.4. IFS’te iş emri sayfası	51
Şekil 6.5. İş emri sayfasında faaliyet merkezlerinin ve işlem sürelerinin gösterilmesi.....	52
Şekil 6.6. İş emri sayfasında kullanılacak malzemeler ve miktarları.....	52

Şekil 6.7. İş emri sayfasında çıkacak ürünlerin gösterimi	53
Şekil 6.8. Gelişmiş planlama tahtası giriş parametreleri.....	54
Şekil 6.9. Gelişmiş planlama tahtası giriş ekranı	54
Şekil 6.10. Gelişmiş planlama tahtasında faaliyet merkezinin iş emrine bağlı gantt şeması	55
Şekil 6.11. Gelişmiş planlama tahtasında kapasiteyi aşan faaliyet merkezlerinin gösterimi	56
Şekil 6.12. Gelişmiş planlama tahtasında kapasiteyi aşan iş emirlerinin gösterilmesi.....	56
Şekil 6.13. Gelişmiş planlama tahtasında kapasite planlama değişikliği.....	57
Şekil 6.14. Gelişmiş planlama tahtasında kapasite değişikliğinin grafiksel gösterimi	58
Şekil 6.15. Gelişmiş planlama tahtasında iş emirlerinin gantt şemasında durumu....	58
Şekil 6.16. Örnek işin faaliyet merkezlerindeki gantt şema gösterimi	59
Şekil 6.17. Örnek proje Vadistanbul'un diğer projelerden bağımsız gantt şeması....	60
Şekil 6.18. Örnek proje Ulugöl'ün diğer projelerden bağımsız gantt şeması	61
Şekil 6.19. Örnek proje Vadistanbul'un diğer projelere bağlı gantt şeması	62
Şekil 6.20. IFS'te iş emri malzeme ihtiyaç tarihlerinin gösterimi	63
Şekil 6.21. IFS'te Perform PMRP per Activity sayfasına giriş	63
Şekil 6.22. Perform PMRP per Activity'de parametrelerin açılması	64
Şekil 6.23. Satınalma talep satırlarını kısıtlara göre sınırlandırma	65
Şekil 6.24. MRP'nin açtığı satınalma talep satırları	65
Şekil 6.25. MRP'nin açtığı satınalma talebi.....	66

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Kapasite aşamaları	25
Tablo 5.1. PERT/CPM için faaliyetlerin ve sürelerin belirlenmesi	35
Tablo 5.2. PERT’te şebeke diyagramına göre en erken, en geç başlama tarihi	37
Tablo 5.3. Vadistanbul faaliyet süreleri, merkezleri, öncelikleri	38
Tablo 5.4. Baysaş İstanbul faaliyet süreleri, merkezleri, öncelikleri	38
Tablo 5.5. Karat 34 faaliyet süreleri, merkezleri, öncelikleri	38
Tablo 5.6. Örnek çalışma Vadistanbul projesi sınırsız kapasiteli ile faaliyetlerin başlangıç bitiş günü	39
Tablo 5.7. Örnek çalışma Baysaş İstanbul projesi sınırsız kapasiteli ile faaliyetlerin başlangıç bitiş günü	39
Tablo 5.8. Örnek çalışma Karat 34 projesi sınırsız kapasiteli ile faaliyetlerin başlangıç bitiş günü	40
Tablo 5.9. Proje tip üretimde sınırlı kapasitede faaliyetlere göre projelerin elle çizelgelenmesi ait örnek	41
Tablo 5.10. Sınırlı kapasite ile projelerin faaliyetlerinin başlangıç ve bitiş günleri ..	42
Tablo 6.1. Üretim iş emri sonucu oluşacak mamuller	47
Tablo 6.2. Örnek işin faaliyet merkezlerinde geçireceği süre.....	48
Tablo 6.3. Örnek işin mamullerinin oluşması için gerekli hammadde listesi	49

ÖZET

Anahtar kelimeler: Proje Tip Üretim, Malzeme İhtiyaç Planlaması (MRP), Kapasite İhtiyaç Planlaması (CRP), Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP), Kritik Yol Yöntemi (CPM)

Endüstriyel üretim tiplerinden proje tip üretimde, üretimin planlaması ve kontrolü ile faaliyetlerin seçilmesi ve ne zaman yapılacağı kararı verilmektedir. Bu amaçla kullanılan en yaygın planlama şekli Şebeke Analizi (Network Analysis)'dir.

Bu çalışmada, proje tip üretime sahip olan dış cephe giydirme firması ele alınmıştır. İnşaat sektöründe faaliyetlerin planlaması için kullanılan en yaygın planlama aracı, şebeke analiz yöntemlerinden biri olan Kritik Yol Yöntemi (CPM)'dir. CPM tekniği bir projenin olması halinde güvenilir sonuç vermektedir. Fakat proje sayısı arttıkça faaliyet sayısı da beraberinde artmaktadır. Faaliyetlerin aynı faaliyet merkezlerinde yapılması halinde, faaliyetlerin tamamlanma zamanlarının doğru hesaplanması güç olmaktadır. CPM tekniğinde faaliyet sürelerinin kesin bilinmesi gerekmektedir. İşletmelerde kapasite kısıtı da göz ardı edilemez. CPM yaklaşımı, kapasitelerin kısıtlı olmasına bağlı çalışmamaktadır.

Bu çalışmanın kapsamı, proje tip üretimde, birden fazla projenin olması durumunda kapasite kısıtlı bir yöntem geliştirmektir. Projelerin çizelgelenmesi, malzemelerin istenilen tarihte üretime katılması ve faaliyet merkezlerindeki faaliyet zamanlarının belli olması için eş zamanlı MRP/CRP sistem algoritması oluşturulmuştur.

Proje tip üretimde kapasite ihtiyaç planlaması (CRP) ile kapasitenin daha etkin kullanımı amaçlanmıştır. Mevcut kapasite durumlarını eş zamanlı yansıtan Gelişmiş Planlama Tahtası'nda gantt şeması oluşturulmuştur. Gelişmiş Planlama Tahtası ile kapasite kullanımı etkin şekilde sağlanmıştır. Bu çizelgeye bağlı MRP çalıştırılıp ERP programına işlenmiştir.

DESIGN OF A SIMULTANEOUSLY MATERIAL AND CAPACITY REQUIREMENTS PLANING SYSTEM FOR PROJECT TYPE PRODUCTION

SUMMARY

Keywords: Project Type Production, Material Requirements Planning (MRP), Capacity Requirements Planning (CRP), Enterprise Resource Planning (ERP), Critical Path Method (CPM)

Project type production from industrial production types, it is decided to plan and control the production and to select the activities and when to do the production. The most common planning method used for this purpose is Network Analysis.

In this thesis, exterior cladding firm with project type production was discussed. The most common planning tool used for planning activities in the construction sector is the Critical Path Method (CPM), one of the network analysis methods. The CPM technique provides reliable results if it is a Project. But the number of projects increases, the number of operations is also increasing. If the activities are carried out in the same activity centers, it is difficult to calculate the completion times of the activities correctly. In CPM technique, the duration of the activities should be known precisely. Capacity constraints can not be ignored in enterprises. CPM approach does not work due to limited capacities.

The scope of this thesis is to develop a method that is limited in capacity in the case of more than one project in project type production. Simultaneous MRP / CRP system algorithm has been established for scheduling of projects participation of materials in production on the desired date and the time of activity in business centers

Capacity is intended to use more effectively with Capacity Requirement Planning (CRP) in project type production. Advanced Planning Board, reflect simultaneously current capacity situations with created gantt diagram at a firm engaged. Capacity utilization is provided effectively with the Advanced Planning Board. The application of MRP to the ERP program was examined graphically.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Endüstriyel tip üretim sistemlerinde üretim planlaması, üretim konusunu kapsamlı bir şekilde ele alan, işletme planlamasının temel fonksiyonudur. Müşteri talebinden başlayarak, talebe uygun üretimin yapılabilmesi için miktar, zaman, kalite ve maliyet kriterlerini içermektedir.

Müşteri isteklerinin en etkin şekilde karşılanması ve firmaya en karlı üretimin yapılması için, üretim tesislerinin etkin şekilde kullanılması, envanter yönetiminin yapılması önemli noktalardandır.

Endüstriyel tip üretim sistemlerinden proje tip üretim, müşteri isteklerine en fazla cevap veren sistemdir. Proje tip üretim yapan firmalar spesifik bir üretim yapacağı için uzman bir planlama sistemi oluşturamamaktadır. Müşteriye verilen proje teslim tarihi büyük bir titizlik gerektirmektedir. Tüm faaliyetlerin fabrikadaki işlem süreleri hesaplanmalı ve stoğa üretimden kaçınılmalıdır. Projede kullanılacak hammaddelerin gerektiğinden fazla alınması durumunda, proje bitiminde stoklarda kalacak başka işlerde kullanılması güç olacaktır. Firmalar bu gibi maliyetlerden kaçınmaktadır. Malzeme ihtiyaç planlaması, envanterlerin en etkin şekilde kullanılması ve üretim hattında istenilen zamanda malzemenin olması için geliştirilen bir sistemdir. Fakat faaliyetlerin işleneceği faaliyet merkezlerini sınırsız kabul ettiği için eş zamanlı bir kapasite kısıtı sağlayan bir plan gerekmektedir.

Proje tip üretimde, planlama yapılırken CPM tekniğinden yararlanılmaktadır. CPM tekniğinde bir projenin olması halinde güvenilir sonuç verebilmektedir. Fakat proje sayısı arttıkça faaliyet sayısı da beraberinde artmaktadır. Faaliyetlerin aynı faaliyet merkezlerinde yapılması halinde, faaliyetlerin tamamlanma zamanlarının doğru hesaplanması güç olmaktadır.

Malzeme ihtiyaç planlaması, üretilecek ürünün ne zaman ve ne kadar miktarda üretilmesi gerektiğiyle ilgili sorulara cevap vermektedir. Bu sorulara cevap verirken üretim hattındaki iş yoğunluğunu göz önüne almaz. MRP, istenilen zamanda üretilecek ürün için iş merkezlerinin durumunu müsait kabul etmektedir. Örneğin, malzeme ihtiyaçlarını, iş ve satınalma emirlerini üretirken, fabrika kapasitesinin bu üretimi yapmak için yeterli olup olmadığına dikkat etmez.

Kapasite ihtiyaç planlamasında, iş yüklerine ait kapasite hesaplamaları yapılmaktadır. Hesaplanan retim kapasiteyi aştığında kapasite ihtiyaç planlama bu sorunu çözmek için bir senaryo oluşturamamaktadır.

MRP, sınırsız miktarda makine ve işgücü olduğunu varsayarak hareket ettiği için, mamulü planlanan sevk tarihinden itibaren geriye doğru sınırsız iş merkezine atayarak çizelgeler ve buna göre imalata başlama tarihini oluşturmaktadır. Bu durum firmaların üretim sistemi için ne yazık ki uygun değildir. Üretim yapan firmalarda eldeki kaynaklar kısıtlı olup kapasite sınırlıdır. Tek başına kapasite ihtiyaç planlama da firmaların sorunlarına çözüm olamamaktadır. Firmalar, CRP ile sadece işin ne kadar süreceği sorusuna yanıt alabilmektedir. Bu sebeple firmaların ayrı ayrı MRP ve CRP planlarına uyabilmeleri g olmuştur.

Bu çalışmada, proje tip üretimde eş zamanlı malzeme ve kapasite ihtiyaç planlama sistemi tasarımı incelenmiştir. Oluşturulan sistemin fabrikaya ne kadar uyarlanabildiği, sistemin sağladığı avantajlar, dezavantajlar üzerinde durulmuştur.

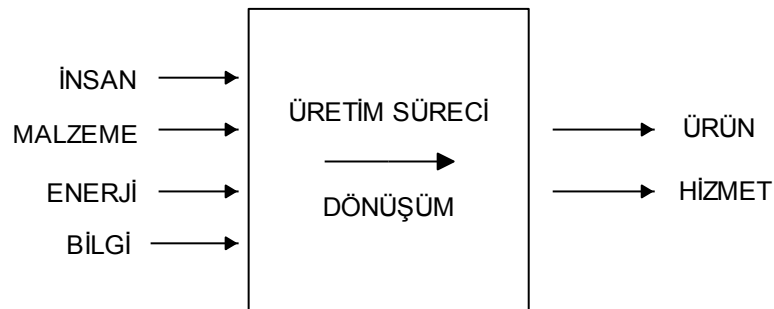
BÖLÜM 2. ENDÜSTRİYEL ÜRETİM TİPLERİ VE PROJE TİP ÜRETİM

2.1. Giriş

Üretim, insan ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla mal ve hizmetlerin meydana getirilmesi işlemine denir. Burada üretim işlemi fiziksel bir malın ortaya çıkması ile kısıtlanmamıştır. Üretim işlemi ihtiyaç olan hizmeti de içinde barındırmaktadır. Mal ya da hizmete dönüştürme işlemi belirli girdiler ile sağlanmaktadır.

Üretim sistemi, insan, malzeme, enerji gibi girdilerin arzu edilen ürün veya hizmete dönüşmesi için gerekli tüm faaliyet kümesi olarak tanımlanabilir. Bu faaliyetlerin bir bölümü sadece girdilerin çıktı haline dönüşümünü sağlayan üretim süreciyle ilgilidir [1].

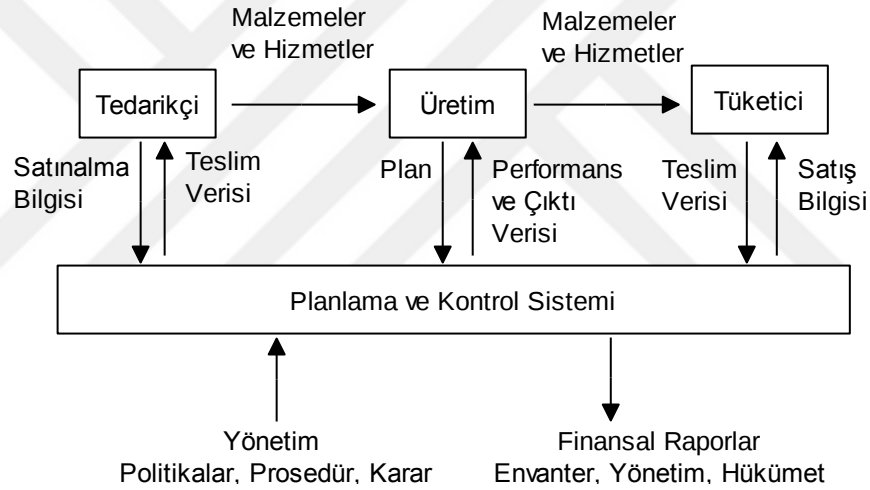
Şekil 2.1.'de üretim için gerekli girdiler ve üretim sürecinden sonra elde edilen çıktılar gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Üretim sistemleri girdileri ve çıktıları

Şekilde de anlaşılabacağı gibi üretim süreci üç önemli unsur üzerinde durmaktadır. Bu unsurlar; girdi, işlem ve çıktılarıdır. Süreç olarak üretimi aşağıdaki şekil üzerine aktarmamız mümkündür.

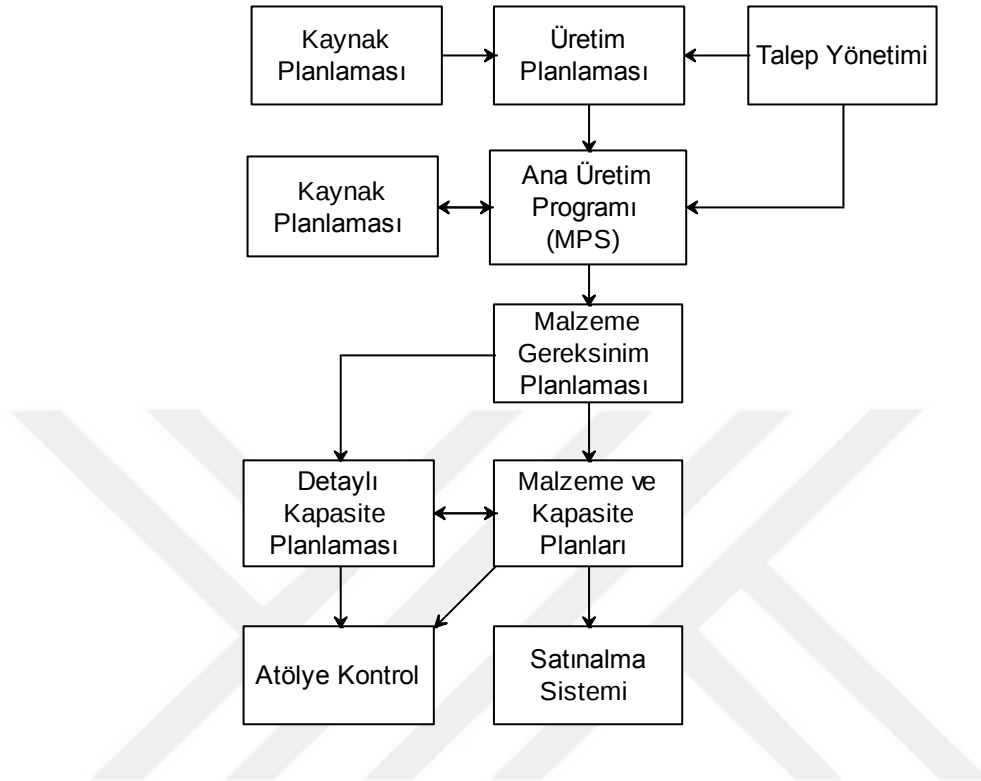
Üretim, tedarikçi ile tüketici arasında yer alan bir oluşumdur. Bu sürecin genelinde planlamanın etkisi görülmektedir. Planlamanın daha etkin yapılması ile sistem daha verimli sonuçlar vermektedir. Şekil 2.2.'de, tedarikçiye verilen teslim verilerine göre satınalma bilgisi alınmaktadır. Bu veriler olumlu olduğunda, ilgili tedarikçiden mal veya hizmet alınmaktadır. Alınan mal ve hizmet, üretim için oluşturulan plana göre üretime alınmaktadır. Üretimden elde edilen mamul/yarımamul/hizmet tüketiciye planlı bir şekilde ulaştırılmaktadır. Tüketici (müşteri) ile satış bilgisi termin tarihleri kararlaştırılır. Planlama ve kontrol sistemi yönetim, politika, prosedür gibi bir çok karara göre şekillenmektedir. Süreç boyunca yürütülen planlama ve kontrol sistemi etkisini finansal raporlarda, envanter stoklarının etkin kullanımı gibi alanlarda göstermektedir.



Şekil 2.2. Süreç olarak üretim [2]

Üretim için gerekli olan girdilerin toplanması bir sistemi doğurmaktadır. Sistemli gelişen üretim kaynakları, müşterinin istediği ürüne zamanında ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Kaynakların bir araya gelebilmesi işletmelerinin alt birimlerinin koordinasyonlu olmasını gerektirmektedir. Üretim yönetimi faaliyetleri işletmenin yöntemlerine, yapısına, izlediği stratejilere göre farklılık gösterse de genel olarak faaliyetleri oluşturan bir sistem vardır.

Üretim planlama ve kontrol sistemini daha detaylı incelemek üzere Şekil 2.3. incelenebilir.



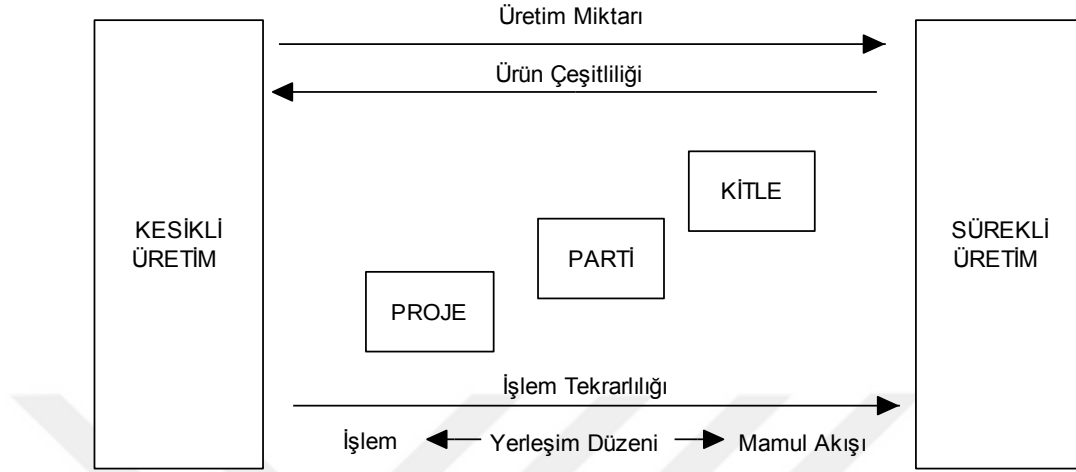
Şekil 2.3. Üretim planlama ve kontrol sistemi [3]

2.2. Endüstriyel Üretim Tiplerinin Sınıflandırılması

Endüstriyel üretim tiplerinin sınıflandırılmasında rol oynayan belli etmenler vardır. Üretim sistemlerinin tiplerinin belirlenmesinde temel teşkil eden özellikler ürün miktarı, ürün çeşitliliği ve üretim için gerekli işlemlerin (operasyonların) tekrarlılığıdır. Buna bağlı iki grup oluşturan sürekli ve kesikli üretim tipleri arasında proje, parti ve kitle üretimi olmak üzere üç ana üretim tipi vardır [3].

Üretimin miktarına bağlı olarak endüstriyel üretim tipleri Şekil 2.4.'te gösterilmiştir. Kesikli üretimden sürekli üretime doğru üretim miktarı artmaktadır. Üretim miktarının artması işlemlerinin daha sık tekrarlanmasını beraberinde getirmektedir. Sürekli üretimden kesikli üretime doğru üretim çeşitliliği azalmaktadır. Spesifik

ürünlerin daha fazla olduğu göze çarpmaktadır. Kesikli üretim işlemlere göre şekillenirken, sürekli üretim mamule göre şekillenmektedir.



Şekil 2.4. Endüstriyel üretim tipleri çeşitliliği [1]

Endüstriyel üretim sistemlerinde faaliyetlerin ürüne (mal veya hizmet) dönüşmesinde kullanılan kaynaklar sınıflandırmayı ortaya çıkarmıştır. Bu sınıflandırmalarda kendi üretimine en uygun olanı uyarlayan firmalar maliyetlerini en aza indirgeyerek, zamandan tasarruf sağlamaktadır. Seçilecek olan işlem üretilen malın kalitesine etki edeceği gibi firmanın maliyetlerini de düşürecek yönde olmalıdır. Bu verimlilik prensipleri üretim sürecinde uzun dönemli olacak şekilde seçilmelidir. Firmalar stratejilerinde en uygun üretim tipini seçerek müşteri isteklerine en uygun malı üretebilmelidir.

Kitle tip üretim;

Aynı ürünlerin üretildiği ve ihtisaslaşmanın gerçekleştirildiği üretim sistemlerinde görülür [1].

Kitle tip üretimde mamul çoklu miktarda üretilmektedir. Mamul miktarı yüksek olduğu için sürekli üretime en yakın üretilir. Sürekli üretilen ürünlerde çeşitlilik düşük seviyededir. Bu tip üretimi gerçekleştirecek firmalarda talep üretim hızından

fazla olmalıdır. Ürün odaklı sistemde, tesis ve makineler belli bir prosese göre tasarlanmıştır.

Kitle tip üretimde, kullanılan üretim araçlarına ve ürün özelliğine göre; miktar (quantity) ve akış (flow) olmak üzere iki gruba ayrılır [3]. Akış tip diğer bir adıyla sürekli proseste makine ve tesisler yalnızca tek cins mamulü üretecek şekilde dizayn edilmiş ve yerleştirilmiştir [1]. Gıda ve kimya endüstrisinde bu üretim tipi sıklıkla kullanılmaktadır. Miktar üretimi genellikle bağımsız parçaların standart donanımlar kullanılarak üretilmesidir.

Sürekli üretim sistemlerinde üretim hızı yüksek ve çoklu miktarlardadır. Uzun vadeli taleplere cevap veren bu sistemde stoklama noktası büyük önem taşımaktadır. Sürekli üretim tipini uygulayan firmalar tesis planında depo alanını geniş tutmalıdır. Stoklanacak mamuller standart modelde olur. Makineler tek tip üretime göre ayarlandığı için standart modelin dışına çıkmak firma için büyük maliyetlere sebebiyet verebilmektedir. Bu üretim tipinde makineler seri üretim yaptığından ihtiyaç duyulan insan gücü, kesikli üretimde duyulan ihtiyaçtan daha azdır.

Sürekli üretimde ürün takibi daha kolaydır. Üretim planı, ürün ağaçları, malzeme kontrol daha etkin yapılmaktadır.

Parti tip üretim;

Bir mamulün belirli bir siparişi veya sürekli bir talebi karşılamak amacıyla belirli miktarlardan oluşan partiler halinde üretilmesidir [1].

Tesis ve makineler, bir katile mamulün üretimini gerçekleştirdikten sonra başka cins mamulün parti üretiminde kullanılır. Bir partinin üretimi bitmeden diğer partinin üretimi yapılmamaktadır. Parti üretimde bir parçaya olan ihtiyaç belli talep aralıklarında karşılanabilmektedir. Parti tip üretimde üretim planlaması ve kontrolü proje tip üretime göre daha kolaydır. Üretilen parti tipi arttıkça kazanılan deneyim artmakta, belirsizlikler azalmaktadır. Bu üretim sisteminde parti büyüklüğünün

hesaplanması ve minimum kapasite kaybına yol açan üretim çizelgesinin hazırlanması kritik noktadır.

2.2.1.Proje tip üretim

Proje tip üretim, tüketicinin veya müşteri firmanın zaman, miktar ve kalite bakımından özel olarak belirlediği bir mamul veya hizmetin üretilmesidir [3].

Proje tip üretimde müşteri isteklerine göre şekillenen karmaşık ürünler ön planda olur. Ürünler tek defaya mahsus yada belli aralıkla çok sık olmayacak şekilde üretilir. Bu tipinde üretilen ürünler genelde büyük hacimli ürünler olduğu için hareket alanı kısıtlıdır. Bu sebeple makine ve insan gücü, mamulün civarında hareket ederek nihai ürünü elde edilir. Proje tip üretimde standart ürün olmamasından dolayı standart zaman hesabının yapılması, ürünün üretim planlamasını oluşturmak güçtür. Gemi, uçak, bina yapımı bu üretilme tipine uygundur.

Proje tip üretim talebinin gerçekleşmesine bağlı olarak aşağıdaki gibi gerçekleşir [3];

- Az sayıda ürünün bir defa üretilmesi
- Az sayıda ürünün talep geldikçe belirsiz aralıklarla üretilmesi
- Az sayıda ürünün talep geldikçe belirli aralıklarla üretilmesi

Son iki kalemde ürünlerin daha önceden üretilmiş olması firma adına belli kolaylıklar sağlamaktadır. Firma üretim sırasında karşılaştığı zorlukları daha önceden gördüğü için işe daha tecrübeli girer. Malzeme ihtiyaç planlaması daha önceki üretimden esinlenerek oluşturulabilir.

BÖLÜM 3. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI VE PROJE TİP ÜRETİM

3.1. Giriş

Malzeme ihtiyaç planlaması (MRP), 60'lı yıllarda bilgisayar destekli üretim ve entanver takibi gibi taleplere yanıt vermek üzere ortaya çıkan geniş ölçekli bir üretim sistemidir. 1962 yılında Dr. Joseph Orlicky ile ilk malzeme takip paketi piyasaya çıkmıştır.

Ana mamulü oluşturmak üzere, alt montajlarda yaşanan gecikmeler nihayetinde ana mamulün istenilen zamanda teslim edilememesine ve buna paralel olarak üretim etkinliğinin azalmasına neden olduğundan malzeme planlamasına verilen önem artmıştır. Malzeme plansız yapılan üretimlerde hangi parçanın hangi ürünün alt montajına ait olduğunu ayırt etmek güçtü. Bu ve bunun gibi sorunları çözmek adına malzemelerin planlanıp, yönetilmesi için malzeme ihtiyaç planlama sistemi geliştirildi.

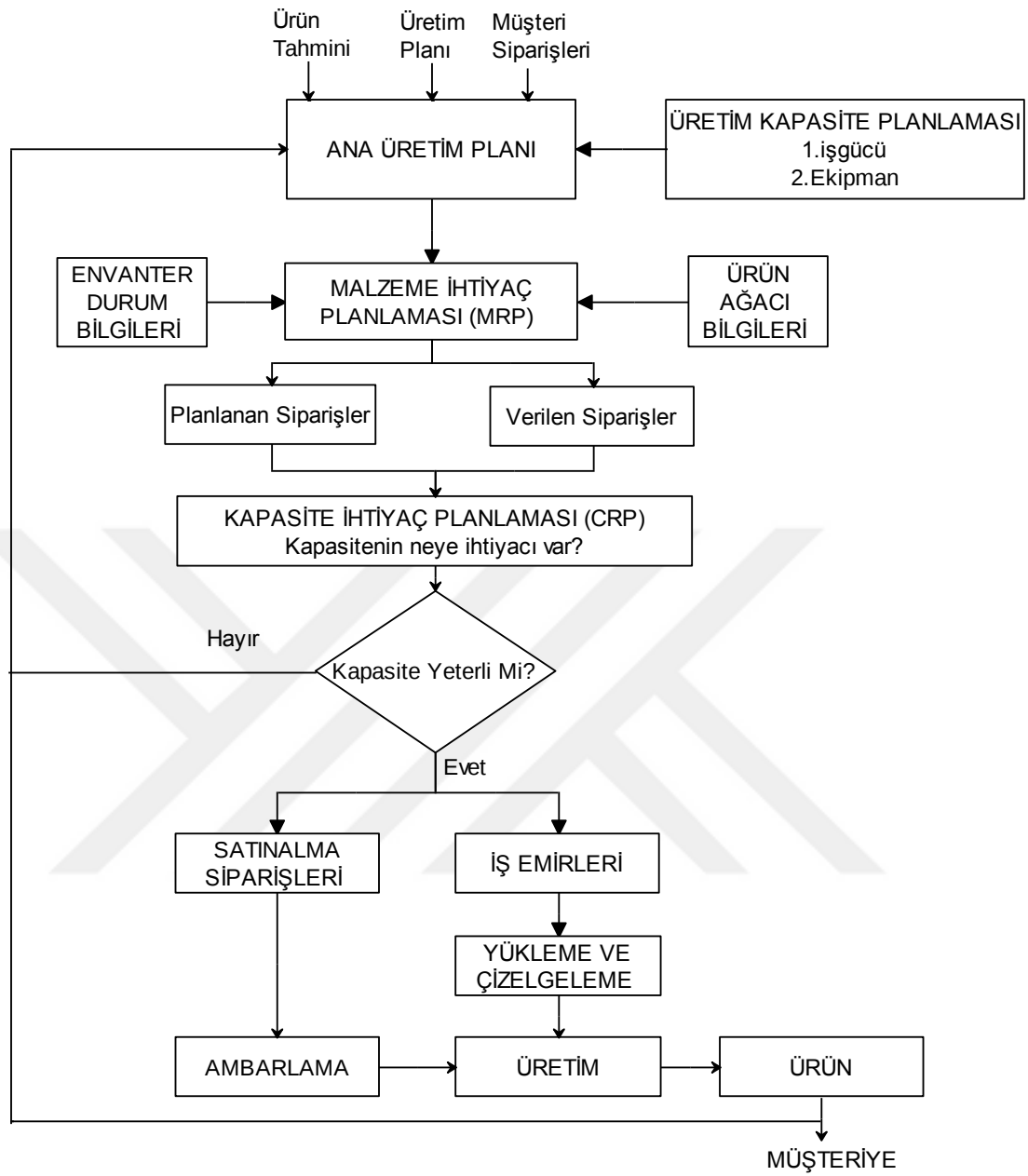
MRP sisteminin kullanımı ile birlikte envanter düzeylerin kontrolü, mamulün alt montaj ürünlerinin belli olması ve malzeme akışının her aşamada kontrolü sağlanmıştır. Sistem kullanımıyla beraber yeni yeni gelişen sistemler ortaya çıkmıştır. Ana üretim programlama (Master Production Scheduling (MPS)), kaba kapasite planlama (Rough Cut Capacity Planning (RCCP)), kapasite ihtiyaç planlama (Capacity Requirement Planning (CRP)) ve satınalma taleplerini de karşılayacak biçimde genişletilmiştir.

Geleneksel sistemlerde seri üretime yoğunlaşmış olduğu görülmektedir. Bu stoğa üretim ile üretim miktarlarını gerçekleştirmeye yetecek hammadde ve malzeme tedariki büyük bir sorun haline gelmekteydi. Bu sorunu çözmek için firma

yöneticilerinin satış tahminlerini, ürün ağaçlarını, rota bilgilerini gibi verileri bilgisayara girmeye başladılar. Bilgisayar sistemi önce gereken hammadde miktarını belirleyip sonra da mevcut stoklara ve verilmiş siparişlere bakarak tedarik etmesi gereken doğru miktarları verince sorun çözülmüş oldu. Bu yöntem malzeme ihtiyaç planlaması (MRP) olarak bilinmektedir. Klasik envanter kontrol yaklaşımlarından MRP yaklaşımına geçiş sonucu stok seviyelerinin kontrolü yerine malzeme akışının kontrolü ön plana çıkmıştır [4].

Malzeme ihtiyaç planlaması ana üretim planına dayanarak son ürün geleceğe yönelik ihtiyaçlarını saptayan ve bunu malzeme fişleri, envanter durum bilgisi, tedarik süresi ile son ürünü üretmek için alt montaj, bileşen ve hammaddeleri kullanan bilgisayar temelli planlama teknikleri sistemidir [5].

MRP’de planlama kavramı kapalı döngü sistemi üzerine geliştirilmiştir. Böylelikle ara stok bilgileri MRP sistemine dönmektedir. Şekil 3.1.’de malzemenin hangi koşullarda bir sonraki adıma ilerlediği hangi koşullarda sistemde geri adıma gittiği görülmektedir. Malzemenin müşteriye ulaşana kadar adım adım süreçlerdeki ilerleyişi detaylandırılmıştır.



Şekil 3.1. Kapalı denge MRP sistemi [2]

Aşağıdaki koşullar sağlanırsa MRP genellikle diğer stok sistemlerinden daha iyidir [1];

- Son ürün karmaşıksa ve çok parça içeriyorsa
- Spesifik ürün talebi herhangi bir zaman için biliniyorsa
- Son ürün pahalıysa
- Bir parçanın talebi gözle görülür şekilde diğer parçaların talebine bağlıysa

- Bir zaman aralığındaki talep yaratan güçler diğer periyotlardakilerden ayırt edilebiliyorsa.

3.2. Malzeme İhtiyaç Planlaması Varsayım ve Ön Koşullar

3.2.1.Ön koşullar

- Ana üretim planı
- Malzeme listesi- ürün ağaçları bilgisi
- Envanter kayıtları (envanter durum bilgileri)
- Ürün ağaçları bilgileri ile envanter durumu bilgileri kütüklerindeki verilerin doğru, tam, güncel ve bütünlük içinde olmaları ihtiyacı; MRP sisteminin çıktıları, kullanılan verilerin doğruluğu derecesinde doğru olacaktır [6].

3.2.2. Varsayımlar

Malzeme ihtiyaç planlama sürecinde, sistemin oluşması, çalışabilmesi, gerçeğe yakın sonuçlar elde dilmesi için çeşitli varsayımlarda bulunmak gerekir. Bu varsayımlar değişkenler, parametreler ve koşullar üzerinedir.

Firmaların malzeme taleplerine karşılık veren satınalma birimi, MRP süreci ile entegre çalışmaktadır. MRP taslak modeli hazırlanırken satınalma biriminin envanter temin ederken verdiği sürelerin bilindiği varsayılmaktadır.

Bir mamulü üretirken alt montaj elemanlarının belli olması gerekmektedir. MRP sistemine göre alt montaj elemanlarının tamamı stoğa girip çıkmaktadır.

MRP sistemi kesintisiz ihtiyaçların tespiti aşamasında, ürüne ilişkin alt montaj elemanlarının tamamının, o ürünün üretimi için açılan iş emrinin imalata verildiği andan itibaren hazır olduğunu, üretim için eksik malzeme olmadığını varsaymaktadır. Montaj elemanlarında oluşan gecikme üst montaj parçasını etkilemektedir. Bu durum nihayetinde ana ürünün istenilen temrin tarihinde yetişemeyeceği sonucunu doğurur.

Böyle aksi bir durumunda yeniden bir MRP sistem tasarımı oluşturmaktan bile bahsedebiliriz.

Malzeme ihtiyaç planlama sisteminde ürünü oluşturan alt montaj elemanları sistem tasarımında ne kadar miktarda ise üretim hattına da o kadar miktarda malzeme alınır. Girdi olarak sürekli ifade edilen değişkenler kullanım sürecinde kesikli belirtilir ve tasarım modeli buna göre oluşturulur.

MRP sistemindeki bir diğer varsayım ise sürecin bağımsızlığıdır. Firmada üretime verilen iş emirleri diğer işlere bağlı kalmadan tamamen kendi başına başlayıp, sürecin bağımsız ilerlemesi ve diğer işler göz önüne alınmadan bitirilmesidir. Bu varsayım özellikle süreç tip üretim yapan işletmeleri zorlamaktadır. Birbirine yakın üretim hatlarından geçen malzemeler için bağımlı hareket ederken MRP’de bu söz konusu bile değildir. Yine de standart sistemde düzeltmeler yaparak süreç tip üretime göre de bir biçimlendirme yapılabilir.

3.3. MRP Sisteminin Amaçları

MRP’nin ana amacı, malzeme seviyesinin kontrolü, olay önceliklerinin yönlendirilmesi ve üretim sistemini yüklemek için kapasitenin planlanmasıdır. Bunlar aşağıdaki gibi genişletilebilir [1];

Stok:

- Doğru parçayı sipariş
- Doğru miktarda sipariş
- Doğru zamanda sipariş

Öncelikler:

- Doğru vade ile sipariş
- Teslim tarihine sadık kalmak

Kapasite:

- Genel kapasite için planlama
- Ayrıntılı kapasite planlama
- Gelecek yükü görebilmek için elverişli planlama

MRP sistemlerinde ortak amaç, stoklar göz önüne alınarak dönem bazında brüt ve net ihtiyaçların tespiti, buna bağlı gerçekçi bir yaklaşım ile stok yönetimi için bilgi elde edebilmektir. MRP’de önemli bir nokta da, brüt ihtiyaçların net ihtiyaçlara dönüştürülmesidir. Brüt ihtiyaçta yer alan eldeki miktarı ve sipariş edilmiş miktarı çıkararak net ihtiyacı elde ederiz. Firma prensiplerinde güvenlik stoğu bulundurmamak varsa, elde edilen net ihtiyaca eklenir. Son durumda oluşan net ihtiyaç verilen siparişler ile karşılanmaktadır. Bu siparişlerin ne zaman açılacağı bilgisi satınalma birimine MRP ile düşmektedir.

MRP sisteminin genel amaçları ışığında aşağıdaki gibi daha kapsamlı amaçlarda meydana çıkmaktadır;

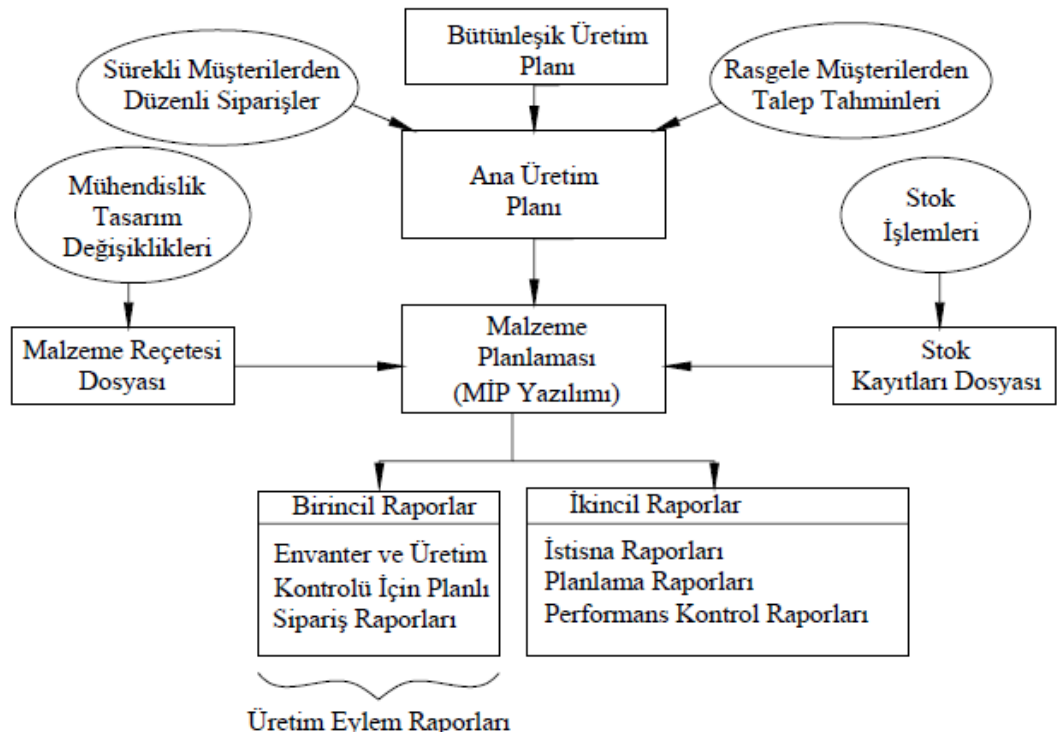
- Firmanın stok vizyonunun ortaya çıkması: Üretim girdilerinin oluşması, envanter kontrolü ve üretimde kullanılma planı
- Optimum talep miktarı: Üretim girdilerinin talep ve maliyetinde optimum noktayı bulma
- Tam zamanında üretim mitolojisi: Ürün girdilerinin zamanında istenilen yerde olması
- Üretim kontrol mekanizması: Üretim girdilerinin istenilen aşamada kontrolünün sağlanması
- Kapasite ihtiyaç planlama gereksinimi: Firma kapasitesine göre üretim girdileri değerlendirilir, buna bağlı boş kapasitelerin belirlenerek, verimlilik üzerine etkilerinin araştırılması.

MRP nin amaçlarına ulaşabilmesi için aşağıdaki işlevleri yerine getirmesi gerekir [7];

- Sipariş planlaması ve kontrol: Siparişler ne zaman ve ne miktarda gerçekleşecektir sorusuna cevap aranması
- Öncelikli planlama ve kontrol: her kalemin ihtiyaç duyulan tarihte mevcut olması ve beklenen tarihlerde karşılanması
- Planlanan kapasite gereksinimleri için temel provizyon ve işletme planı geliştirilmesi

3.4. MRP Girdileri

Malzeme ihtiyaç planlamasının üç temel girdisi vardır. Şekil 3.2.'de MRP'nin girdileri ana üretim planı, malzeme reçeteleri, stok kayıtlarının şematik gösterimi bulunmaktadır.



Şekil 3.2. Malzeme ihtiyaç planlamasının girdileri [8]

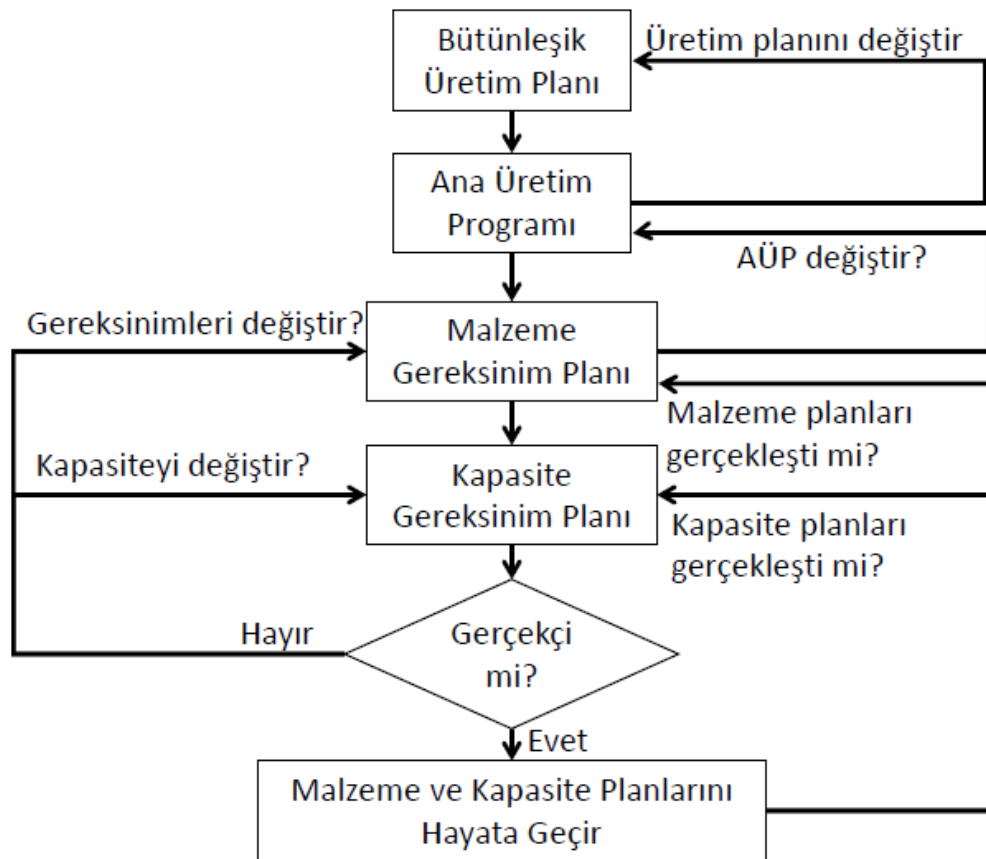
3.4.1. Ana üretim planı

Bilindiği gibi, malzeme ihtiyaç planlama sistemi tasarımı, ana üretim planına uygun

olarak geliştirilir. Diğer bir deyişle ana plan, malzeme ihtiyaç planlama sürecini çalıştıran bir mekanizma olarak tanımlanabilir [6].

Ana üretim planının kapsadığı zaman süreci, planlama döneminin tamamını oluşturmaktadır. Yani, nihai ürünlerin üretimi için yapılan programdır. Ana üretim planı ile nihai ürün için oluşturulan bütün planlar detaylandırılarak üretilecek ürün kalemlerine çevrilir. Oluşturulan bu ürün kalemleri sırasıyla ele alınır ve buna bağlı malzeme ve kapasite ihtiyaçları belirlenir. Ana üretim planı, genel kapasite planlamasıyla birlikte değerlendirilmelidir.

Ana üretim planı, MRP girdilerinin oluşturulmasını sağlayan bir süreçtir. Ana planın girdileri arasında firmanın dönem bazındaki kapasite ve stok bilgilerinin yanında müşteri siparişleri ve talep tahminleri de yer almaktadır. Ana üretim planı süreci Şekil 3.3.'te şemalanmıştır.



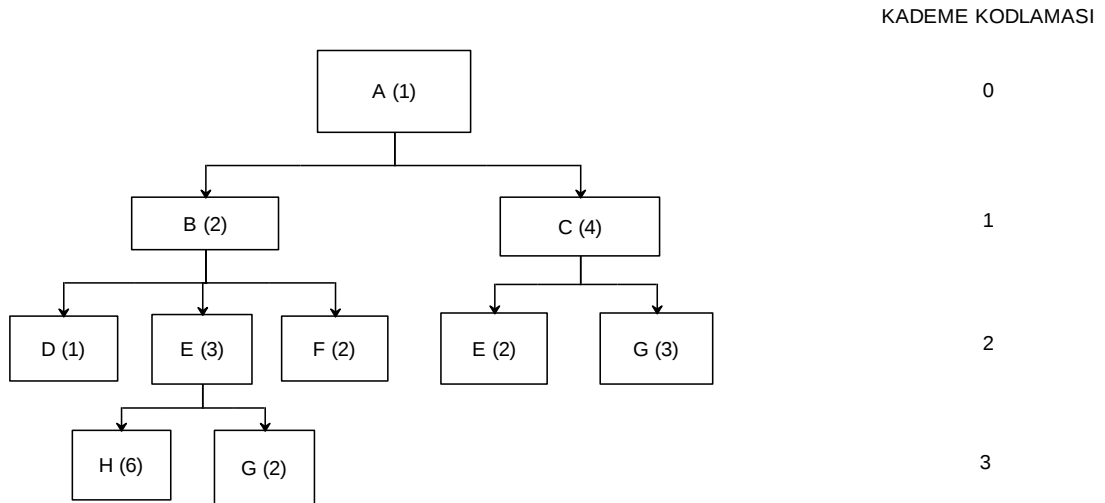
Şekil 3.3. Üretim planlarında AÜP yeri

3.4.2. Ürün ağacı

Ürün ağaçları genel tabiri ile, ürün-malzeme arasındaki ilişkiyi gösterir. En üst seviye (0 seviye) genellikle son ürünün bulunduğu seviyedir. 0 seviyesinin oluşmasında kullanılacak montaj malzemeleri ürün ağaçlarında 1. seviyede yer almaktadırlar. 1.seviyeyi oluşturan alt montaj elemanları 2. seviyede yer alır, Bu şekilde ürün ağacı dallandırılmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere ürün ağaçlarında hiyerarşik bir yapı bulunmaktadır.

Genel olarak herhangi bir montaj veya ana parça için tanımlanan ürün ağacı, söz konusu birimin yakın bileşenlerini ve birim başına kaç adet kullanıldığını belirler [6].

Aşağıdaki Şekil 3.4 ürün ağacı örneğinde; A nihai mamulü göstermektedir. Nihai mamul ürün ağacında sıfır kademesinde yer almaktadır. A mamulünü oluşturan alt montaj elemanları 1.kademede yer alan B ve C ürünleridir. Aynı kademede yer alan B ve C ürünleri birlikte montaja girerek A mamulünü oluşturmaktadır. Parantez içinde gösterilen miktarlar bir üst kademe için o üründen ne miktarda gerek olduğunu göstermektedir. B ürününden 2, C ürününden 4 adet ürün monte edilerek 1 adet A ürünü elde edilmektedir.



Şekil 3.4. Kademeli ürün ağacı örneği

3.4.3. Stok kayıt bilgileri

MRP sistemi için her an durum raporu veren kayıtların yer almasıdır. Bununla birlikte içerdiği planlama faktörleri sayesinde satınalma siparişlerinin; ne miktarda olması gerektiğini, tedarikçiden ne zaman temin edilmesi gerektiğini, siparişlerin ne zaman verilmesi gerektiğini belirlemektedir.

3.5. MRP Çıktıları

MRP sistemine veri olarak girilen bütün ürünler ana üretim planı ile detaylandırılarak raporlar halinde çıktı oluşturmaktadır. MRP sisteminde son ürüne elde etmek için planlanan siparişlere gerekli miktar kadar satın alma talebi açılır ve buna bağlı üretim hattına girdiğinde hazır olması gerekmektedir.

MRP çıktıları limitsiz format ve içerik sırasına sahiptirler. Bu raporlar birinci ve ikincil olmak üzere ikiye ayrılır. Birincil raporlar ana yada normal raporlardır. Stok ve üretim kontrolünde kullanılırlar. Bu raporlar aşağıdaki bilgileri içerirler [1];

- İleri bir zamanda verilmek üzere planlanmış siparişler
- Planlanan siparişleri yerine getirmek üzere sipariş emirleri
- Yeniden programlama durumunda açık siparişlerin teslim tarihi değişiklikleri
- Ana üretim planındaki siparişlerin ertelenmesi veya iptaline göre, açık siparişlerin iptal yada ertelenmeleri
- Stok durum verileri
- Ürün ağacında bulunan bileşen veya bileşen grubunun (yarı mamul) başından geçecek tüm stok hareketlerinin miktar ve zamanları ile sebeplerini gösteren aksiyon raporları

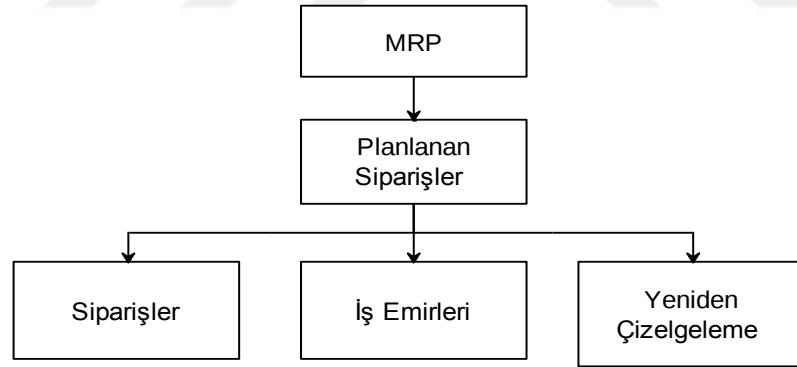
İkincil raporlar ise ek raporlar olarak nitelendirilir ve aşağıdaki ana kategorilere ayrılır;

- Planlama raporları: gelecekteki ihtiyaç ve stokların tahminlerinde kullanılırlar

- Performans raporları: aktif olmayan birimleri belirtme, gerçekleşenle planlanan birim termin zamanı, kullanım miktarı ve maliyeti arasındaki uyumu belirtme açısından kullanılırlar.
- İstisna raporları: Beklenmeyen durumlar, geç veya zamansız emirler, fazla artıklar veya gerçekleşmeyen parçalar gibi önemli terslikleri tespit için kullanılırlar.

Görüldüğü gibi MRP sisteminin çıktıları çok yönlüdür ve müşteri isteklerine göre bu çıktılar daha da çeşitlenebilmektedir. Sistem detaylandırıldıkça elde edilecek raporlar daha da artmaktadır. Buna karşın, çeşitlenen bu raporlar ana raporlar altında çoğaltılmaktadır. MRP sisteminin ana çıktıları aşağıda şematik olarak gösterilmektedir.

Şekil 3.5.'te MRP çalıştırılarak elde edilen satınalma taleplerinin sürece göre siparişlere dönüştürülmesi, iş emirlerinin oluşturulması ya da istenilen durum oluşmadığında yeniden çizelgelemeye imkan sağladığı görülmektedir.



Şekil 3.5 MRP Sisteminin ana çıktıları

3.6. MRP Sisteminin Avantajları

Malzeme ihtiyaç planlama, imalata başlanmadan önce tedarik edilecek malzemelerin belirlenen zamanda montaj hattında hazır olmasını sağlayan bir sistemdir. Üretim süreci boyunca siparişler takip edilerek sistemde aksama olmasının önüne geçmeyi

amaçlamıştır. Bu amaçlar doğrultusunda firmalar MRP sistemini doğru şekilde uyarlayabilirse aşağıdaki faydaları sağlayabilmektedirler;

- Satınalma maliyetlerinde gözle görülür azalmalar
- Müşteriler için daha kaliteli bir hizmet
- Firmanın yapısına göre stok seviyelerinde düşüşler
- Rekabetli pazar talebine daha sağlıklı dönüşler yapabilme
- İşçilik ve hammadde de verimlilik artışı
- Hazırlık ve değiştime maliyetlerinde azalma
- Karmaşık sistemler yerine daha anlaşılır sistemlerin oluşması
- İlerde karşılaşılabilecek durumlara karşı önceden uyarılma
- Sipariş teslim tarihlerinde daha tutarlı süreler verilmesi

3.7. MRP Sisteminin Dezavantajları

Her sistemin firmalara uyarlanması dezavantajları vardır. MRP sistemlerinin firmalara uyumu sırasında bazı kabuller söz konusudur. Malzeme ihtiyaçlarına odaklı bir sistem olması diğer odak noktalarından geri kalmasına sebep olmaktadır.

MRP sisteminin en büyük eksiği, sonsuz kapasite planlama modeline göre çalışmasıdır. Firmada oluşturulan iş emirlerinde fabrika kapasitesi göz önüne alınmamaktadır. Buna bağlı kritik kaynakların ne durumda olduğunu dikkate almamaktadır.

MRP sistemleri bilgisayar tabanlıdır. Elde edilen tüm veriler bilgisayar ortamında kayıt altına alınmaktadır. Bu da doğru ve geçerlilik kabul eden bir ana üretim planının olmasını zorunlu kılmaktadır.

Diğer bir sorun ise; verilerin doğruluğu ve bütünlüğüdür. Eksik veri veya hatalı bir veri karşısında iyi planlamış bir MRP sistemi doğruluğunu yitirerek gerçekten uzaklaşabilir. Bu sıkıntıların yaşanmaması için eğitimli personel yetiştirilmelidir.

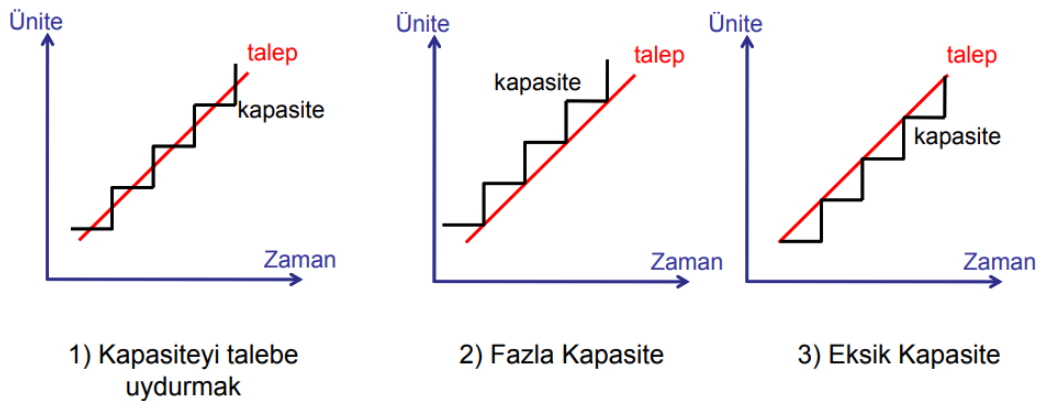
Belli bir MRP sisteminde, farklı sıralı kombinasyonlarda sonuçların etkileri test edilememektedir. MRP sistemleri makine önünde bekleyen işlerin kuyruk sırasını ve miktarını önemsemez.



BÖLÜM 4. KAPASİTE İHTİYAÇ PLANLAMASI VE PROJE TİP ÜRETİM

4.1. Giriş

Firmalar kurulurken göz önüne aldıkları en kritik faktörlerden birisi de, üretim maliyetlerini minimum seviyede tutarak belli bir üretim gücüne sahip olmaktır. Minimum maliyet ile optimum üretim gücüne sahip olmak firma vizyonunda yer almaktadır. Optimum seviyeye ulaşamayan firmalar, üretim yaptıkça kayıp yaşamaya devam etmektedir. Bu yaşanan kayıplara önlem alamayan firmalar sektörde daha fazla tutanamamaktadır. Firmalar mevcut kapasitesini tam olarak kullanamıyorsa, ortada atıl kapasite var demektir. Burada bahsi geçen atıl kapasite, firmanın üreteceğinden daha fazla kapasitesi olduğu anlamına gelmektedir. Üretime yatırılan sermaye atıl kapasite olarak belirlenirse, yatırımların amorte edilmesi uzayıp, üretime dönüşmediği açıktır. Atıl kapasitesi kadar üretim faktörlerinin üretimden geri alınması ile optimum seviyeye ulaşılır.



Şekil 4.1. Kapasite çeşitlerinin talebe etkisi

Kapasite planlama ve kontrol, gelen tüm müşteri taleplerini karşılamak için eldeki tüm üretim faaliyetlerinin oranını ayarlama çalışmalarını içermektedir. Genel anlamda kapasite, bir üretim oranı veya belirli bir zaman içindeki üretim Miktarı olarak tanımlanabilir. Kapasitenin üretim oranı olarak ölçülmesi durumunda fiili üretimin maksimum üretime oranı söz konusudur [9].

Firmalar için genel olarak tanımlanan kapasite ölçümleri için üretim programları hesaplanırken fabrikadaki makinaların fiili ve maksimum kapasitelerinin hesaplanması gerekmektedir. Maksimum kapasite ile firma kapasitesini tam kapasite ile çalıştırmaktadır. Fiili makine kapasite genellikle maksimum makine kapasitesinin altında çalışmaktadır. Kapasite ölçümlerinde karşılaşılan ana zorluğun sebebi ise, üretim çeşitliliğinin çok fazla olmasıdır. Ürün çeşitliliğinin çok olması durumunda, kapasitenin hangi ürüne göre yapılması sorunu ortaya çıkmaktadır.

Kapasiteyi etkileyen birçok faktör vardır. Bazı faktörler tamamen yönetim kontrolü altında iken, bazıları değildir. Yönetim kontrollü faktörlerden bazıları şunlardır [1];

Arazi

İşgücü

Tesisler makineler

Araç-gereçler

Günlük vardiya sayısı

Haftalık çalışma günü sayısı

Fazla mesai

Fason imalat

Koruyucu bakım

Daha az kontrol edilebilir diğer faktörler de şunlardır;

İşçi devamsızlığı

İş gücü performansları

Ekipman bozuklukları

Fire ve tekrar işleme

Makine ve insan gücü kapasiteleri değerlendirildiğinde; sermayesi yoğun sanayi kuruluşlarında makine kapasitesi ön plana çıkmaktadır. Emek yoğunluğu olan firmalarda ise insan gücü makine gücü ne kapasiteyi daha fazla etkilemektedir. Fakat bu durum teknolojinin gelişmesiyle daha başka bir hal almaktadır. Sanayi kuruluşlarında bilgisayara dayalı tasarım (CAD), bilgisayara dayalı üretim (CAM) gibi gelişmeler, makine ve insan kapasitesinin aynı anda değerlendirilmesini ve karşılıklı etkileşim içinde bulunmalarını sağlamıştır.

4.2. Kapasite Planlama Aşamaları

Üretim için ihtiyaç duyulan kaynakların (makine, insan, teçhizat vb.) mevcut kapasitelerinin tespit edilerek, planlanması için çeşitli aşamalardan geçmesi gerekmektedir. Kapasite planlamanın üç aşaması;

Kaynak ihtiyaç planlaması (RRP- Resource Requirement Planning)

Kaba kapasite planlaması (RCCP- Rough Cut Capacity Planning)

Kapasite ihtiyaç planlaması (CRP- Capacity Requirements Planning)



Şekil 4.2. Kapasite planlamasında aşamalar [1]

Kapasite planlamanın üç aşamasının, zamana göre değerlendirilmesinde plana etkisi ve doğuracağı alternatifler Tablo 4.1.'de gösterilmiştir. Kaynak ihtiyaç planlaması daha uzun dönemde planlanırken, üretim planından veri almaktadır. Orta ve uzun

döneme geçtiğimizde kaba kapasite planlaması ana üretim planından veri almaktadır. Kapasite ihtiyaç planlamasına geçtiğimizde daha kısa dönemde planlar yapılmaktadır.

Tablo 4.1. Kapasite aşamaları

KAPASİTE AŞAMASI	ZAMAN ARALIĞI	PLAN	ALTERNATİF
Kaynak İhtiyaç Planlaması (RRP)	Uzun Dönem	Üretim Planı	Arazi, Tesisler
Kaba Kapasite Planlaması (RCCP)	Orta-Uzun Dönem	Ana Üretim Planı (MPS)	İş gücü, Satınalma, Fason
Kapasite İhtiyaç Planlaması (CRP)	Kısa-Orta Dönem	Kapasite İhtiyaç Planı	İş gücü, Fazla Mesai, Fason

4.2.1. Kaynak ihtiyaç planlaması

Kaynak ihtiyaç planlaması (RRP)'nin amacı, üretim planını karşılayacak olan ana kaynakların bütünleşik olarak seviyelerini belirlemektir. Bu plan, işgücü ve kapasite durumundan faydalanarak kaynaklar için ihtiyaçları belirler. İşgücü ve kapasite durumları, bir birimi üretebilmek için gerekli makine, teçhizat ve/veya adam-saatini kapasitelerini göstermektedir.

Uzun dönem ihtiyaç planlama, araştırma ve geliştirme yolu ile uygun ürün hattı ve şirket faaliyetleri için elverişli kolaylıklar (araç-gereç, işgücü vb.) sağlar. Fabrika kuruluşu ve geliştirmesi planlarını, proseslerin modernizasyonu planlarını ve yeni proseslerin işletmeye dahil edilmesi konularını içeren uzun dönem planları, genellikle 5 yıldan 20 yıla kadar uzanır [11].

Amaç kurulmadan önce üretim planını değerlendirmektir. Üretim firmasının üretim planını uygulama becerisi incelenerek, yöneticiler kritik kaynakların öngörülen program üzerindeki etkisini analiz edebilirler. Bu MPS'nin ne kadar gerçekçi olduğunu belirleme fırsatını sağlar. Kaynak ihtiyaç planlaması, CRP'nin daha genel bir şeklidir, çünkü esas amacı CRP'deki gibi münferit kaynaklar üzerindeki mevcut yükü tespit etmekten ziyade bir üretim programının etkisini değerlendirmektir.

4.2.2. Kaba kapasite planlama

Kaba kapasite planlaması, kapasite ihtiyaçlarını ana üretim programından çekmektedir. Bunun amacı, ana üretim programının kapasite açısından uygun olup olmadığını belirlemektir. RCCP ile ana üretim planının kapasite açısından uygun olmadığı tespit edilirse, ya ana üretim programı için yeni bir seneryo oluşturulur, yada kapasite üzerinden değişikliği gidilir.

RCCP ana üretim planında adı geçen tüm kalemler için gereken iş merkezi kapasitelerini hesaplar ve darboğaz yaratabilecek iş merkezleri üzerine dikkat çeker. RCCP için planlama periyodu Ana Üretim Planı gibi genellikle 1 yıldır. Revizyonlar haftalık veya aylık olarak yapılır. Bu plan halihazırda üretilmekte olan birimlerin stoklarını dikkate almadığı için kısa dönemli kapasite ihtiyaçlarının belirlenmesinde hata payı yüksektir.

4.2.3. Kapasite ihtiyaç planlaması

Planlama prosesinin üst seviyelerinde ana kapasite problemleri halledilmiş olmasına rağmen, günlük kapasite problemleri halen mevcut olabilir. Kapasite ihtiyaç planlaması, bu problemlerin belirlenmesi ve MRP tarafından üretilen malzeme planının kontrolü için kullanılan bir araçtır. CRP, kısa dönemden orta döneme kadar bir planlama aralığında malzeme planının uygulanabilmesi için gerekli spesifik iş gücü ve makine-teçhizat miktarını belirler [1].

Kapasite ihtiyaç planlama hesabı yapılırken, kaba kapasite planlamaya benzer şekilde yapılmaktadır. Fakat RCCP den farklı olarak hesaplama yapılırken ana üretim planı yerine MRP ile oluşturulan iş emirleri kullanılmaktadır.

Kapasite ihtiyaç planlaması, her malzeme için,

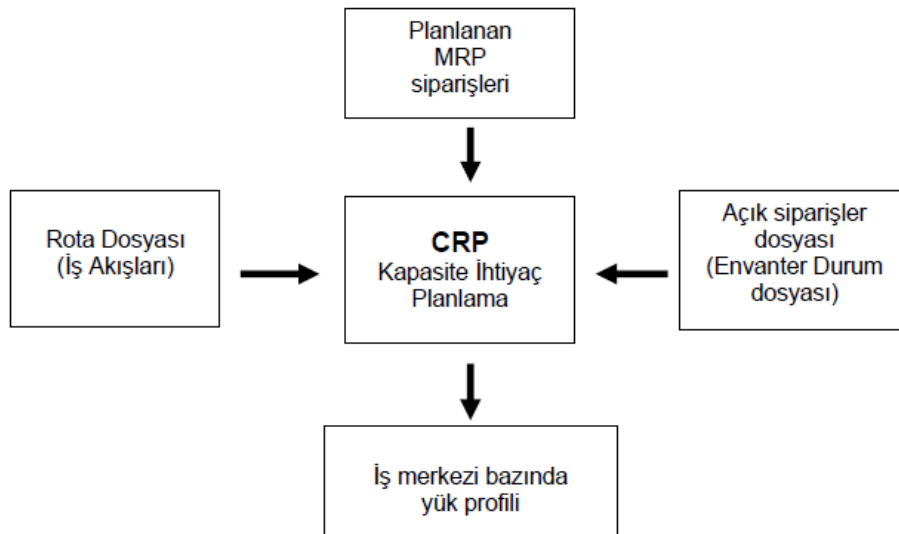
Malzemenin geçeceği üretim hatlarını
İşlemler için ihtiyaç duyulan zamanları

Kullanılacak kaynak hesaplamalarını yapan süreçtir.

Kapasite ihtiyaç planlaması ile kuyrukta bekleyen işler analiz edilir.

Kapasite ihtiyaç planlamasında üretilecek parçaların rotaları girdi olarak değerlendirilmektedir. Rotalar ile parçaların hangi iş merkezlerinde işleneceği belirlenmektedir. CRP elindeki girdilerle birlikte, MRP den aldığı net ihtiyaç, açılan siparişler ve bekletilen siparişlere göre, her bir iş merkezi için her bir zaman aralığında ihtiyaç duyulan kapasiteyi tahmin etmektedir.

Kapasite planlama detaylandırıldıkça, planlama döneminin uzunluğu azalmaktadır. CRP için detay fazla olduğundan planlama periyodu 1 yıl yada daha az sürmektedir. Şekil 4.3.'te kapasite ihtiyaç planlamasının girdisi rota dosyaları (iş akışları), planlanan MRP siparişleri ve envanter durum dosyaları yer almaktadır. CRP çıktısı olarak iş merkezi bazında yük profili elde edilmektedir.



Şekil 4.3. Kapasite ihtiyaç planlamasının girdi ve çıktıları

BÖLÜM 5. PROJE TİP ÜRETİMDE EŞ ZAMANLI MALZEME VE KAPASİTE İHTİYAÇ PLANLAMA

5.1. Giriş

Malzeme ihtiyaç planlaması, üretilecek ürünün ne zaman ve ne kadar miktarda üretilmesi gerektiğiyle ilgili sorulara cevap vermektedir. Bu sorulara cevap verirken üretim hattındaki iş yoğunluğunu göz önüne almaz. MRP, istenilen zamanda üretilecek ürün için iş merkezlerinin durumunu müsait kabul etmektedir. Örneğin, malzeme ihtiyaçlarını, iş ve satınalma emirlerini üretirken, fabrika kapasitesinin bu üretimi yapmak için yeterli olup olmadığına dikkat etmez.

MRP'nin kapasiteyi kontrol eksikliği, Kapalı Çevrimli Malzeme İhtiyaç Planlaması'nın oluşmasına etken olmuştur. Kapalı Çevrimli MRP, malzeme ihtiyaç planlaması çerçevesinde kullanılan ve üretim planlamasının diğer fonksiyonlarını, ana üretim programını ve kapasite ihtiyaç planlamasını da içeren bir sistemdir. Burada önemli olay, atölye düzeyi kontrolün sağlanması, başka bir deyişle kapasite ihtiyaç planlamasını da planlama kapsamına alınmasıdır [12].

Kapasite ihtiyaç planlamasında, iş yüklerine ait kapasite hesaplamaları yapılmaktadır. Hesaplanan üretim kapasiteyi aştığında kapasite ihtiyaç planlama bu sorunu çözmek için bir senaryo oluşturamamaktadır.

MRP, sınırsız miktarda makine ve işgücü olduğunu varsayarak hareket ettiği için, mamulü planlanan sevk tarihinden itibaren geriye doğru sınırsız iş merkezine atayarak çizelgeler ve buna göre imalata başlama tarihini oluşturmaktadır. Bu durum firmaların üretim sistemi için ne yazık ki uygun değildir. Üretim yapan firmalarda eldeki kaynaklar kısıtlı olup kapasite sınırlıdır. Tek başına kapasite ihtiyaç planlama da firmaların sorunlarına çözüm olamamaktadır. Firmalar, CRP ile sadece işin ne

kadar süreceği sorusuna yanıt alabilmektedir. Bu sebeple firmaların MRP ve CRP planlarına uyabilmeleri güç olmuştur.

Bu güçlükleri kolaylaştırmak ve firmanın taleplerine yanıt vermek adına eş zamanlı MRP/CRP yaklaşımı, üretilecek olan siparişlerin miktarları ve birim üretim sürelerini çarparak, işlem göreceği üretim süresini elde eder (CRP). İşlem merkezlerinde meşgul edeceği süre belirlendikten sonra, eldeki kaynaklarda göz önüne alınarak iş merkezleri geriye doğru çizelgelenir ve bu çizelgelemeye bakılarak operasyonların başlama tarihi belirlenir. Ortaya çıkan başlama tarihi malzeme ihtiyaçlarının sipariş tarihi olarak kabul görür ve sipariş tarihinden temin süreleri çıkarılarak ihtiyaç tarihi elde edilir (MRP).

Fiili kapasite durumlarını eş zamanlı yansıtan bir çizelgeleme ile malzemelerin ve kapasitenin eş zamanlı çizelgelemesi ve bu çizelgeye bağlı MRP çalıştırılması ile hem zaman kaybı önlenecek, hem de uygulanabilir bir plan oluşturulacaktır [13].

Eş zamanlı MRP/CRP sisteminin dezavantajı ise sipariş verilecek tarihi hesaplarken bugünün tarihini bir kısıt olarak gözetmemesidir. Bunu daha iyi izah edecek olursak, ileriki dönemlerde teslim edilecek bir mamulün alt bileşenlerine baktığımızda geçmiş tarihlere sipariş tarihi atayabilmektedir. Firmalar bu durumu olumsuz ve güven kırıcı bulabilmektedir. Fakat eş zamanlı MRP/CRP sistemi bu durumu avantaja çevirebilmektedir. Geçmiş tarih atayan siparişlere baktığımızda sistemin aslında bizi uyardığını görmekteyiz. Geçmiş tarihli sipariş verilen ürünün üretildiği iş merkezine baktığımızda, diğer işler ile ilgili bir rota çakışması yahut iş merkezindeki yoğunluğun fazla olması gibi darboğazlar belirlenmektedir. Bu durumun gerçekleşmesi halinde ilgili firma üretimini tekrar kontrol ederek kapasite artırımı gibi önlemler alabilir.

Farklı üretim tiplerinden elde edilen sonlu kapasiteli ihtiyaçlar incelendiğinde görülmektedir ki, eş zamanlı MRP/CRP sisteminin uygulanabilirliği ve kullanım alanı, üretim tipine göre değişmektedir [14].

Proje tip üretimde, proje planı faaliyetleri önceden belirlenmiş olmalıdır. Belirlenen proje faaliyetlerinin işlem süresi, her iş için belirlenmektedir. Belirlenen faaliyetlerin hangi iş merkezlerinde yapıldığı kapasite planını etkilemektedir. Fabrikadaki iş merkezlerinin müsaitliğine göre faaliyetler iş merkezlerine atanmaktadır. Proje faaliyetlerinin çizelgelenmesi ile oluşan başlama tarihlerine göre malzeme ihtiyaçları belirlenmektedir.

5.2. Literatür Taraması

Kritik yol yöntemi / malzeme ihtiyaç planlaması ile proje planlaması için uygun bir algoritma seti üzerine çalışılmıştır. Projeleri ve kaynakları planlamak için daha sağlam bir yöntem olarak kritik yol yöntemini (CPM) malzeme ihtiyaç planlaması (MRP) ile birleştiren bir hibrit model önerilmiştir. Bu tekniğin temel avantajı, kaynak kayıtlarının tedarik sürelerinin yanı sıra, envanter kayıtlarının proje çizelgesinin hesaplanması sürecine entegre edilmesidir. Bu yazıda, kritik dizinin yanı sıra erken ve geç başlangıç çizelgelerini hesaplamak için kullanılabilecek bir dizi resmi CPM/MRP algoritması sunulmaktadır. CPM/MRP modelini göstermek için basit bir örnek proje kullanılmıştır. CPM/MRP tekniği, daha önce önerilen proje planlama metodolojilerinin temel bir eksikliğini gidermek için tasarlanmıştır. CPM, başlangıçta sadece teknolojik kısıtlamalara tabi projeleri planlamak için tasarlanmıştır. Daha sonra, kısıtlılıkların kaynak kullanılabilirliği üzerine çeşitli yönleriyle ele almak için ek teknikler getirilmiştir. Önerilen tekniklerden hiçbirisi kaynak edinme süresini kaynak gereksinimleri oluşturma ile bütünleştirmeye çalışmamıştır. Açıkçası böyle bir teknik, envanter kayıtlarının zamanlama tekniğine entegre edilmesini sağlamayı amaçlamıştır. CPM ve MRP'nin kombinasyonu, CPM'deki bu dezavantajın üstesinden gelmek için olası bir araç sağlar. Hem CPM hem de MRP, öncelik ilişkilerine dayalı zaman çizelgeleri oluşturan doğrusal modellerdir. Entegre bir yaklaşım yararlıdır çünkü faaliyetler envanter pozisyonu hakkındaki bilgiler dahilinde planlanabilir [15].

Çapraz entropimetodolojisi ile stokastik, sonlu kapasite, çok projeli sistemlerin yönetimi çalışmasında sonlu bir kapasite yükleme sorunu, stokastik (rastgele) ve

dinamik çoklu proje sistemi ele alınmaktadır. Sistem, aynı anda sistemde sabit sayıda proje tutularak kontrol edilir. Sistemin optimal yüklenmesini belirlemek için Çapraz Entropi (CE) yöntemine dayanan yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Sayısal deneyler aracılığıyla, CE yönteminin performansını ve gürültülü bir sistemdeki davranışına yeni bakış açıları gösterilmiştir. Özellikle, yakınsama süresi, yineleme sayısı ve gürültü seviyesi arasında bir denge olduğu öne sürülmüştür [16].

Gemi inşasında çok projeli planlamada, ortak planlama tekniklerini tanımlamakta ve organizasyonel değişikliklere ve bilgisayar uygulamalarından destek alarak geliştirmeler önerilmektedir. Siparişlerin proje olarak kabul edildiği ortak yaklaşımın başarılı olduğu kanıtlanmıştır, ancak yeni zorluklar sunmaktadır. Zaman ve kapasite planlaması, bir tersanenin performansını iyileştirmek için önemli bir araçtır. Bununla birlikte, pratikte, planlama tekliflerinin fırsatları tam olarak kullanılmamaktadır. Bir tersane, projelerin müdahale ettiği ve genellikle başlangıçta belirli bir belirsizlik derecesine sahip olduğu çok projeli bir ortamdır. Çok aşamalı planlamanın organizasyonel yönlerini tartışıyor ve geleneksel proje yönetimi tekniklerinin neden her zaman yeterli olmadığını açıklıyor. Organizasyondaki çeşitli çıkarları dengelemek ve bir tersanenin performansını iyileştirmek için zaman, kapasite ve maliyetlerin eş zamanlı yönetimi gerekir. Ayrıca, bir karar desteğinin devam eden uygulaması açıklanıyor. Hollandalı bir gemi tamirhanesinde, gemi yapımı ve gemi tamirciliği için planlama süreçleri farklı da olsa, aynı prensiplerin uygulanabilirliği araştırılıyor [17].

Büyük ölçekli projelerin, belirlenmiş bir zaman periyodu içerisinde, mevcut kaynakları kullanarak, optimum maliyetlerle tamamlanması ve porje için belirlenen hedeflerin gerçekleştirilebilmesi açısından planlama, programlama ve kontrol safhalarının analizi ele alınmıştır. Proje yönetiminin en önemli üç aşaması olan planlama, programlama ve kontrol safhaları CPM ve PERT teknikleri ışığında incelenmiş ve ülkemizde uygulaması ender rastlanan bir inşaat projesinin analizi, PERT tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir [18].

Projeler karmaşıklık ve boyutları büyüdükçe, kıt kaynakları verimli bir şekilde kullanan gerçekleştirilebilir çizelgeler bulmak, proje yönetimi içinde zorlu bir görevdir. Bu bağlamda, iyi bilinen kaynak kısıtlı proje planlama problemleri son yıllarda kapsamlı bir şekilde çalışılmıştır. Birden çok kaynak türünün kısıtlı kalma durumları göz önünde bulundurulduğunda, bir projenin öncelik sırasına göre bir dizi iş gerçekleştirerek mümkün olan en kısa sürede bitirilmesi gerekir. Özellikle, çok sayıda iş ile ilgili sorunlar için, öncelikli kural tabanlı prosedürler gibi sezgisel yaklaşımlar ve meta sezgisel temellere dayalı yaklaşımlar tercih edilen yöntemler arasındadır. Geleneksel olarak, bu tür sezgisel yaklaşımlar, projenin başlangıcından itibaren ileri bir yönde planlayarak bir program oluşturur. Bu çalışmada, geriye dönük ve iki yönlü planlama stratejileri tanıtılmıştır. Uygun programların oluşturulması için seri ve paralel programlama şemaları, iki yönlü planlamayı içeren farklı planlama yönlerinin esnek kullanımıyla genişletilir. Bu çalışmaların verimliliğini değerlendirmek için öncelikli kural tabanlı sezgisel yaklaşımlara dahil edilirler. Kapsamlı bir sayısal araştırma sonucu, iki yönlü planlamayı kullanırken, bu tür yöntemlerin performansının önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Bu stratejilerin meta sezgisel tabanlı prosedürler içinde de uygulanması gerektiğini göstermektedir [19].

Artan rekabet ortamının bir sonucu olarak, projelerin öngörülen sürede ve belirtilen kaynaklarla tamamlanması zorunlu olmuştur. Projeleri gecikmeksizin ve önceden belirlenmiş olan yeterliliklerle tamamlamak için etkili bir proje yönetimi gereklidir. Bu ihtiyaçları karşılamak için proje planlama teknikleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada, proje yönetimi teknikleri olan klasik PERT ve CPM, bulanık proje yönetiminde kullanılan bulanık PERT ve bulanık CPM, online internet şubesini geliştirmek ve online internet şubesi projesini planlanmıştır. Çalışmanın sonunda, sonuçlar analiz edilmiştir. Çalışmada, üç farklı firmanın belirli ve bulanık faaliyet süreleri kullanılmıştır. Belirli etkinlik süreleri, klasik CPM ve PERT optimizasyonu ve bulanık veri için üçgen bulanık sayıların kullanılması ile CPM ve PERT optimizasyonu analiz edilmiştir [20].

Bu çalışmada, proje önceliği (veya kritikliği), kaynak kısıtlaması altında çok projeli programlama problemi için proje program geliştirme ile bütünleştiren bir hibrit algoritma sunulmuştur. Buradaki amaç, bazı projelerin daha yüksek önceliğe sahip olduğu durumlarda, proje üretim süresini ve ceza maliyetini en aza indirmektir. Sorun NPhard (Polinomsal zamanda bir çözümü olduğunu ispatlayamadığımız karar problemlerinin karmaşıklık sınıfı) olduğundan, proje önceliğini etkinlik önceliğiyle birleştirerek bu sorunu çözüyoruz. Proje takvimi, öncelik kurallarına ve AHP'ye dayanan bir melez algoritma kullanılarak üretilmiştir. Önerilen algoritmanın etkinliği hesaplamalı sonuçlar ile doğrulanmıştır. Sunulan algoritma, her bir projenin tanımlanmış bir kritikliğe sahip olduğu, çok-projeli kaynak kısıtlamalı programlama probleminin çizelgesini oluşturmak için yeni bir yöntem oluşturmuştur [21].

Karmaşık ürün yapılarına ve çok sayıda üretim aşamasına sahip üretim ortamlarında, malzeme planlama planlaması (MRP), üretim planlaması ve malzeme tedarikinde karar vermede en yaygın kullanılan sistemdir. Bununla birlikte, uygulamada piyasa talebindeki belirsizlik, sınırlı kapasiteye sahip kaynaklar, kapasite verisindeki belirsizlik veya belirsiz maliyetler gibi çeşitli zorluklar ortaya çıkmaktadır. Benzer şekilde, MRP ortamlarında uygulanan klasik çözüm prosedürleri, üretim kararlarını optimize etmez. Bu çalışmada, kapasite kısıtlı MRP, çoklu ürün, çok seviyeli ve çok dönemli üretim ortamında orta vadeli üretim planlaması için yeni bir doğrusal programlama modeli sunmuştur. Daha sonra, bu model, hedef işlevinde, piyasa talebinde ve mevcut kaynak kapasitesinde esnekliğe sahip üç bulanık modele dönüştürülmüştür. Ana hedef, belirsizlikten korunmak için ana üretim programını, her bir dönem için her ham bileşen için MİP, stok seviyeleri, gecikmeli talep ve belirli bir planlama ufku üzerinden kapasite kullanım seviyelerini belirlemektir. Son olarak, model bir otomobil koltuk üreticisinin gerçek verileri kullanılarak test edilmiştir [22].

5.3. Proje Tip Üretimde PERT/CPM

Proje tip üretim, tek sefer yapılan ve spesifik bir ürünün oluşturulduğu üretim tipleridir. Proje bazlı sipariş ve üretim yönetimi de bu temel proje tanımını içerisinde

taşıır. Her iş emri yeni bir üründür ve yeni bir üretim anlamına gelir. Elbetteki daha önce ürettiğiniz ürünlere belirli oranlarda benzeştirmeniz mümkün olabilir ancak proje tipi üretim için gerçekten bir yenilik ve bu yeniliği elde etmek için özel bir çaba gerekir. Diğer endüstriyel sistemlere göre müşteriye göre en çok özelleşen ve standartları en az indirgenmiş sistemdir.

Proje tip üretimin planlaması ve kontrolü için, hangi işlerin ne zaman yapılacağı kararının verilmesi gerekir. Bu amaçla kullanılan en etkin ve en yaygın planlama aracı olarak “Şebeke Analizleri (Network Analysis)”dır [1].

Üretim planlamasında planlanan bir “iş”tir. Bu iş birtakım “işlemlerden” oluşur. Proje tip üretimde, planlanan bir “projedir” ve bu projeyi oluşturan bir takım “faaliyetler (activities)” vardır. İşlem (faaliyet) zamanlarının kesim olarak bilindiği kabul edilerek yapılan planlamalarda Kritik Yol Yöntemi (CPM), kesin olarak bilinmediği hallerde ise, olasılık teorisinden yararlanılarak geliştirilen Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme (PERT- Program Evaluation and Review Technique) tekniği en çok kullanılan Şebeke Analizi teknikleridir [1].

PERT analizi, daha önce benzeri yapılmamış, proje parametrelerinin bulanık olduğu, proje süresinin tahmini kestirilmediği projelerde kullanılmaktadır. Bu yöntemin terci edilmesindeki amaç, plandan sapmanın yaratacağı etkileri proje başında görülmesini sağlamak, ortaya çıkacak problemler için önceden düzeltici faaliyetlerde bulunmaktır.

CPM, daha önce bir benzeri gerçekleşen, yeteri kadar verinin elde edildiği, deneyim sahibi olunan projelerde kullanılmaktadır. Proje süresi, projeye başlamadan yaklaşık olarak bilinmektedir. Burada faaliyetlerin organize edilmesi önem taşımaktadır. Bu teknikte, faaliyetler arasındaki sıra ilişkileri ve her bir faaliyetin sürdürülebilmesini sağlayan kaynaklar kısıt olarak ele alınmaktadır. Aynı faaliyet merkezinde işlem gören faaliyetlerde, bir faaliyet bitmeden yeni bir faaliyete başlanamamaktadır. Bu da faaliyetler arasında öncelik sırasını ortaya çıkarmaktadır. Projelerdeki faaliyetlerin çok fazla olması ile sorunlar daha da karmaşık bir hal almaktadır. CPM tekniği ile

faaliyetlerin planlanması ve sürecin yürütülmesi proje için büyük yardımlar sağlamaktadır.

5.4. CPM ile Proje Süreci

Proje tip üretimde CPM'deki faaliyetlerin başlama zamanları baz alınarak malzeme ihtiyaç planlaması yapılmaktadır. Faliyet başlama tarihlerinde malzemelerin hazır olması için ihtiyaç tarihi çıkarılarak malzeme siparişleri oluşturulmaktadır.

PERT/CPM analizleri temelde 3 nedenden dolayı yapılmaktadır. Bunlar;

- Yapılacak faaliyetlerin aralarındaki ilişkiyi gözle görülür hale getirmek
- Minimum proje tamamlama süresinin hesaplanmasını sağlamak
- Faaliyetlerden birinin planlanandan uzun sürmesi halinde tüm projeyi geciktirebilecek faaliyetlerin kolayca bulunarak kritik yolun tekrar hesaplanmasını sağlamaktır [23].

5.4.1. Proje sürecinde örnek CPM çalışması

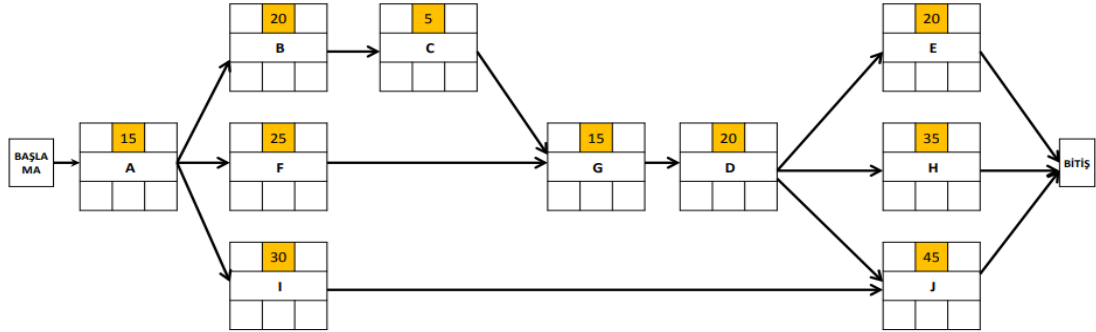
Bir PERT/CPM çalışması için faaliyetler, öncelikli faaliyetler ve faaliyet sürelerini belirlemek gerekmektedir.

Örnek bir çalışma yaparsak;

Tablo 5.1. PERT/CPM için faaliyetlerin ve sürelerin belirlenmesi

Faaliyet	Faliyet Tanımı	Öncül	Süre
A	Proje tasarım	-	15
B	Malzeme satınalma	A	20
C	Proje tasarım çizimleri	B	5
D	Projede, ürünlerde revize	G	20
E	Üretime başlama	D	20
F	Proje ekibinin belirlenmesi	A	15
G	Ekibin işe başlaması	C,F	15
H	Saha personelinin işe başlaması	D	35
I	Proje tanıtım	A	30
J	Geniş çaplı proje reklamlarının yapılması	D,I	45

Tablo 5.1.'de faaliyetler şebeke diyagramı ile gösterilmektedir. Şekil 5.1.'de faaliyetlere ait şebeke diyagramı yer almaktadır.



Şekil 5.1. Örnek çalışma şebeke diyagramı

Bir faaliyetin başlayabilmesi için, tüm direkt öncelik faaliyetlerin yani önşartların bitmiş olması gerekir. Faaliyetin sadece bir önşartı varsa, o faaliyet için ES (en erken başlama) = EF (en erken bitiş) koşulu sağlanır. Faaliyetin birden fazla önşartı varsa, o faaliyet için $ES = \text{Max} \{ \text{öncelik faaliyetlerinin EF'leri} \}$ koşulu sağlanır. Başlangıç faaliyetlerinden başlanarak ileriye gidilir. Başlangıç faaliyetlerinin ES değeri sıfır olarak kabul edilir.

$$EF = ES + \text{faaliyet süresi}$$

Bir faaliyet, ilerleyen faaliyetlerden sadece birisinin önşartı ise, o faaliyetin LF (en geç bitiş), bir sonraki faaliyetin LS (en geç bitiş) değerine eşittir. Faaliyet birden çok faaliyetin önşartı ise,

$$LF = \text{Min} \{ \text{önşart olunan faaliyetlerin LS değerleri} \}$$

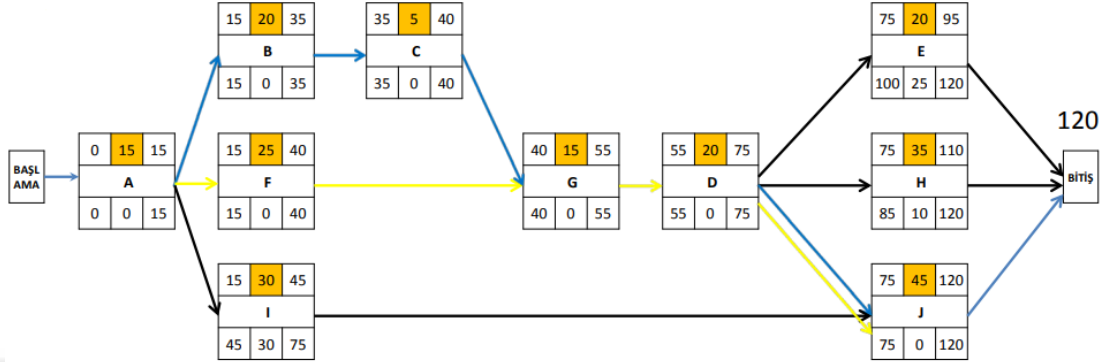
$$LS = LF - \text{faaliyet süresi}$$

Fazlalık sürelerinin hesaplanması ve kritik yol;

$$S = LS - ES$$

$$S = LF - EF$$

S değerleri 0 olan düğümlerin birleşmesi ile kritik yol elde edilir. Buna göre şebeke diyagramında bu hesaplamalar ile Şekil 3.7.'de kritik yol belirlenmektedir.



Şekil5.2. PERT'te kritik yol belirleme ve proje tamamlanma süresi hesabı

Kritik Yol 1 = A-B-C-G-D-J

Kritik Yol 2 = A-F-G-D-J

Proje tamamlama süresi = 120 hafta

Şekil 5.2.'de ağdan faydalanılarak projenin planlaması, iş sıralamasının yapılması, izlenmesi ve kontrolü gerçekleştirilir. Malzeme ihtiyaç planlaması faaliyetlerin başlangıç tarihleri baz alınarak yapılmaktadır. Diyagrama göre faaliyetlerin en erken başlama, en geç başlama tarihleri Tablo 5.2.'de verilmiştir.

Tablo 5.2. PERT'te şebeke diyagramına göre en erken, en geç başlama tarihi

Faaliyet	En Erken Başlama Tarihi	En Geç Başlama Tarihi
A	0	0
B	15	15
C	35	35
D	55	55
E	75	100
F	15	15
G	40	40
H	75	85
I	15	45
J	75	75

5.4.2. Bir inşaat firmasının proje sürecinde örnek CPM çalışması

Proje tip üretim yapan işletmede, Vadistanbul, Baysaş İstanbul ve Karat 34 olmak üzere 3 proje siparişi gelmiştir. Projelerin faaliyetleri, süreleri ve faaliyet merkezleri üç proje için de ayrı ayrı verilmiştir. Faliyet merkezlerinin iş yükü olmadığını varsayarsa, 1. İş gününden başlayarak, projelerin tamamlanma zamanlarını bulalım. Burada önemli bir nokta da, en uzun süreli faaliyet önceliklidir.

Projelerin faaliyetleri, süreleri ve faaliyet merkezleri aşağıda yer alan tablolarda verilmiştir.

Tablo 5.3. Vadistanbul faaliyet süreleri, merkezleri, öncelikleri

VADİSTANBUL (V)						
FALİYET NO	1	2	3	4	5	6
ÖNCEKİ FALİYET		1	1	2	2,3	4,5
FALİYET SÜRESİ (GÜN)	4	2	4	1	3	3
FALİYET MERKEZİ	TYM1	TYM3	TYM5	TYM2	TYM4	TYM5

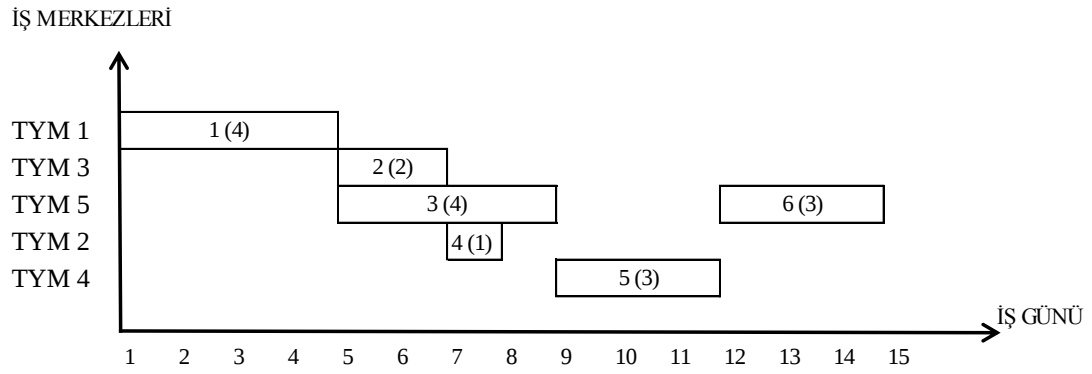
Tablo 5.4. Baysaş İstanbul faaliyet süreleri, merkezleri, öncelikleri

BAYSAŞ İSTANBUL (B)						
FALİYET NO	1	2	3	4	5	6
ÖNCEKİ FALİYET		1	1	3	3,4	
FALİYET SÜRESİ (GÜN)	3	4	2	2	2	
FALİYET MERKEZİ	TYM1	TYM3	TYM2	TYM5	TYM4	

Tablo 5.5. Karat 34 faaliyet süreleri, merkezleri, öncelikleri

KARAT 34 (K)						
FALİYET NO	1	2	3	4	5	6
ÖNCEKİ FALİYET		1	1,2	3	3,4	
FALİYET SÜRESİ (GÜN)	3	2	4	3	1	
FALİYET MERKEZİ	TYM3	TYM1	TYM5	TYM2	TYM4	

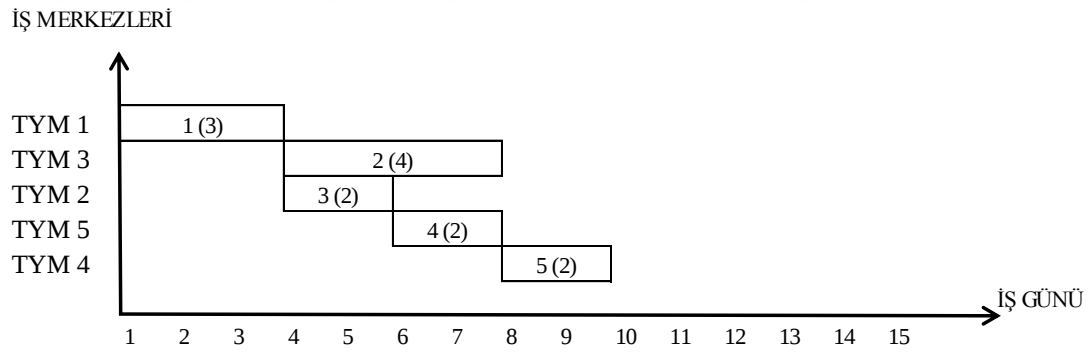
Bu verilere göre bağımsız, kapasite kısıtı olmadan her bir proje için oluşturulan gantt şemaları aşağıdaki gibidir. Bu gantt şemalarına göre faaliyetlere başlama ve bitiş günleri belirlenmiştir.



Şekil 5.3. Örnek çalışma Vadistanbul projesi sınırsız kapasiteli gantt şeması

Tablo 5.6. Örnek çalışma Vadistanbul projesi sınırsız kapasiteli ile faaliyetlerin başlangıç bitiş günü

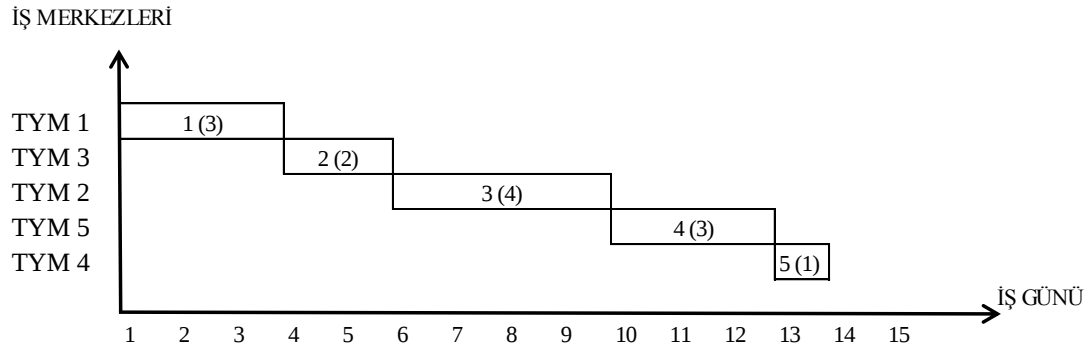
İŞ MERKEZİ	FAALİYET	BAŞLANGIÇ İŞ GÜNÜ	BİTİŞ İŞ GÜNÜ
TYM 1	1	1	5
TYM 3	2	5	7
TYM 5	3	5	9
TYM 2	4	7	8
TYM 4	5	9	12
TYM 5	6	12	15



Şekil 5.4. Örnek çalışma Baysaş İstanbul projesi sınırsız kapasiteli gantt şeması

Tablo 5.7. Örnek çalışma Baysaş İstanbul projesi sınırsız kapasiteli ile faaliyetlerin başlangıç bitiş günü

İŞ MERKEZİ	FAALİYET	BAŞLANGIÇ İŞ GÜNÜ	BİTİŞ İŞ GÜNÜ
TYM 1	1	1	4
TYM 3	2	4	8
TYM 2	3	4	6
TYM 5	4	6	8
TYM 4	5	8	10



Şekil 5.5. Örnek çalışma Karat 34 projesi sınırsız kapasiteli gantt şeması

Tablo 5.8. Örnek çalışma Karat 34 projesi sınırsız kapasiteli ile faaliyetlerin başlangıç bitiş günü

İŞ MERKEZİ	FAALİYET	BAŞLANGIÇ İŞ GÜNÜ	BİTİŞ İŞ GÜNÜ
TYM 1	1	1	4
TYM 3	2	4	6
TYM 2	3	6	10
TYM 5	4	10	13
TYM 4	5	13	14

Sınırsız kapasite ile projeler çizelgelendiğinde;

Vadistanbul projesi faaliyetlerinin 15. iş gününde,

Baysaş İstanbul projesinin faaliyetlerinin 10. iş gününde,

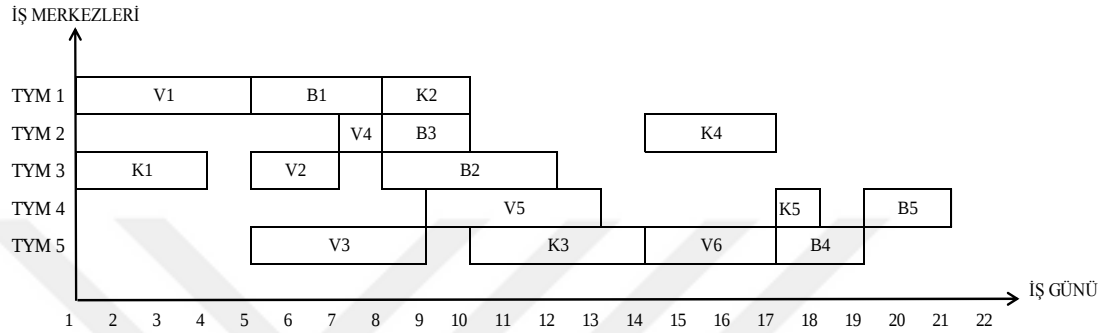
Karat 34 projesinin faaliyetlerinin 14. iş gününde bittiği görülmektedir.

Sonrasında sınırlı kapasite ile diğer projelerin hesaba katılarak oluşturulan Tablo 5.9.'da yer almaktadır. 1. İş gününden başlayarak proje tamamlanma zamanlarını elle çizelgelenerek oluşturulmuştur.

Tablo 5.9. Proje tip üretimde sınırlı kapasitede faaliyetlere göre projelerin elle çizelgelenmesi ait örnek

PROJE İŞ GÜNÜ	GELEN PROJELER	TAMAMLANAN FAALİYET	BEKLENEN FAALİYET					DEVAM EDEN FAALİYET (TAMAMLANMA ZAMANI)					TAMAMLANAN PROJE
			TYM1	TYM2	TYM3	TYM4	TYM5	TYM1	TYM2	TYM3	TYM4	TYM5	
1	V, B, K		V1,B1		K1			V1(5)		K1(4)			
4		K1	K2, B1					V1(5)					
5		V1	K2, Y1		V2		V3	B1(8)		V2(7)		V3(9)	
7		V2	K2	V4				B1(8)	V4(8)			V3(9)	
8		B1, V4	K2	B3	B2			K2(10)	B3(10)	B2(12)		V3(9)	
9		V3				V5		K2(10)	B3(10)	B2(12)	V5(13)		
10		B3, K2					K3,B4			B2(12)	V5(13)	K3(14)	
12		B2					B4				V5(13)	K3(14)	
13		V5					B4, V6					K3(14)	
14		K3		K4			B4, V6		K4(17)			V6(17)	
17		K4, V6				K5	B4				K5(18)	B4(19)	VADİSTANBUL
18		K5										B4(19)	KARAT 34
19		B4				B5					B5(21)		
21		B5											BAYSAŞ İSTANBUL

Oluşturulan Tablo 5.9.'da operasyon işlemlerine göre projelerin ne kadar süre tamalanacağı elle çizelgelenerek gösterilmiştir. Oluşturulan tabloda kapasite kısıtlıdır, buna bağlı Şekil 5.6.'da çizelgenin gantt şeması gösterilmiştir. Oluşturulan gantt şemasına göre faaliyetlerin başlama ve bitiş tarihleri çıkartılmıştır. Başlangıç tarihlerine göre malzeme ihtiyaç planlaması yapılmaktadır.



Şekil 5.6. Proje tip üretimde sınırlı kapasitede faaliyetlere göre projelerin gantt şeması

Oluşturulan gantt şeması ile proje faaliyetlerinin hangi tezgahta ne gün başlayıp ne gün biteceği, Tablo 5.10.'da verilmiştir.

Tablo 5.10. Sınırlı kapasite ile projelerin faaliyetlerinin başlangıç ve bitiş günleri

İŞ MERKEZİ	FAALİYET	BAŞLANGIÇ GÜNÜ	BİTİŞ GÜNÜ
TYM 1	V1	1	5
TYM 3	K1	1	4
TYM 1	B1	5	8
TYM 3	V2	5	7
TYM5	V3	5	9
TYM 2	V4	7	8
TYM 1	K2	8	10
TYM 2	B3	8	10
TYM 3	B2	8	12
TYM 4	V5	9	13
TYM 5	K3	10	14
TYM 2	K4	14	17
TYM 5	V6	14	17
TYM 4	K5	17	19
TYM 5	B4	17	19
TYM 4	B5	19	21

Tablo 5.10.'daki başlangıç günleri göz önüne alınarak malzeme ihtiyaç planlaması yapılmaktadır. Tablo 5.10.'a baktığımızda, sınırlı kapasite altında projeler çizelgelendiğinde;

Vadistanbul projesi faaliyetlerinin 17. iş gününde,
Baysaş İstanbul projesinin faaliyetlerinin 21. iş gününde,
Karat 34 projesinin faaliyetlerinin 18. iş gününde bittiği görülmektedir.

Projelerin, faaliyet sayısının, faaliyet merkezlerinin artışı bu çizelgelemenin elle oluşturulmasını güçleştirmektedir. Projelerin çizelgelenmesi, malzemelerin istenilen tarihte üretime katılması ve iş merkezlerindeki operasyon zamanlarının belli olması için eş zamanlı MRP/CRP sistem algoritması yapılmıştır.

BÖLÜM 6. BİR FİRMADA YAPILAN UYGULAMA ÇALIŞMASI

6.1. Firma Tanımı

Tuna Yapı, dış cephe alüminyum giydirme sektöründe 1999 yılından beri yer almaktadır. Cam cepheler, alüminyum doğramalar, alüminyum kompozit levha kaplamaları, seramik-sinterfleks, kompakt laminat kaplamaları, saçak, korkuluk, otomatik kapı uygulamaları gibi birçok ürüne ait geniş bir yelpazesi bulunmaktadır. Bu ürünlerin tamamı yarı mamul niteliğindedir. Ürünler üretim sahasından çıkıp şantiye alanlarında yerinde montaj işlemi ile nihai mamulü oluşturmaktadır. Aşağıdaki şekillerde örnek cam cama cephe, korkuluk ve sürme doğrama örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 6.1. Cam cama cephe ve gizli kanat örneği



Şekil 6.2. Sürme doğrama ve kapı örneği

Proje, tedarik, üretim ve montaj süreçlerinin tümü sözleşme sonrasında aktivite bazlı olarak hazırlanan detaylı iş programı WBS (Work Breakdown Structure) üzerinden ERP sistemi ile yönetilir.

Sözleşmeden başlayarak projelendirme, finans, satınalma, üretim, sevkiyat, montaj, muhasebe ve tüm yönetsel süreçleri dijital platformda, ERP sistemi üzerinden yöneten Tuna Yapı, üretim kalitesini artırmak adına sektördeki teknolojik gelişmeleri yakından takip etmektedir.

6.2. Uygulama

Eş zamanlı MRP/CRP sistem tasarımı, proje tip üretim yapan bir firmada yapılmıştır. Sonlu kapasite MRP tasarlanıp, firmanın kullanmakta olduğu ERP programı olan IFS'e eklenmiştir.

Firmada ürün yelpazesi çok geniştir. Alınan her projede, müşteri isteklerine göre ürün çeşitliliği oluşmaktadır. Bu da yarı mamulleri oluşturan hammadde çeşitliliğini etkilemektedir.

Tasarımın ilk aşamasında projeye başlamadan önce ön çalışma yapılmıştır. Proje ekibi ile metraj analiz çalışması yapılmıştır. Ekte yer alan Ek 2’de yer alan keşif çalışmasında proje için gerekli sürme doğrama, cephe, kapı ve gizli kanat imalatları belirlenmiştir. Müşteri isteklerine bağlı yapılan bu çalışmada, müşteri ile ortak karar verilen ana malzemelerin cinsi ve rengi belirlenmiştir. Rengi ve cinsi belirlenen profil ve levhalar için projede kullanılacak miktarları hesaplanmıştır. Bu hesaplamada her bir sürme doğrama, cam cama cephe, kapı ve gizli kanat imalatları için ne kadar tüketileceği belirlenmiştir. Proje için körkasa, alüminyum, galvaniz ve kompozit levhalarda kullanılmaktadır. Fakat proje teslim tarihi verilirken bunlar göz önüne alınmamaktadır. Bunlar sürme doğrama, cephe ve kapıların altına monte edildiği için verilen süreye dahil edilmiştir. Sistem tasarımında bu sebeple sürme doğramalar, gizli kanat, kapı ve cepheler ele alınmıştır. Proje Şekil 6.3.’teki gibi aktivitelerle ERP programına işlenmiştir.

Proje ID:

TU17-10027

Proje Adı:

VADİSTANBUL 3. ETAP

Şirket:

TUNA

Şirket Adı:

TUNA YAPI CEPHE SİSTEMLERİ SAN. VE Tİ

Baz Döviz:

TL

Statü:

Onaylandı

VADİSTANBUL 3. ETAP

TU-01 FALİYETLER/DİREK GİDERLER

TU-01 ALÜMİNYUM DOĞRAMALAR

TU-01 LEVHA KAPLAMA

TU-01 MENFEZ

TU-01 KORKULUK

TU-01 OTOMATİK KAPILAR

TU-01 DİĞER

TU-02 ENDİREK GİDERLER

TU-03 GELİRLER

TU-04 İŞ PROGRAMI

TU-04-01 1. BLOK

TU-04-05 5. BLOK

TU-04-06 6. BLOK

06-HAK HAKEDİŞ

Alt Proje	Aktivite Listesi	Aktivite	Gantt	Kaynak	Role Assignments	Görevler	Planlama	Analiz	Tarihçe
Alt Proje ID	Alt Proje Tanımı	Aktivite ID	Aktivite Tanımı	Aktivite Kısa Adı	Toplam Çalışma Günleri				
Z01-01	CAM CEPHELER	1.2	GİRİŞ BLOKLARI (CEPHE VE İŞKLIK) ...	TU17-10027.Z01-01.1.2	195				
Z01-01	CAM CEPHELER	1.3	ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHE SYS1	TU17-10027.Z01-01.1.3	195				
Z01-01	CAM CEPHELER	2.1	CEPHE İÇİ KANAT SYS1 - 1240 x 161...	TU17-10027.Z01-01.2.1	195				
Z01-01	CAM CEPHELER	7.1	*VİZYON CAMLAR	TU17-10027.Z01-01.7.1	195				
Z01-01	CAM CEPHELER	7.2.1.	*SPANDREL İSICAMLAR (cephe içi)	TU17-10027.Z01-01.7.2.1	195				
Z01-01	CAM CEPHELER	7.2.2.	*SPANDREL TEK CAM (Sürme doğram...	TU17-10027.Z01-01.7.2.2	195				
Z01-01	CAM CEPHELER	7.2.3.	*SPANDREL TEK CAM (Giriş blokları kö...	TU17-10027.Z01-01.7.2.3	195				
Z01-01	CAM CEPHELER	7.3.	İŞKLIK CAMLARI (Konutların Giriş Ce...	TU17-10027.Z01-01.7.3.	195				
Z01-01	CAM CEPHELER	8.1.	Cephe köşe kolon önü	TU17-10027.Z01-01.8.1	195				
Z01-01	CAM CEPHELER	73/7.2.3A	SPANDREL TEK CAM (Giriş blokları köş...	TU17-10027.Z01-01.7.2.3A	27				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.2.1	BALKON KAPILARI - P01 / 750x2500...	TU17-10027.Z01-03.2.1	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.2.2	BALKON KAPILARI - P12 / 750x2500...	TU17-10027.Z01-03.2.2	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.2A	TERAS BALKON KAPILARI - P10 / 700...	TU17-10027.Z01-03.2.2A	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.2B	TERAS BALKON KAPILARI - P11 / 800...	TU17-10027.Z01-03.2.2B	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.3.1A	Sürme Doğramalar - P02 / 1600x2500...	TU17-10027.Z01-03.2.3.1A	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.3.1B	Sürme Doğramalar - P05 / 1800x2500...	TU17-10027.Z01-03.2.3.1B	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.3.2	Sürme Doğramalar - P03 / 2400x2500...	TU17-10027.Z01-03.2.3.2	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.3.3	Sürme Doğramalar - P04 / 3200x2500...	TU17-10027.Z01-03.2.3.3	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.3.4	Sürme Doğramalar - P06 / 1600x2500...	TU17-10027.Z01-03.2.3.4	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.3.5	Sürme Doğramalar - P07 / 2400x2500...	TU17-10027.Z01-03.2.3.5	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.3.6	Sürme Doğramalar - P08 / 3200x2500...	TU17-10027.Z01-03.2.3.6	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	2.3.7	Sürme Doğramalar - P09 / 1600x2500...	TU17-10027.Z01-03.2.3.7	195				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	73/2.2.1A	BALKON KAPILARI -P01 /750x2500m...	TU17-10027.Z01-03.7.2.1A	27				
Z01-03	ALÜMİNYUM DOĞ...	73/2.2.2B	BALKON KAPILI ART -P12/750x2500 SY...	TU17-10027.Z01-03.7.2.2B	27				

Şekil 6.3. Proje aktivitelerinin IFS’e işlenmesi

Proje ön çalışması yapıldıktan sonraki aşama, fabrikada ne kadar süre işleneceğini belirlemektir. Projedeki işlerin fabrikaya girmesi iş emirleri ile oluşmaktadır. Proje ekibinin fabrikaya yolladığı çizimler, proje ekibinin belirlediği lotlar (mamullerin toplam kilogramı) ile gelmektedir.

Örnek bir işi ele alırsak;

Tablo 6.1.'de 15 çeşit, toplamda 70 adet sürme doğrama listesi verilmiştir.

Tablo 6.1. Üretim iş emri sonucu oluşacak mamuller

Satır Kalem No	Yan-Ürün Malz No	Malzeme Açıklaması	Lot Büyükliği
1	TU17-10027-P-02-L	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	7
2	TU17-10027-P-02-LH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	4
3	TU17-10027-P-02-LAH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	4
4	TU17-10027-P-02-R	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	4
5	TU17-10027-P-02-RH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	4
6	TU17-10027-P-02-RAH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	5
7	TU17-10027-P-03-L	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	4
8	TU17-10027-P-03-LH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	4
9	TU17-10027-P-03-R	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	15
10	TU17-10027-P-03-RH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	4
11	TU17-10027-P-03-RAH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	1
12	TU17-10027-P-04-L	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	5
13	TU17-10027-P-04-LH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	2
14	TU17-10027-P-04-R	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	2
15	TU17-10027-P-04-RH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASS II	5
Toplam			70 adet

Tablo 6.1.'de yer alan sürme doğramalara 07.08.2018 tarihinde ihtiyaç vardır. 70 adet sürme doğramanın toplam ağırlığı 3318,7 kg'dır. Toplam kilograma göre faaliyet merkezlerinde geçireceği zaman Tablo 6.3.'te verilmiştir. İş merkezleri için saatte çıkardıkları kg belirlenmiştir (makine çalışma faktörü). Buna göre toplam ağırlığın saatte işlenen kilograma bölünmesi ile faaliyet merkezinde ne kadar süre işleneceği belirlenmektedir.

Tablo 6.2. Örnek işin faaliyet merkezlerinde geçireceği süre

Operasyon No	Operasyon Açıklama	Faaliyet Merkezi No	İş Merkezi Açıklaması	Makine Çalışma Faktörü	Faktör Birimi	Kalan Üretim Süresi	Başlama Tarihi	Bitiş Tarihi
10	KESİM	TYM48	ÇİF KAFA TESTERE	256	Birimler /Saat	12,96	30.07.2018 13:29	31.07.2018 14:26
20	CNC	TYM45	CNC-3 İŞLEM MERKEZİ 3 EKSEN	256	Birimler /Saat	12,96	31.07.2018 14:26	02.08.2018 09:54
30	KERTME	TYM43	ALTTAN ÇIKMA TESTERE 3	256	Birimler /Saat	12,96	02.08.2018 09:54	03.08.2018 14:22
40	MONTAJ	HAT01	MONTAJ HATTI 1	150	Birimler /Saat	22,12	03.08.2018 14:22	06.08.2018 17:10
50	PAKETLEME	PKT01	PAKETLEME HATTI 1	1000	Birimler /Saat	3,32	06.08.2018 17:10	06.08.2018 20:30

Tablo 6.2.'de ihtiyaç tarihinden bir gün öncesi son operasyonun bitiş tarihi olarak belirlenmektedir. Son operasyondan geriye doğru çizelgelenecek işlerin işlem merkezlerindeki başlangıç ve bitiş tarihleri belirlenmektedir.

Tablo 6.3.'te 70 adet sürme için gerekli olan malzeme listesi verilmiştir. Bu malzemelerin ihtiyaç tarihi, Tablo 6.2.'de yer alan ilk operasyonun başlama tarihidir.

Tablo 6.3. Örnek işin mamullerinin oluşması için gerekli hammadde listesi

Satı Kalem No	Bileşen Malzeme	Malzeme Açıklaması	ÖB	Gerekli Tam. Mik
1	APR011-026-000041	REYNAERS 00S8900.79 SABİT ALT KASA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	126000
2	APR011-026-000044	REYNAERS 00S8901.79 SABİTLİ ÜST KASA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	126000
3	APR011-026-000042	REYNAERS 00S8896.79 TIRNAKLI YAN KASA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	180000
4	APR011-026-000043	REYNAERS 00S8897.79 DÜZ YAN KASA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	180000
5	APR011-026-000045	REYNAERS 00S8898.79 TIRNAK PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	618000
6	APR011-026-000046	REYNAERS 006.1986.79 KANAT PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	648000
7	APR011-026-000047	REYNAERS 006.1988.79 KENET PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	348000
8	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	120000
11	APR011-026-000049	REYNAERS 006.2000.79 FUGALI DÜŞEY KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	174000
12	AKS019-050-000051	REYNAERS 006.2990 KENET ALTI PVC	m	390
13	AKS019-049-000263	REYNAERS 011.4631 RAY PROFİLİ	mm	126000
14	APR011-027-000050	REYNAERS 0303607.79 ÇİTA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	888000
15	APR011-026-000054	REYNAERS 006.0563.79 BİTİŞ PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	6000
16	APR011-130-000013	REYNAERS 0M0.1505.17 KALDIR SÜR ARABA LAMASI	mm	24000
18	AKS018-045-000017	REYNAERS 062.6858 KALDIR SÜR MEKANİZMA	AD	70
19	AKS018-045-000035	REYNAERS 068.8731.00 T-ÇEKTİRME 17,7*25,8	AD	140
20	AKS018-045-000036	REYNAERS 068.8680.04 KAYIT VE KASA CONTASI	AD	840
21	AKS018-046-000053	REYNAERS 062.7715 KALDIR SÜR STOPER JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	AD	70
22	AKS018-046-000054	REYNAERS 062.7861 KALDIR SÜR İÇ KOL JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	AD	70
24	AKS018-046-000056	REYNAERS 062.7872 KALDIR SÜR HAVUZ KOL DIŞ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	AD	70
25	AKS019-049-000013	REYNAERS 068.7832.00 KÖŞE TAKOZU	AD	280
26	AKS019-049-000016	REYNAERS 068.7952.00 KÖŞE TAKOZU	AD	280
27	AKS019-049-000024	REYNAERS 071.6554.04 VİDA KAPAĞI SİYAH	AD	140
28	AKS019-049-000060	REYNAERS 050.5081 PASLANMAZ VİDA DIN 965 M5X45	AD	140
29	AKS019-049-000065	REYNAERS 056.6016 MONTAJ LAMASI 160 MM/AD	AD	350

Tablo 6.3. (Devamı)

Satı Kalem No	Bileşen Malzeme	Malzeme Açıklaması	ÖB	Gerekli Tam. Mik
30	AKS019-049-000068	REYNAERS 062.7974.04 KALDIR SÜR KAPI MESAFE TUTUCU PARÇA SETİ	AD	70
31	AKS019-049-000071	REYNAERS 062.7990.04 CAM TAKOZU	AD	700
32	AKS019-049-000072	REYNAERS 062.8044.04 CAM MESAFE TUTUCU PARÇA	AD	140
33	AKS019-049-000076	REYNAERS 069.6565.04 KÖŞE DESTEK ELEMANI SİYAH 17*9.1MM	AD	280
34	AKS019-049-000078	REYNAERS 080.8442.04 CONTA	m	350
35	AKS019-049-000079	REYNAERS 080.9000.04 FİTİL	m	490
36	AKS019-049-000080	REYNAERS 080.9011.04 FİTİL	m	140
37	AKS019-049-000081	REYNAERS 080.9114.04 DIŞ CAM FİTİLİ	m	1470
38	AKS019-049-000093	REYNAERS 050.5153 VİDA 4,8*13,8MM	AD	280
39	AKS019-049-000096	REYNAERS 080.9381.04 FİTİL	m	280
40	AKS019-049-000104	REYNAERS 080.9815.04 YATAY FİTİL 3,5 MM	m	770
41	AKS019-049-000130	REYNAERS 060.8723 KÖŞE GÖNYESİ	AD	840
42	AKS019-049-000132	REYNAERS 060.8746 AYARLI KÖŞE ÇAVUŞU	AD	280
43	AKS019-049-000133	REYNAERS 052.5317 PASLANMAZ VİDA DIN 7982 4,2X13 YSB	AD	980
44	AKS019-049-000134	REYNAERS 062.7868.ZC KİLİT 2570MM	AD	70
45	AKS019-049-000135	REYNAERS 052.5327 PASLANMAZ VİDA DIN 7982 4,2X25 YHB	AD	140
46	AKS019-049-000136	REYNAERS 062.7986.04 ALT SIZDIRMAZLIK	AD	70
47	AKS019-049-000137	REYNAERS 062.7988.04 ÜST KASA SIZDIRMAZLIK	AD	70
48	AKS019-049-000138	REYNAERS 062.9400.04 ALT ÜST KASA BİRLEŞİM KEÇE	AD	140
49	AKS019-049-000142	REYNAERS 052.5310 PASLANMAZ VİDA DIN 7982 4,2X16 YSB	AD	1400
50	AKS019-049-000143	REYNAERS 069.8422.04 SABİT ADAPTÖR PVC KLİPS	AD	910
52	AKS019-049-000146	REYNAERS 052.5315 PASLANMAZ VİDA DIN 7982 4,2X25 YSB	AD	840
53	AKS019-049-000162	REYNAERS 050.5051 STOPER VİDASI M6*30	AD	70
54	AKS019-050-000234	REYNAERS 062.6819.04 REYNAERSALT KASA ÜST HAVA TAHLİYESİ	AD	140
56	AKS019-050-000236	REYNAERS 081.9123.04 KİL FİTİL	m	700
57	AKS019-050-000243	REYNAERS 080.9625.07 ISI YALITIM SÜNGERİ	AD	910
58	AKS019-050-000238	REYNAERS 00S.8922.04 ALT KASA DOLGU	AD	140
59	AKS019-050-000239	REYNAERS 00S.8923.04 ALT PERVAZ DOLGU	AD	140
60	AKS019-049-000077	REYNAERS 069.6747.04 KLAPE	AD	70
62	AKS019-050-000253	REYNAERS 00S.9262 TAHLİYE KAPAĞI	AD	210
63	AKS019-050-000240	REYNAERS 00S.8924.04 DİKEY ADAPTÖR ALT ELEMANI	AD	70
64	AKS019-050-000241	REYNAERS 00S.8925.04 DİKEY ADAPTÖR ÜST ELEMANI	AD	70
65	AKS018-047-000054	REYNAERS 062.7861 KALDIR SÜR İÇ KOL JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	AD	70

Bu tablolardaki verilere göre işin ERP programına işlenmesi gerekmektedir. Şekil 6.4.'te örnek iş emrinin IFS'te görseli yer almaktadır.

İş Emri No:	Yayınla:	Sıra:	Stok Kodu:	Açıklama:	Site:
6660	*	*	DOGRAMAURETİM	DOĞRAMA ÜRETİM SANAL KODU	TUNA
İş Emri Tipi:	Üretim	En Erken Başlama Tarihi:	10.07.2018	Başl. Tarihi:	30.07.2018
Planlama Yönü:	Geri Çizelgele	İhtiyaç Tarihi:	07.08.2018	Bitiş Tarihi:	06.08.2018
				Statü:	Yayımlandı
Lot Büyüklüğü:	3318,7				

Detay	Malzeme	Operasyon	Operasyon Aletleri	İzleme Ve Tarihçe	Yarı Ürün	Yarı-Ürün Milyat Dağılımı	İş Emri Ayırma	Multilevel Repair S
Öncelik Kategorisi:			Önerilen Lokasyon::	URETİM	Planlama:	*		
Çeki Listesi Türü:	Standart		Üretim Hattı:		Süreç Tipi:			
Revizyon/Alternatif								
Ürün Ağacı Türü:	Üretim	Yapı:	1	*				
Rota Türü:	Üretim	Rota:	1					
Hurda								
Hurda Faktörü (%):	0							
Planlanmış Hurdalanan Op:	0							
Hurda Op.:	0							
Otomatik Kapama								
Kod:	Otomatik Kapama							
Tarih:								
Yerleştirilecek Mikt:	0							
Statü								
Malzeme:	Rezv Edilmemiş							
Operasyonlar:	Rapor Yok							
Ürünler:	Teslim Alınmadı							
Tamamlanan Mik.:	0	AD						
T Alınan İkinci Brm Mikt:								
☐ Interruption Exists								
Konfigürasyon								
Konfigürasyonlu:	Konfig. (Yok)							
Konfigürasyon No:	*							
Talep								
Talep Kaynağı:	Proje Envanteri							
Bağlı Mik:	0							
Talep Sipariş No:								

Şekil 6.4. IFS'te iş emri sayfası

Fabrikadaki faaliyet merkezlerinde zaman etüdü çalışmaları ile kapasiteler belirlenmiştir. İş merkezlerinde saatte kaç kilogram profil işlendiği verileri oluşturulmuştur. İş merkezleri ve kapasiteleri kullanılan ERP programına entegre edilmiştir. Ekte yer alan Ek 1'de fabrikada kullanılan faaliyet merkezlerinin listesi yer almaktadır. Kullanılan ERP programında işlerin hangi faaliyet merkezlerinde ve ne kadar sürede işleneceği iş emirlerinde operasyon kısmında belirtilmiştir. Şekil 6.5.'te bir doğrama imalatının geçeceği operasyonların adımları ve ne kadar sürede işleneceği "iş emri" sayfasında gösterilmiştir. Burada verilen ihtiyaç tarihine göre, ihtiyaç tarihinden bir gün önce iş emrinin bitiş tarihi kabul edilerek geriye doğru çizelgeleme yapılır. Son operasyondan ilk operasyona doğru işlem süreleri düşülerek işin başlangıç tarihi belirlenmektedir. İşlem süresi, lot büyüklüğünün makine çalışma faktörüne bölünmesi ile bulunmaktadır. İlgili projeye ait tüm iş emirleri için operasyonlar tanımlanmıştır.

İş Emri No:

6660

Yayınla:

*

Sıra:

*

Stok Kodu:

DOGRAMAÜRETİM

Açıklama:

DOĞRAMA ÜRETİM SANAL KODU

Site:

TUNA

Toplam Kg:

0

İş Emri Tipi:

Üretim

En Erken Bağlama Tarihi:

10.07.2018

Bağl. Tarihi:

30.07.2018

Lot Büyüklüğü:

3318,7

Birim Kg:

0

Planlama Yönu:

Geri Çizelgele

İhtiyaç Tarihi:

07.08.2018

Bitis Tarihi:

06.08.2018

Statü:

Yaymlandı

Toplam M2:

0

Toplam M:

1869156366

Detay

Malzeme

Operasyon

Operasyon Aletleri

İzleme Ve Tarihçe

Yan Ürün

Yan-Ürün Milyat Dağıtım

İş Emri Ayrırma

Multilevel Repair Structure

Salvage Part

+

Operasyon No

Operasyon A...

İş Merkezi No

İş Merkezi Açıklaması

Makine Çalışma Faktörü

Faktor Birimi

Kalan Üretim Süresi

Başl. Tarihi

Bitis Tarihi

10

KESİM

TYM48

ÇİP Kafa Testere

256

Birimler/Saat

12,96

30.07.2018 13:29:04

31.07.2018 14:26:53

20

CNC

TYM45

CNC-3 İŞLEM MERKEZİ...

256

Birimler/Saat

12,96

31.07.2018 14:26:53

02.08.2018 09:54:42

30

KERTME

TYM43

ALT TAN ÇIKMA TESTE...

256

Birimler/Saat

12,96

02.08.2018 09:54:42

03.08.2018 14:22:31

40

MONTAJ

HAT01

MONTAJ HATTI 1

150

Birimler/Saat

22,12

03.08.2018 14:22:31

06.08.2018 17:10:53

50

PAKETLEME

PKT01

PAKETLEME HATTI 1

1000

Birimler/Saat

3,32

06.08.2018 17:10:53

06.08.2018 20:30:00

Şekil 6.5. İş emri sayfasında faaliyet merkezlerinin ve işlem sürelerinin gösterilmesi

Projeler için kullanılacak malzemeler proje bazlı ayrılarak depoya giriş yapılmaktadır. İş emirleri oluşturulurken ilgili projenin stoklarından malzeme çekilmektedir. Burada ilgili iş için kullanılacak hammaddeler ise, iş emri sayfasında malzeme kulakçığına girilmektedir. Şekil 6.6.'da örnek iş emri için kullanılacak hammaddeler ve miktarları gösterilmektedir.

İş Emri No:

6660

Yayınla:

*

Sıra:

*

Stok Kodu:

DOGRAMAÜRETİM

Açıklama:

DOĞRAMA ÜRETİM SANAL KODU

Site:

TUNA

Toplam Kg:

İş Emri Tipi:

Üretim

En Erken Başlama Tarihi:

10.07.2018

Bağl. Tarihi:

30.07.2018

Lot Büyüklüğü:

3318,7

Birim Kg:

Planlama Yönu:

Geri Çizelgele

İhtiyaç Tarihi:

07.08.2018

Bitis Tarihi:

06.08.2018

Statü:

Yaymlandı

Toplam M2:

Toplam M:

Detay

Malzeme

Operasyon

Operasyon Aletleri

İzleme Ve Tarihçe

Yan Ürün

Yan-Ürün Mlyt Dağıtımı

İş Emri Ayrırma

Multilevel Repair Structure

+	Sa...	Bileşen Malzeme	Malzeme Açıklaması	OB	Gerekli Tam. Mik	İhtiyaç Tarihi
1	APR011-026-000041	REYNAERS 00S8900.79 SABİT ALT KASA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	126000	30.07.2018	
2	APR011-026-000044	REYNAERS 00S8901.79 SABİTLİ ÜST KASA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	126000	30.07.2018	
3	APR011-026-000042	REYNAERS 00S8896.79 TIRNAKLI YAN KASA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	180000	30.07.2018	
4	APR011-026-000043	REYNAERS 00S8897.79 DÜZ YAN KASA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	180000	30.07.2018	
5	APR011-026-000045	REYNAERS 00S8898.79 TIRNAK PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	618000	30.07.2018	
6	APR011-026-000046	REYNAERS 006.1986.79 KANAT PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	648000	30.07.2018	
7	APR011-026-000047	REYNAERS 006.1988.79 KENET PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	348000	30.07.2018	
8	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	120000	30.07.2018	
11	APR011-026-000049	REYNAERS 006.2000.79 FUGALI DÜŞEY KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	174000	30.07.2018	
12	AKS019-050-000051	REYNAERS 006.2990 KENET ALTI PVC	m	390	30.07.2018	
13	AKS019-049-000263	REYNAERS 011.4631 RAY PROFİLİ	mm	126000	30.07.2018	
14	APR011-027-000050	REYNAERS 0303607.79 ÇİTA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	888000	30.07.2018	
15	APR011-026-000054	REYNAERS 006.0563.79 BİTİŞ PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	6000	30.07.2018	
16	APR011-130-000013	REYNAERS 0M0.1505.17 KALDIR SÜR ARABA LAMASI	mm	24000	30.07.2018	
18	AKS018-045-000017	REYNAERS 062.6858 KALDIR SÜR MEKANİZMA	AD	70	30.07.2018	
19	AKS018-045-000035	REYNAERS 068.8731.00 T-ÇEKTİRME 17,7*25,8	AD	140	30.07.2018	
20	AKS018-045-000036	REYNAERS 068.8680.04 KAYIT VE KASA CONTASI	AD	840	30.07.2018	
21	AKS018-046-000053	REYNAERS 062.7715 KALDIR SÜR STOPER JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	AD	70	30.07.2018	
22	AKS018-046-000054	REYNAERS 062.7861 KALDIR SÜR İÇ KOL JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	AD	70	30.07.2018	
24	AKS018-046-000056	REYNAERS 062.7872 KALDIR SÜR HAVUZ KOL DIŞ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	AD	70	30.07.2018	
25	AKS019-049-000013	REYNAERS 068.7832.00 KÖŞE TAKOZU	AD	280	30.07.2018	

Şekil 6.6. İş emri sayfasında kullanılacak malzemeler ve miktarları

İş emrinden çıkacak mamuller ise iş emri sayfasında “yan ürün” kulakçığında gösterilmektedir. Şekil 6.7.'de ilgili iş emrine ait çıkacak ürünler gösterilmiştir. Çıkacak ürünler yarımamul niteliği taşımaktadır. Yarımamuller proje alanına gönderilerek proje alt montaj elemanı olarak görev almaktadır. Proje alanında montaja katılarak mamulü oluşturmaktadırlar.

İş Emri No:	Yayınla:	Sıra:	Stok Kodu:	Açıklama:	Site:
6660	*	*	DOGRAMAURETİM	DOĞRAMA ÜRETİM SANAL KODU	TUNA
İş Emri Tipi:	Üretim	En Erken Başlama Tarihi:	10.07.2018	Başl. Tarihi:	30.07.2018
Planlama Yönü:	Geri Çizelgele	İhtiyaç Tarihi:	07.08.2018	Bitiş Tarihi:	06.08.2018
				Statü:	Yayımlandı
Detay	Malzeme	Operasyon	Operasyon Aletleri	İzleme Ve Tarihçe	Yan Ürün
					Yan-Ürün Milyat Dağıtım
					İş Emri Ayırma
					Multileve
+	Satı Kalem No	Yan-Ürün Malz No	Malzeme Açıklaması	Lot Büyüklüğü	Tamamlanan Mik.
1	TU17-10027-P-02-L	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	7	0	
2	TU17-10027-P-02-LH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	4	0	
3	TU17-10027-P-02-LAH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	4	0	
4	TU17-10027-P-02-R	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	4	0	
5	TU17-10027-P-02-RH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	4	0	
6	TU17-10027-P-02-RAH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	5	0	
7	TU17-10027-P-03-L	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	4	0	
8	TU17-10027-P-03-LH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	4	0	
9	TU17-10027-P-03-R	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	15	0	
10	TU17-10027-P-03-RH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	4	0	
11	TU17-10027-P-03-RAH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	1	0	
12	TU17-10027-P-04-L	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	5	0	
13	TU17-10027-P-04-LH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	2	0	
14	TU17-10027-P-04-R	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	2	0	
15	TU17-10027-P-04-RH	VADİSTANBUL 3.ETAP SÜRME DOĞRAMA REYNAERS_CP130 JOTUN SD 2...	5	0	

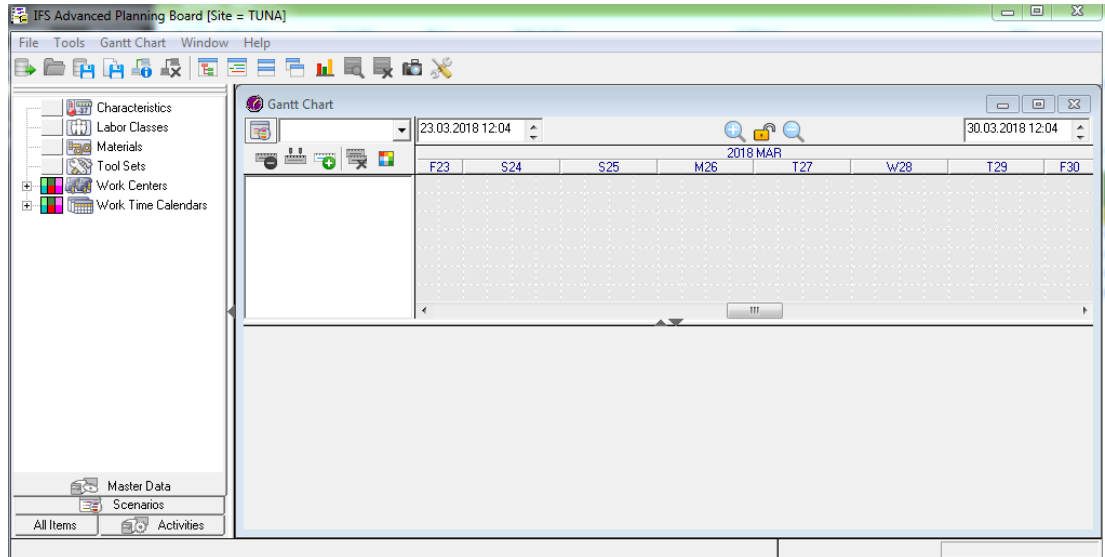
Şekil 6.7. İş emri sayfasında çıkacak ürünlerin gösterimi

Bu şekilde projeye ait iş emirleri açılmaktadır. Fakat fabrikada kapasite çalışmaları olmadığı için bazı dönemler kapasitenin üstüne çıkıp işi yapamadıkları yada istenilen zamanda teslim edemedikleri görülmekteydi. Bu gibi sorunları çözmek adına hesaplanan faaliyet merkezi kapasiteleri kullanılarak sonlu kapasiteli bir çizelgeleme tablosu oluşturulmuştur. Kapasite ihtiyaç planlaması, gelişmiş planlama tahtası ile çizelgelenmektedir. Oluşturulan tablo IFS'e eklenmiştir. IFS üzerinden gelişmiş planlama tahtası ile ilgili sayfaya gidilmektedir.

Sisteme girmeden önce Şekil 6.8.'deki ekrandan istenilen parametreler girilerek gelişmiş planlama tahtasına giriş yapılabilir.

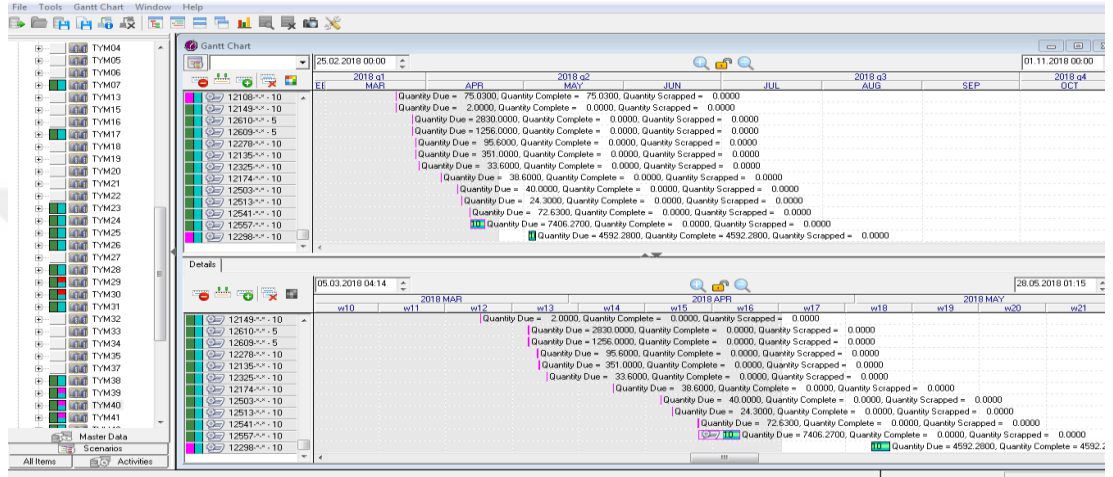
Şekil 6.8. Gelişmiş planlama tahtası giriş parametreleri

Şekil 6.9.’daki ekrandan “master data” seçilip sonrasında “work centers” seçeneğinin yanındaki artı işaretini genişleterek tüm faaliyet merkezi listesine ulaşılmaktadır.



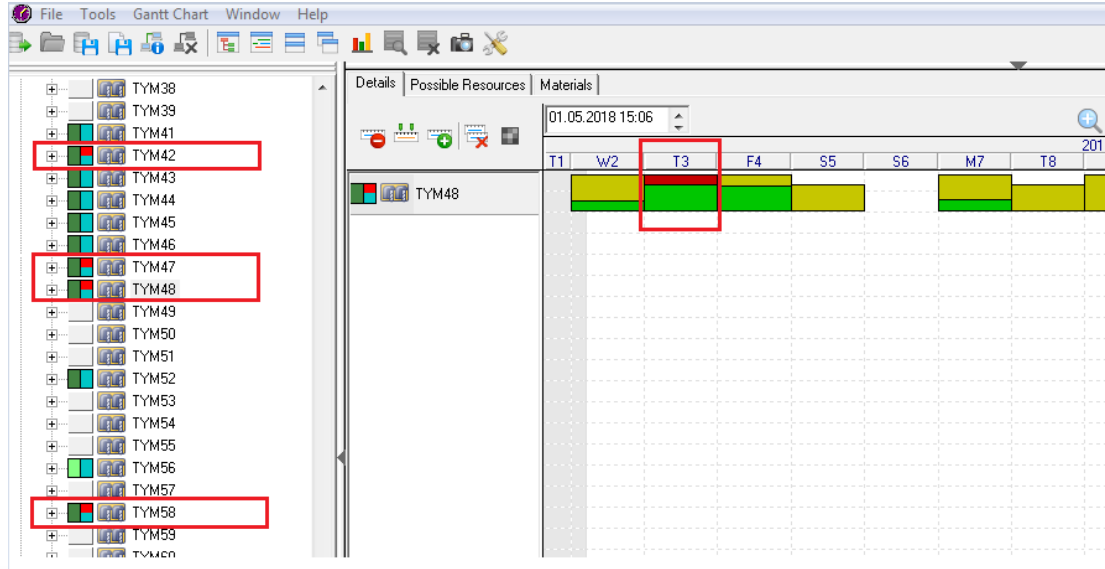
Şekil 6.9. Gelişmiş planlama tahtası giriş ekranı

Faaliyet merkezi listesinden seçilen faaliyet merkezi sürüklenerek “gantt chart” alanına bırakılır. İş merkezine ait planlanmış işlerin tamamı gantt şeması şeklinde görülmektedir. İlgili faaliyet merkezinde yapılacak iş emirleri daha detaylı izlenebilir. İş merkezinde kapasite aşımı gibi durumlarda, gantt şeması üzerinde iş emirleri tutup başka tarihlere sürüklenebilir. Şekil 6.10’da TYM40 faaliyet merkezine ait iş emirleri Mart-Kasım ayları içerisinde gantt şeması üzerinden gösterilmiştir.



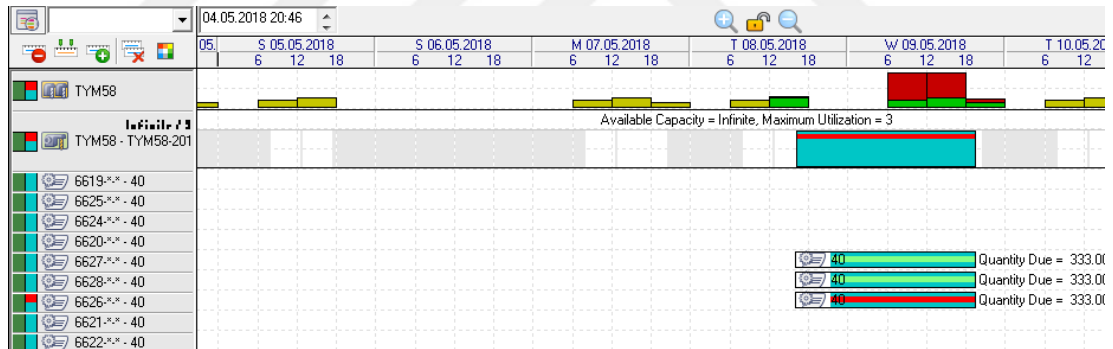
Şekil 6.10. Gelişmiş planlama tahtasında faaliyet merkezinin iş emrine bağlı gantt şeması

“Gelişmiş planlama tahtası” ile, işler fabrika kapasitesine göre sıralanır. Oluşturulan sıralamaya göre iş emirlerinin ihtiyaç tarihleri güncellenmektedir. İstenilen termin tarihine yetişmeyen işler, ilgili kişilerin kararlarına göre ya fasona verilir, ya da gecikme göz önüne alınır. Şekil 6.11.’de kutucuk içine alınan faaliyet merkezleri kırmızı olarak belirtildiğinden kapasiteyi aştığı görülmektedir. İş merkezi gantt chart alanına sürüklendiğinde hangi günlerde kapasiteyi aştığı görülmektedir.



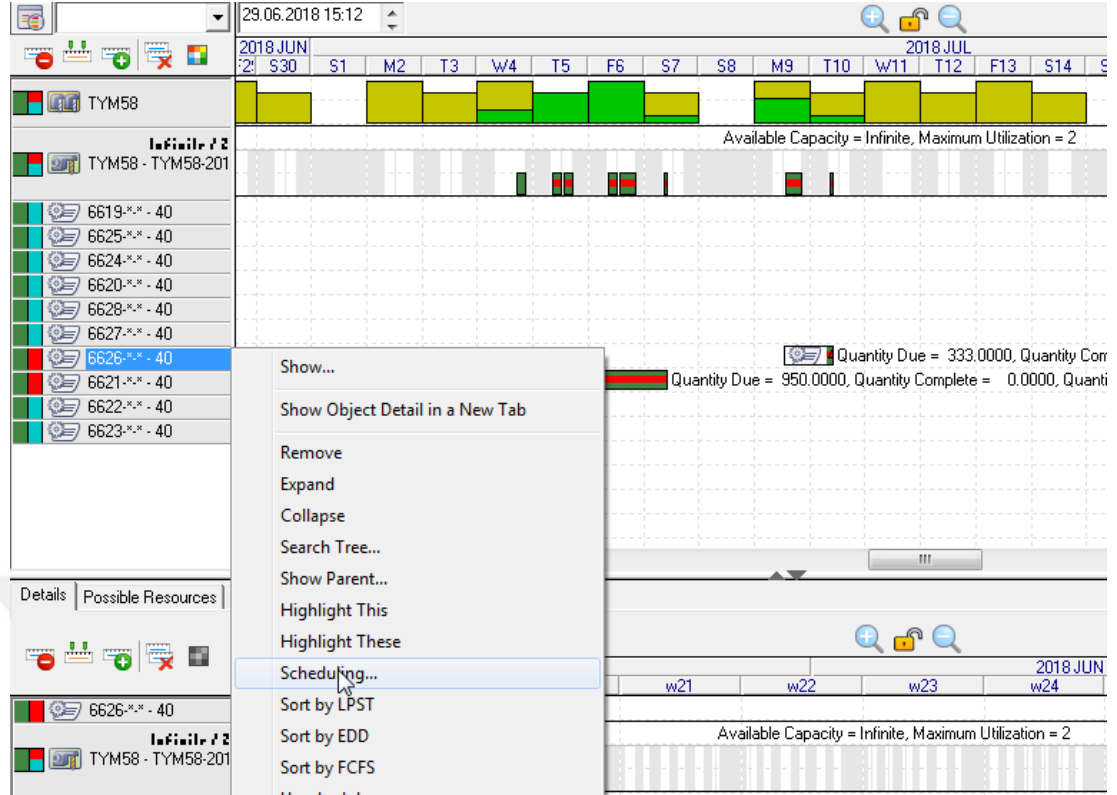
Şekil 6.11. Gelişmiş planlama tahtasında kapasiteyi aşan faaliyet merkezlerinin gösterimi

Şekil 6.12.'de kapasiteyi aşan faaliyet merkezinin daha detaylandırıldığı görülmektedir. Burada hangi iş emirlerinin kapasiteyi aştığını görebilirsiniz.



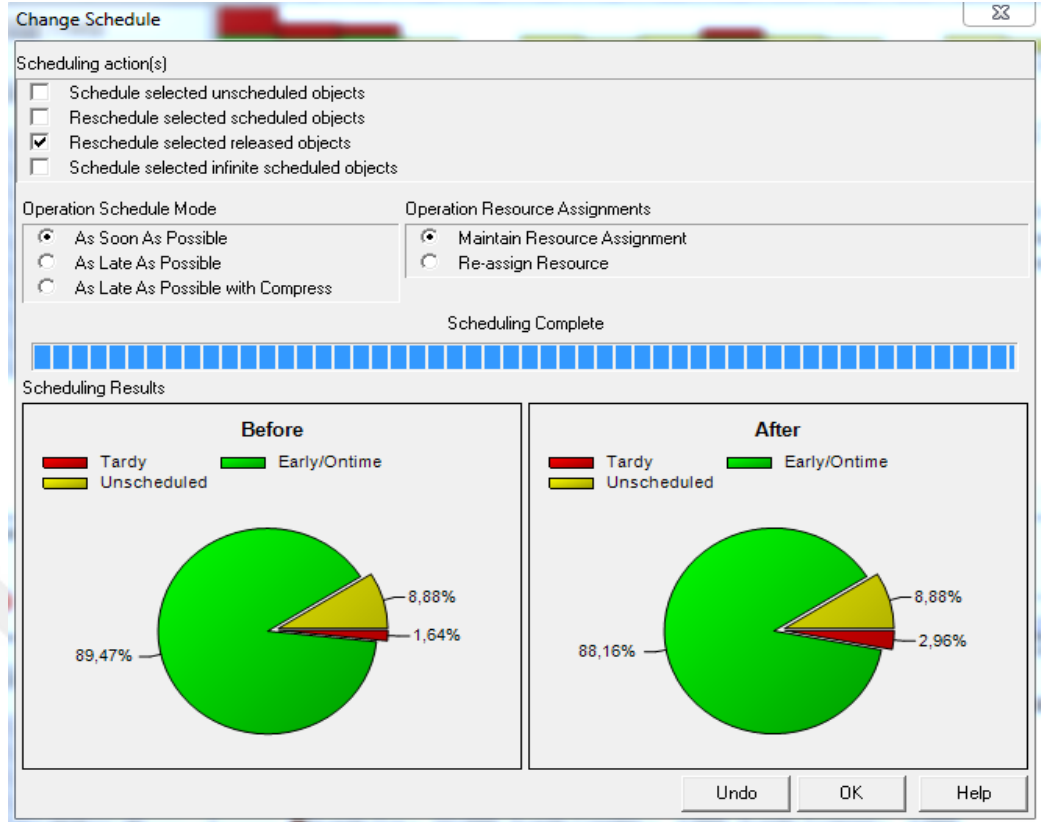
Şekil 6.12. Gelişmiş planlama tahtasında kapasiteyi aşan iş emirlerinin gösterilmesi

Kapasiteyi aşan iş emrini boş zamanlara sürükleyerek kapasite dengelenebilir. Şekil 6.13'te kapasiteyi aşan iş emirleri başka tarihlere sürüklenmiştir. Yeni durumun eski durum ile değerlendirilmesi için sağ tıklayıp “scheduling” tıklanır.



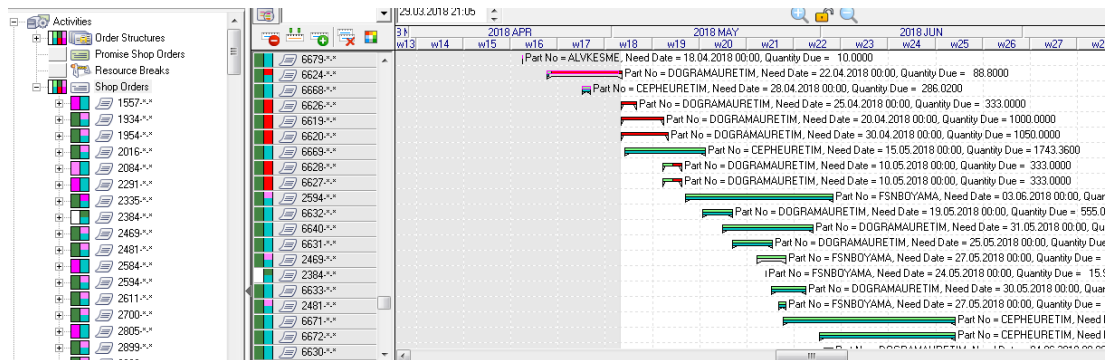
Şekil 6.13. Gelişmiş planlama tahtasında kapasite planlama değişikliği

Şekil 6.14.'te çizelge verilen parametrelere göre seçilerek zamanlanır. Parametreler seçildikten sonra “schedule” denir. Zamanlamanın ilk ve son hali görülür. Kapasitenin yüzde kaçını zamanında, yüzde kaçını gecikmiş, yüzde kaçını boş görmektedir. “undo” diyerek zamanlanmış program geri alınabilmektedir.



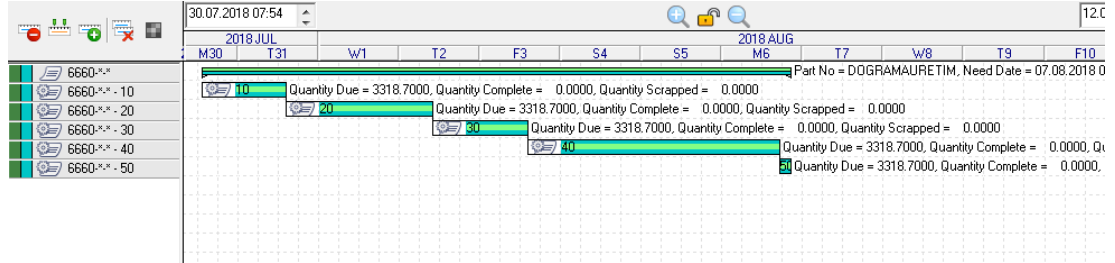
Şekil 6.14. Gelişmiş planlama tahtasında kapasite değişikliğinin grafiksel gösterimi

İş emirlerinin genel durumuna bakmak içinse Şekil 6.15.'te görüldüğü gibi “shoporders” seçeneği ganttchart alanına sürüklenir. Buradan da iş emirlerinin ne kadar süreceği ve durumları görülmektedir.



Şekil 6.15. Gelişmiş planlama tahtasında iş emirlerinin gantt şemasında durumu

70 adet doğrama için açılan iş emrinin, faaliyet merkezleri bazında gantt şemasının gelişmiş planlama tahtasındaki gösterimi Şekil 6.16.'da gösterilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi, bu tarihte bu işlerin fabrikada yapılması kapasite açısından uygundur.



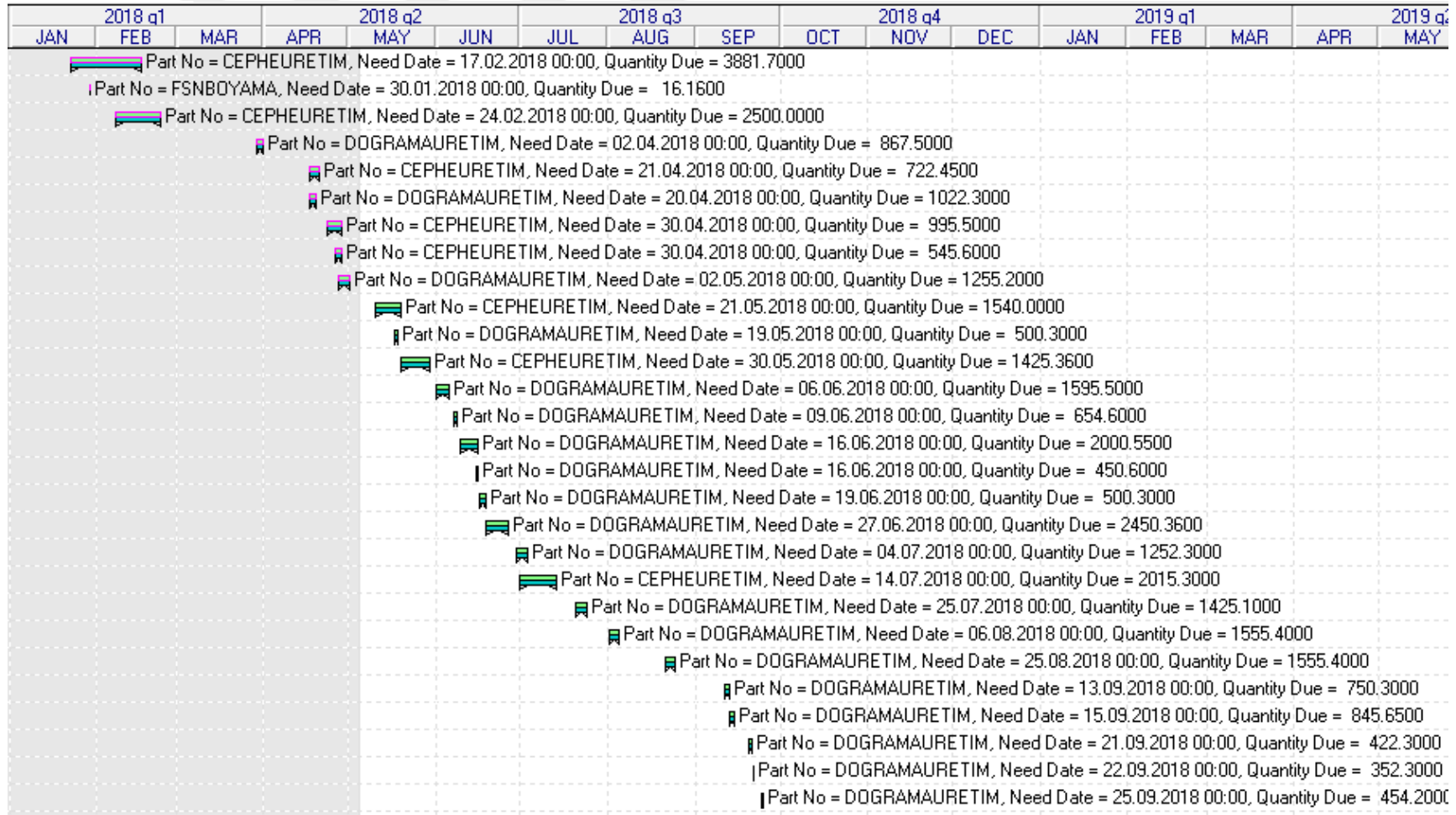
Şekil 6.16. Örnek işin faaliyet merkezlerindeki gantt şema gösterimi

Örnek bir proje olan Vadistanbul proje çalışmasına ait faaliyetlerin diğer projelerden bağımsız olarak çizilen gantt şeması Şekil 6.17.'te verilmiştir. Projenin diğer projelerden bağımsız oluşan gantt şemasında; 12 Martta başlanan proje 8 Eylül'de bitmektedir.

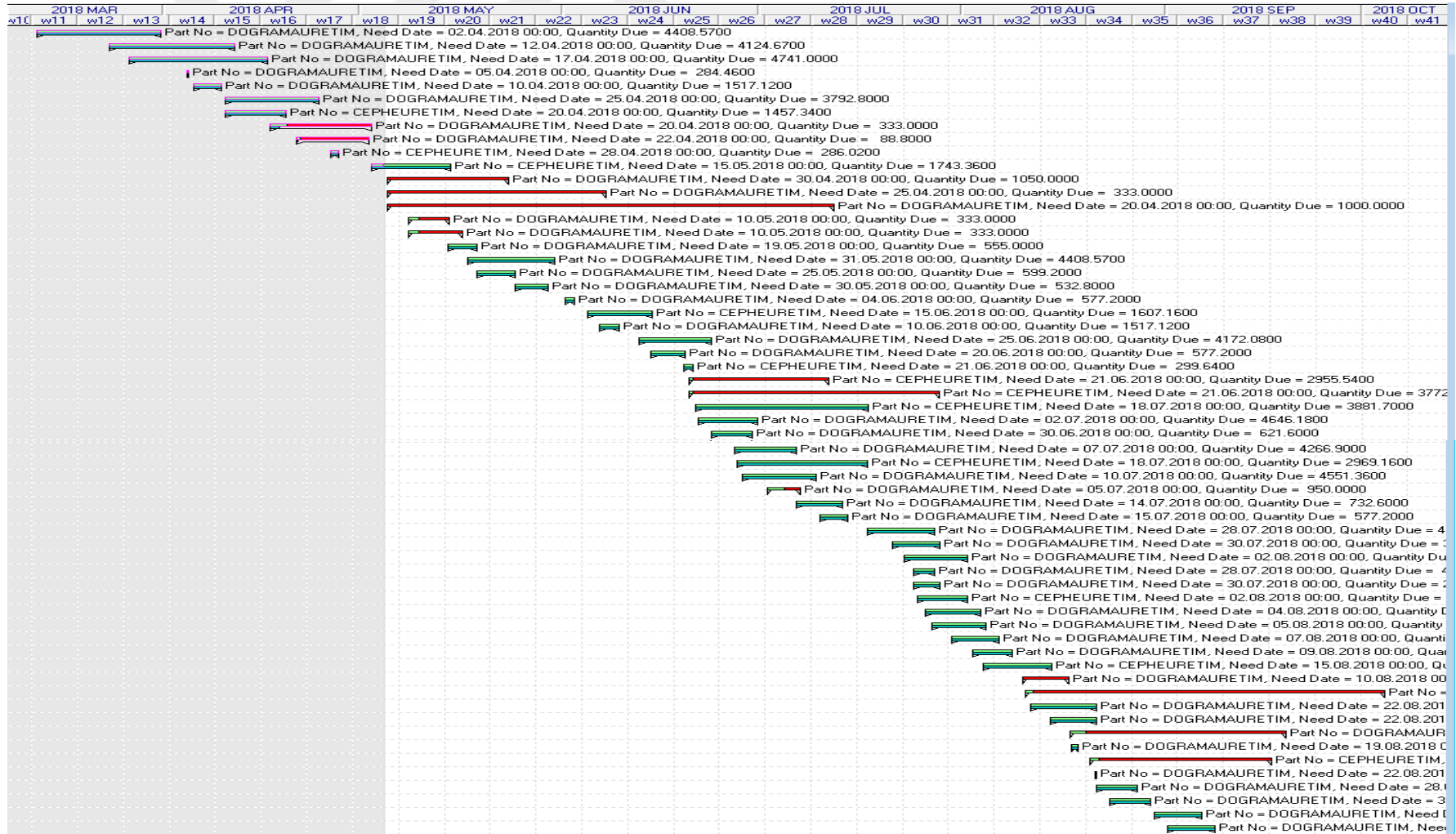
Yine fabrikada yapılan diğer bir iş olan Ulugöl projesine ait faaliyetlerin diğer proje faaliyetlerinden bağımsız olarak çizilen gantt şeması Şekil 6.18.'te verilmiştir. Bu gantt şemasına göre; 22 Ocak'ta başlanan faaliyetler, 24 Eylül'de bitmektedir.

Bu iki projenin faaliyetleri gelişmiş planlama tahtasında işlenmiştir. Fabrikadaki kapasitelerin doluluk oranları hesaba katılıp, sonlu kapasiteli planlama gerçekleştirilmiştir. Vadistanbul projesinin diğer proje faaliyetlerinden etkilenecek oluşturulduğu gantt şeması Şekil 6.19.'te gösterilmiştir. Gantt şemasına bakıldığında, 12 Mart'ta başlanan proje 4 Ekim'de bitmektedir.

İlk senaryoda, Vadistanbul projesinde kapasiteler sınırsız varsayılmaktaydı. Sonrasında faaliyet merkezlerinde yapılan diğer projelere ait faaliyetler de işin içine girdiğinde teslim tarihinde 26 günlük bir gecikme oluştu. Fabrikada proje sayısı arttıkça kapasite kullanımı daha yoğun olacak ve teslim tarihindeki gecikmeler daha fazla olacaktır.



Şekil 6.18. Örnek proje Ulugöl'ün diğer projelerden bağımsız gantt şeması



Şekil 6.19. Örnek proje Vadistanbul'un diğer projelere bağlı gantt şeması

İş merkezlerinde sıralanan işler için bundan sonraki aşama malzeme ihtiyaç planını oluşturmaktır. İş emirleri oluşturulurken malzeme kulaklığında girilen verilere göre malzeme ihtiyaç planı çalıştırılmaktadır. Şekil 6.20’de gösterildiği üzere her bir iş için “gelişmiş planlama tahtası”ndaki kapasite planına göre ihtiyaç tarihi atanmıştır.

İş Emri No:

6678

Yayınla:

*

Sıra:

*

Stok Kodu:

CEPHEURETİM

Açıklama:

CEPHE ÜRETİM SANAL KODU

Site:

TUNA

Toplam Kg:

Birim Kg:

İş Emri Tipi:

Üretim

En Erken Başlama Tarihi:

18.08.2018

Başl. Tarihi:

11.08.2018

Lot Büyüklüğü:

1579,92

Planlama Yönü:

Geri Çizelgele

İhtiyaç Tarihi:

22.08.2018

Bitis Tarihi:

21.08.2018

Statü:

Yaymlandı

Toplam M2:

Toplam M:

Detay

Malzeme

Operasyon

Operasyon Aletleri

İzleme Ve Tarihçe

Yan Ürün

Yan-Ürün Mlyt Dağıtımı

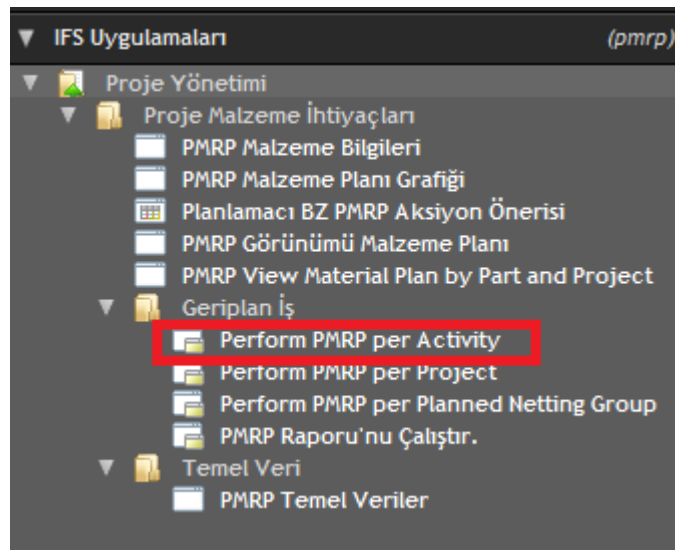
İş Emri Ayırma

Multilevel Repair Structure

Sa...	Bileşen Malzeme	Malzeme Açıklaması	OB	Gerekli Tam. Mik	İhtiyaç Tarih
1	APR011-026-000038	REYNAERS 034.2505.79 DÜŞEY PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	330000	11.08.2018
2	APR011-026-000037	REYNAERS 034.2509.79 DÜŞEY PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	42000	11.08.2018
3	APR011-129-000092	REYNAERS 034.3526.79 YATAY PROFİL JOTUN 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	222000	11.08.2018
4	APR011-129-000094	REYNAERS 034.0517.79 TEK CAM ADAPTÖR PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	114000	11.08.2018
5	APR011-129-000095	REYNAERS 034.0352.79 KÖŞE DÖNÜŞ ADAPTÖR PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	mm	84000	11.08.2018
6	APR011-026-000019	REYNAERS 034.0107.00 RAFTER HOLDER PROFİLİ PRES	mm	42000	11.08.2018
7	APR011-028-000014	REYNAERS 034.1511 BAĞLANTI PROFİLİ PRES	mm	54000	11.08.2018
8	APR011-027-000028	REYNAERS 034.5594.00 DİLATASYON PROFİLİ PRES	mm	42000	11.08.2018
9	APR011-027-000027	REYNAERS 034.5597.00 DİLATASYON PROFİLİ PRES	mm	6000	11.08.2018
10	AKS019-050-000102	REYNAERS 034.0580 DİLATASYON ARASI PVC 149MM	mm	24000	11.08.2018
12	AKS019-049-000113	REYNAERS 053.5460 DİLATASYON VİDASI 6,3*19	AD	86	11.08.2018
13	AKS019-049-000108	REYNAERS 073.8234 DİLATASYON BİRLEŞİM PVC	AD	86	11.08.2018
14	AKS019-050-000206	REYNAERS 073.8263.04 DRENAJ PARÇASI	m	81	11.08.2018
15	AKS019-050-000227	REYNAERS 050.5029 TAHLİYE TUPU VİDASI	AD	81	11.08.2018
16	AKS019-049-000027	REYNAERS 080.9490.04 YATAY GENLEŞME CONTASI	AD	414	11.08.2018
17	AKS019-049-000171	REYNAERS 080.9886 YATAY KAYIT CONTASI SİYAH	AD	414	11.08.2018
18	AKS019-049-000106	REYNAERS 080.9503.04 DİLATASYON FİTİLİ	m	110	11.08.2018
19	AKS019-050-000199	REYNAERS 080.9270.04 FİTİL 2MM	m	547	11.08.2018
20	AKS019-050-000200	REYNAERS 080.9271.04 FİTİL 4MM	m	60	11.08.2018

Şekil 6.20. IFS’te iş emri malzeme ihtiyaç tarihlerinin gösterimi

Eldeki ihtiyaç tarihlerine göre mrp çalıştırmak için, IFS’te arama kısmına “pmrp” yazılarak “Perform PMRP per Activity” seçilmektedir.



Şekil 6.21. IFS’te Perform PMRP per Activity sayfasına giriş

MRP çalıştırırken Şekil 6.22'deki ekran karşımıza çıkmaktadır. Bu ekrandan MRP'nin verilen parametrelerden hangisine göre çalışması isteniyorsa seçilir. Ele alınan çalışmada; site "Tuna", proje bazlı çalışıldığı için proje ID kısmına ilgili projenin ID'si girildi. Sonrasında "OK" basılarak MRP arka planda çalıştırıldı.

Perform PMRP per Activity

'Perform PMRP per Activity'. Görevini çalıştır

Parametreler

Site: TUNA

Proje ID: DNM

Çalışma Tarihi: 30.04.2018

☒ Hata olunca PMRP durdur.

☐ 1 Gün Gecikme Ekle

☐ Fantom malzemeye bağlı talep için mesaj yok.

☐ PMRP Çalışma Tarihinde Plan Güvenli Stok Teslim Alın

☐ Herhangi PNG altında gruplanan PPSA Hariç

☐ PMRP tamamlanınca MRP çalıştır

☐ Alternatif Malzemeyi

Öndeğer

NOT! Bir Görevi direkt olarak çalıştırmak yerine planlamak, sunucunun görev arka planda çalışırken diğer kullanımlar için de sunucunun boş kalmasını sağlar.

Liste Zamanlama OK İptal

Şekil 6.22.Perform PMRP per Activity'de parametrelerin seçilmesi

MRP arka planda iş emirlerinde ihtiyaç tarihlerine göre çalıştırıldı. MRP'nin oluşturduğu satınalma taleplerini görmek için ERP programının arama kısmına "satınalma talep satırları" yazılmaktadır. Şekil 6.22.'de görüldüğü gibi malzeme talep satırlarını, ilgili proje adını iki yüzde arasında, talep eden kişi kısmına iki yüzde arası "mrp" yazarak sınırlandırdık.

Ara: - Liste - Satınalma Talebi Satırları

Kaydedilen: [Bir Önceki Arama]  

[Tümünü Göster](#)

Talep Eden: PMRP

Proje Adı: %VADISTANBUL%

Proje ID:

Talep Statüsü:

Stok Kodu:

Yayın No:

Ara: 

Kayıt Sayımı

İptal

☐ Harf Eşleştir

Temizle

Kaydet...

Konfigür.....

Şekil 6.23.Satınalma talep satırlarını kısıtlara göre sınırlandırma

Görüldüğü üzere MRP'nin çalıştırılması ile sistem üzerinden otomatik satınalma talepleri açılmıştır. Açılan bu satınalma taleplerinin ihtiyaç tarihlerine göre sıralanması, bu sıraya göre siparişlerin açılması mümkündür.

Liste - Satınalma Talebi Satırları									
Talep No	Satır No	Yayın No	Stok Kodu	Malzeme Açıklaması	Talep Eden	S.Alma Mik.	S.Alma Ölç.	İstenilen T.	Alma Tarihi
28068	1	1	AKS019-050-000051	REYNAERS 080.9114.04 DIŞ CAM FİTİLİ	PMRP	0,516	m	12.03.2018	
28068	1	2	AKS019-050-000051	REYNAERS 080.9114.04 DIŞ CAM FİTİLİ	PMRP	9642	m	17.05.2018	
28068	1	3	AKS019-050-000051	REYNAERS 080.9114.04 DIŞ CAM FİTİLİ	PMRP	438	m	10.08.2018	
28068	1	4	AKS019-050-000051	REYNAERS 080.9114.04 DIŞ CAM FİTİLİ	PMRP	44000	m	17.08.2018	
28068	1	5	AKS019-050-000051	REYNAERS 080.9114.04 DIŞ CAM FİTİLİ	PMRP	300	m	21.08.2018	
28068	1	6	AKS019-050-000051	REYNAERS 080.9114.04 DIŞ CAM FİTİLİ	PMRP	390	m	01.09.2018	
28069	1	1	AKS019-049-000263	REYNAERS 011.4631 RAY PROFİLİ	PMRP	168000	mm	12.03.2018	
28069	1	2	AKS019-049-000263	REYNAERS 011.4631 RAY PROFİLİ	PMRP	3546000	mm	17.05.2018	
28069	1	3	AKS019-049-000263	REYNAERS 011.4631 RAY PROFİLİ	PMRP	144000	mm	10.08.2018	
28069	1	4	AKS019-049-000263	REYNAERS 011.4631 RAY PROFİLİ	PMRP	21000	mm	17.08.2018	
28069	1	5	AKS019-049-000263	REYNAERS 011.4631 RAY PROFİLİ	PMRP	96000	mm	21.08.2018	
28069	1	6	AKS019-049-000263	REYNAERS 011.4631 RAY PROFİLİ	PMRP	126000	mm	01.09.2018	
28070	1	1	APR011-027-000050	REYNAERS 0303607.79 ÇİTA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXT...	PMRP	1176000	mm	12.03.2018	
28070	1	2	APR011-027-000050	REYNAERS 0303607.79 ÇİTA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXT...	PMRP	21690000	mm	17.05.2018	
28070	1	3	APR011-027-000050	REYNAERS 0303607.79 ÇİTA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXT...	PMRP	696000	mm	10.08.2018	
28070	1	4	APR011-027-000050	REYNAERS 0303607.79 ÇİTA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXT...	PMRP	11200	mm	17.08.2018	
28070	1	5	APR011-027-000050	REYNAERS 0303607.79 ÇİTA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXT...	PMRP	684000	mm	21.08.2018	
28070	1	6	APR011-027-000050	REYNAERS 0303607.79 ÇİTA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXT...	PMRP	888000	mm	01.09.2018	
28072	1	1	APR011-130-000013	REYNAERS 0M0.1505.17 KALDIR SÜR ARABA LAMASI	PMRP	30000	mm	12.03.2018	
28072	1	2	APR011-130-000013	REYNAERS 0M0.1505.17 KALDIR SÜR ARABA LAMASI	PMRP	540000	mm	17.05.2018	
28072	1	3	APR011-130-000013	REYNAERS 0M0.1505.17 KALDIR SÜR ARABA LAMASI	PMRP	24000	mm	10.08.2018	
28072	1	4	APR011-130-000013	REYNAERS 0M0.1505.17 KALDIR SÜR ARABA LAMASI	PMRP	18000	mm	21.08.2018	
28072	1	5	APR011-130-000013	REYNAERS 0M0.1505.17 KALDIR SÜR ARABA LAMASI	PMRP	24000	mm	01.09.2018	
28073	1	1	AKS018-045-000035	REYNAERS 068.8731.00 T-ÇEKTİRME 17,7*25,8	PMRP	186	AD	12.03.2018	
28073	1	10	AKS018-045-000035	REYNAERS 068.8731.00 T-ÇEKTİRME 17,7*25,8	PMRP	196	AD	21.06.2018	
28073	1	11	AKS018-045-000035	REYNAERS 068.8731.00 T-ÇEKTİRME 17,7*25,8	PMRP	180	AD	27.06.2018	
28073	1	12	AKS018-045-000035	REYNAERS 068.8731.00 T-ÇEKTİRME 17,7*25,8	PMRP	192	AD	28.06.2018	
28073	1	13	AKS018-045-000035	REYNAERS 068.8731.00 T-ÇEKTİRME 17,7*25,8	PMRP	186	AD	17.07.2018	
28073	1	14	AKS018-045-000035	REYNAERS 068.8731.00 T-ÇEKTİRME 17,7*25,8	PMRP	140	AD	21.07.2018	
28073	1	15	AKS018-045-000035	REYNAERS 068.8731.00 T-ÇEKTİRME 17,7*25,8	PMRP	180	AD	23.07.2018	

Şekil 6.24. MRP'nin açtığı satınalma talep satırları

MRP, aynı malzemeler için tek satınalma talebi açmaktadır. Şekil 6.25.'de satınalma talebinin içine girilerek açılan malzemeleri görebilmekteyiz. İstenilen teslim alma tarihine göre malzeme satırları sıralanmaktadır.

Talep No:	Site:	Oluşturuldu:	Statü:	Top. Brüt Tut./Baz:	Toplam Net Tut./Baz:
28066	TUNA	01.05.2018	Planlandı	0,00	0,00
Talep Eden:	PMRP	PMRP	Telefon:		☐ Yetki Gerekli
Sipariş Kodu:	1	NORMAL	Departman:		☐ Ön-İşleme
Dahili Varış Yeri:		Kim İçin:			☐ Belge Metri

Malzeme Talep Satırları				Hizmet Talep Satırları	Onaylama	DST Bilgi
Satır No	Yayın No	Stok Kodu	Malzeme Açıklaması	S.Alma Mik.	Env OB	İstenilen T.Alma Tarihi
1	1	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	162000	mm	12.03.2018
1	2	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	150000	mm	23.03.2018
1	3	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	960000	mm	26.03.2018
1	4	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	12000	mm	04.04.2018
1	5	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	54000	mm	05.04.2018
1	6	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	132000	mm	10.04.2018
1	7	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	162000	mm	17.05.2018
1	8	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	54000	mm	06.06.2018
1	9	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	150000	mm	12.06.2018
1	10	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	168000	mm	21.06.2018
1	11	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	150000	mm	27.06.2018
1	12	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	162000	mm	28.06.2018
1	13	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	156000	mm	17.07.2018
1	14	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	120000	mm	21.07.2018
1	15	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	156000	mm	23.07.2018
1	16	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	84000	mm	24.07.2018
1	17	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	114000	mm	26.07.2018
1	18	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	114000	mm	27.07.2018
1	19	APR011-026-000048	REYNAERS 006.1998.79 SABİT DÜZ KAPAMA PROFİLİ JOTUN SD 2901 RAL 7048 TEXTURE SPARKLE CLASSII	120000	mm	30.07.2018

Şekil 6.25. MRP'nin açtığı satınalma talebi

MRP'nin açtığı satınalma talebini, ilgili satınalmadan sorumlu kişi termin tarihini hesaplayarak siparişe çevirebilir.

MRP satınalma taleplerini açarken stoktaki envanter miktarını göz önünde bulundurmaktadır. İlgili hammadde stoklarda bulunuyorsa MRP bunu düşerek gerekli miktar için satınalma talebi açmaktadır. Daha önce açılan satınalma talebi var ise bunu da hesaba katarak tekrar satınalma talebi açmamaktadır.

Bu çalışmada, bir proje için, 172 adet cephe içi kanat, 301 adet kapı, 2006 adet sürme doğrama, 1721 adet cam cama cephe imalatına ait açılan iş emirlerinden yararlanılmıştır. Bu imalatlarda, cephe içi kanat için 4, kapı imalatı için 14, sürme doğrama için 29, cephe imalatı için 12 adet, toplamda 59 adet iş emri açılmıştır

BÖLÜM 7. ARAŞTIRMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, fabrikada, ihtiyaç tarihine göre yaklaşık altı aylık bir imalat süresine sahip olan, 129216 kilogramlık kapasiteyi meşgul eden bir proje ele alınmıştır. Çalışma ile fabrikaya ait faaliyet merkezlerinin kapasiteleri belirlenmiştir. Üzerinde çalışılan örnek projeye ait faaliyetler diğer projelerden bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Sonrasında, diğer proje faaliyetleri de işleme alınıp, fabrikadaki kapasitelerin doluluk oranları hesaba katılıp, sonlu kapasiteli planlama gerçekleştirilmiştir. Çoklu projelere ait elde edilen veriler gantt şeması üzerinde gösterilmiş olup, ihtiyaç tarihleri ve bitiş tarihleri çıkartılmıştır.

Proje tip üretimde, sıklıkla kullanılan planlama aracı “Kritik Yol Yöntemi” nde, kritik yol üzerinde olabilecek herhangi bir gecikme tüm projenin gecikmesine neden olacaktır. Çoklu projelere ait faaliyetlerin aynı faaliyet merkezlerinde işlenmesi durumunda, kapasite doluluk oranlarının hesaplanamamasından dolayı, faaliyetlerin tamamlanma zamanlarının doğru hesaplanması güç olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı CPM yaklaşımı proje planlaması ve kontrolü için yeterli olmamaktadır.

Çalışmadaki modelin geliştirilmesinde esas alınan proje programlama yöntemi “Kritik Yörünge Metodu” olmuştur. Bu amaçla öncelikle bir CPM programı geliştirilmiştir. Oluşturulan “gelişmiş planlama tahtası” ile kapasite kullanımı gantt şemaları üzerinden çeşitli parametrelere göre gösterilmektedir. Kapasite ile entegre çalışan MRP üzerinden satınalma talepleri otomatik açılmıştır.

Araştırmada elde edilen bulgulara göre, malzeme ihtiyaç planlamasına entegre edilen kapasite ihtiyaç planı ile, firmanın daha gerçekçi sistem tasarımına sahip olduğu görülmüştür. Fabrika kapasitesi daha etkin bir şekilde kullanılmakta olup, bir işe başlamadan önce yapılması gereken önceki işin bekleme süreleri azalmıştır. Fazla

hammadde stoğu önlenerek ek maliyetten kaçınılmış ve istifleme alanlarında tasarrufa gidilmiştir.

Proje tip üretim yapan bir firmada MRP çalıştırılması güç olmuştur. Üretime alınan işlerin birbirinden farklı olmasından dolayı ürün ağaçları oluşturulamamaktadır. Projede kullanılacak hammaddeler kapsamlı bir çalışma ile belirlenip iş emirleri oluşturulmuştur. Oluşturulan bu iş emirleri için MRP çalıştırılmıştır. Böylelikle faaliyet merkezlerine alınacak işler geriye doğru planlanmıştır.

Eş zamanlı MRP/CRP sisteminin dezavantajı ise sipariş verilecek tarihi hesaplarken bugünün tarihini bir kısıt olarak gözetmemesidir. Daha anlaşılır bir şekilde açıklayacak olursak, ileriki dönemlerde teslim edilecek bir mamulün alt bileşenlerine baktığımızda geçmiş tarihlere satınalma talep tarihi atayabilmektedir. Firmalar için bu durum gerçek dışıdır ve sisteme olan güveni sarsmaktadır. Fakat eş zamanlı MRP/CRP sistem tasarımı bu durumu avantaja çevirebilmektedir. Geçmiş tarih atayan satınalma talepleri incelendiğinde sistemin aslında bizi uyardığını görmekteyiz. Geçmiş tarihli talep verilen mamulün yada yarımamulün üretildiği faaliyet merkezi incelendiğinde, diğer işler ile ilgili bir rota çakışması yahut faaliyet merkezindeki yoğunluğun fazla olması gibi darboğazlar belirlenmektedir.

Kurulan modelde esas olarak alınan hedefler aşağıdaki gibidir. Model için gerçekleştirilmek istenen hedefler özetlenirse;

- Proje gerçekleştirilirken kapasite kullanımını en etkin şekilde sağlamak
- Faaliyet merkezlerine atanan işlerin sıralanması ve bekleme sürelerinin minimuma indirilmesi
- Kapasite göz önünde bulundurularak oluşturulan gantt şemasına bağlı MRP çalıştırılarak, bir önceki işin hazır edilmesini sağlamak.
- Oluşturulan sistem tasarımı ile müşteriye daha gerçekçi proje bitiş tarihi vermek

KAYNAKLAR

- [1] Gündoğar, E., Endüstriyel Üretim Planlama ve Kontrol, 1.Cilt. Nobel Akademik Yayıncılık, 1-300, 2017.
- [2] Sultanov, F., Üretim planlamasında malzeme ihtiyaç planlamasının önemi ve bir işletme uygulaması.Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği Programı, Yüksek Lisans Tezi, 2004.
- [3] Ayanoğlu, M., Üretim Yönetimi, 3.Cilt. Sakarya Yayıncılık, 1-389, 2006.
- [4] Ayluçtarhan, Z., Gerçek zamanlı bir MRP II sistemi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2008.
- [5] Nigel, S., The Blackwell Encyclopedic Dictionary of Operations Management, Blackwell Publishers Ltd. Massachusetts, 111, 1999.
- [6] Acar, N., Malzeme İhtiyaç Planlaması, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, 1-113, 2003.
- [7] Demir, M.H., Gümüsoğlu, Ş.. Üretim Yönetimi (İşlemler Yönetimi), Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş., 1-650, 2011.
- [8] Asal, Ö., Malzeme ihtiyaç planlaması (MİP) ve üretim kaynakları planlamasının (ÜKP) üretim planlama ve kontrol faaliyetleri üzerindeki etkileri: Ankara bölgesindeki kobiler üzerinde bir uygulama. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi, Doktora Tezi, 2009
- [9] Bostancı, S., Endüstri işletmelerinde kapasite planlaması ve maliyet ilişkileri, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 1986.
- [10] Radar, S., Bilgisayar yazılımları ile MRP (malzeme ihtiyaç planlama) ve CRP (kapasite ihtiyaç planlama) matbaa işletmelerinde uygulaması ve önemi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matbaa Eğitimi, Yüksek Lisans Tezi, 2010.

- [11] Erdem, S., Bilgisayara dayalı MRP II (imalat kaybak planlaması) sistemi ve bu sistemin gerektirdiği veritabanı yapısının analiz edilmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2000.
- [12] Birdoğan, B., İşletme kaynakları planlamasının (İKP- Enterprise Resource Planning: ERP) dünü, bugünü ve yarını. Uludağ Üniversitesi, İİBF Dergisi, Cilt:18 Sayı:1, 2000.
- [13] Aydın, A., Farklı üretim tiplerinde eş zamanlı MRP/CRP uygulanabilirliğinin araştırılması, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2009.
- [14] Jin, G., Thomson, V., A New Framework for MRP systemsto be effective in engineered-to-orderenvironments, Robotics and Computer Intergrated Manufacturing, 2003.
- [15] Aquilano, N.J., Smith, D.E., A formal set of algorithms for Project scheduling with critical path scheduling/material requirement splanning, Journal of Operations Management, 57-67, 2002.
- [16] Cohen, I., Golany, B., Shtub, A., Managing stochastic, finitecapacity, multi-project system sthrough the cross-entropy methodology, Annals of Operations Research 134, 183–199, 2005.
- [17] Dijk, R., Gademann, N., Schouten, G., Schouten, M., Multi-projectplaning in shipbuilding, Eindhoven University of Technology, 78-94, 2002.
- [18] Sarıca, İ., CPM ve PERT teknikleriyle proje planlama ve bir işletmede uygulanması, Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [19] Klein, R., Bidirectional planning: improving priorityrule – based heuristics for Scheduling resource – constrained projects, European Journal of Operational Research, 619-638, 2000.
- [20] Mazlum, M., Güneri, A.F., CPM, PERT and Project management with fuzzy logic technique an dimplementation on a business, Procedia – Socialand Behavioral Sciences, 348-357, 2015.
- [21] Singh, A., Resource constrainedmulti-projects cheduling with priorityrules & analytic hierarchy process, Procedia Engineering, 725-734, 2014.
- [22] Mula, J., Pöler, R., Garcia, J.P., MRP with flexible constraints: a fuzzy mathematical programming approach, Fuzzy Setsand Systems, 74-97, 2006.

- [23] Gür, İ., Proje yönetiminde PERT/CPM'in proses modeli ile simüle edilmesi ve bir uygulama, Gebze İleri teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [24] www.google.com, Erişim Tarihi: 11.04.2018.



EKLER

EK 1: ERP’de tanımlanan faaliyet merkezleri

İş Merkezi No	Tanım
TYM01	DEMİR TESTERE YAŞAR MAKİNA
TYM02	OTOMATİK ŞERİT TESTERE KARTES
TYM03	EKSANTRİK PRES
TYM07	GAZALTI KAYNAK MAKİNASI -1 GEDİK
TYM13	ELEKTRİKLİ KAYNAK MKN(Sanayi Tipi)1
TYM15	PROFİL BÜKÜM MAKİNASI AKYAPAK
TYM16	SÜTUNLU MATKAP - 2 ŞAHİN
TYM19	MASAÜSTÜ MATKAP-1 EKÇELİK
TYM20	YATAY FREZE MAKİNASI RECKERMAN
TYM21	KALIPÇI FREZE MAKİNASI FULLMARK
TYM22	TAŞLAMA MOTORU STALLION
TYM23	CNC PUNCH MAKİNASI DURMAZLAR
TYM24	CNC KOMPOZİT İŞLEME TEKNA-MARİN
TYM25	KOMPOZİT İŞLEME STRİEBİĞ
TYM26	KOMPOZİT İŞLEME BALA
TYM27	RADYAL TESTERE YILMAZ
TYM28	SİLİNDİR BÜKÜM MİMSAN
TYM29	ABKANT HİDROLİK PRES BAYKAL
TYM30	HİDROLİK GİYOTİN L TİPİ BAYKAL
TYM31	HİDROLİK KÖŞE KESME BAYKAL
TYM32	KOMPRESÖR KOMSAN
TYM33	KOMPRESÖR DALGAKIRAN
TYM35	CEPHE KERTME TESTERESİ-1 ELUMATEC
TYM37	CNC İŞLEM MERKEZİ
TYM40	ÇİF KAFA TESTERE ELUMATEC
TYM42	KÖŞE PRESİ - 1 ELUMATEC
TYM45	KÖŞE PRESİ KÜÇÜK ÖZÇELİK
TYM46	MASAÜSTÜ MATKAP-2 EKÇELİK
TYM48	YATAY KESME TORK
TYM49	OTOMATİK KESME HATTI TEKNA-MARİN
TYM50	OTOMATİK TAKOZ KESME ELUMATEC
TYM51	ALTTAN ÇIKMA TESTERE YILMAZ
TYM55	TESTERE ÖZÇELİK
TYM56	PUNCH MAKİNASI (Havalı) PEMAKS
TYM58	ALM ATÖLYESİ MONTAJ TEZGAHI
TYM59	DMR BOYAMA TEZGAHI
TYM60	DMR ATÖLYESİ MONTAJ TEZGAHI
TYM61	KLK ATÖLYESİ MONTAJ TEZGAHI
TYM62	ALV ATÖLYESİ MONTAJ TEZGAHI
TYM63	BONDING MAKİNASI BEST
TYM64	TAŞERON MONTAJ TEZGAHI

EK 2: Sistem tasarımı yapılan projenin metraj analiz çalışması

VADİSTANBUL 3.ETAP DOĞRAMALAR METRAJ ANALİZİ													
POZ -1	DOĞRAMALAR			BLOK1_ A	BLOK1_ B	BLOK1_ C	BLOK5_ A	BLOK5_ B	BLOK5_ C	BLOK6_ A	TOPLAM	ÖLÇÜ BR	
	2.1	CEPHE İÇİ KANAT (paslanmaz makası-dışa açılır gizli kanat)						96			76	172	AD
	2.2	BALKON KAPILARI											
	2.2.1	BALKON KAPILARI-PO1 / 750X2500 SYS3-REYNAERS CS77											AD
	2.2.2	BALKON KAPILARI-P12 / 861X2518 SYS3-REYNAERS CS77				4						4	AD
	2.2.3	TERAS BALKON KAPILARI-P10 / 761X2518 SYS3-REYNAERS CS77						46	7	7		60	AD
	2.2.4	TERAS BALKON KAPILARI-P11 / 861X2518 SYS3-REYNAERS CS77			36		40	77	14	14	56	237	AD
	2.3	SÜRME DOĞRAMALAR SYS2											
	2.3.1a	SÜRME DOĞRAMALAR -P02 /1650X2500 mm -REYNAERS CP130 MONORAIL			42	15	52	320	35	35	429	928	AD
	2.3.1 b	SÜRME DOĞRAMALAR -P05 /1850X2500 mm -REYNAERS CP130 MONORAIL											AD

Ek 2 (Devamı)

VADİSTANBUL 3.ETAP DOĞRAMALAR METRAJ ANALİZİ											
POZ -1	DOĞRAMALAR		BLOK 1_A	BLOK 1_B	BLOK 1_C	BLOK 5_A	BLOK 5_B	BLOK5_C	BLOK 6_A	TOPLAM	ÖLÇÜ BR
	2.3.2	SÜRME DOĞRAMALAR -P03 /2450X2500 mm -REYNAERS CP130 MONORAIL	98	6	110	302	49	49	80	694	AD
	2.3.3	SÜRME DOĞRAMALAR -P04 /3250X2500 mm -REYNAERS CP130 MONORAIL		6		85	7	14		112	AD
	2.3.4	SÜRME DOĞRAMALAR -P06 /1650X2500 mm -REYNAERS CP130 MONORAIL	84	21	90					195	AD
	2.3.5	SÜRME DOĞRAMALAR -P07 /2450X2500 mm -REYNAERS CP130 MONORAIL	28	6	30					64	AD
	2.3.6	SÜRME DOĞRAMALAR -P08 /3250X2500 mm -REYNAERS CP130 MONORAIL		6						6	AD
	2.3.7	SÜRME DOĞRAMALAR -P09 /1650X2500 mm -REYNAERS CP130 MONORAIL				7				7	AD
POZ -2	1.1	GİRİŞ BLOKLARI (CEPHE VE ISIKLIK)SYS5-REYNAERS CW 50		491,12			598,12	598,12		1687,36	M ²
	1.2	ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHE- SYS1-REYNAERS CW 50	57,13		57,51	1463,57			1121,88	2700,09	M ²

EK 3: Örnek proje Vadistanbul'un bitmiş hali



ÖZGEÇMİŞ

Evin SÜTCÜ, 07.06.1992 Van’da doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Van’da tamamladı. 2010 yılında Van Atatürk Anadolu Lisesi’nden mezun oldu. 2011 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nü 2015 yılında bitirdi. 2015 yılında Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2017 yılında İstanbul’a yerleşti ve Darıca’da özel bir dış cephe giydirme firmasında Planlama Uzmanı olarak çalışmaya başladı. Bir yıl çalıştıktan sonra medikal sektörde faaliyet gösteren özel bir firmada Planlama Mühendisi olarak işe başladı ve burada çalışmasını sürdürmektedir. İş ile birlikte halen yüksek lisans eğitimine Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü’nde devam ediyor.