

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE OPERASYONEL VERİMLİLİĞİ
ARTIRICI YÖNDE BİR YAKLAŞIM**

SİNAN ŞAHİN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. Umut RİFAT TUZKAYA**

İSTANBUL, 2015

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE OPERASYONEL VERİMLİLİĞİ ARTIRICI
YÖNDE BİR YAKLAŞIM**

Sinan ŞAHİN tarafından hazırlanan tez çalışması 30.06.2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Umut Rifat TUZKAYA
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Umut Rifat TUZKAYA
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Semih ÖNÜT
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Özalp VAYVAY
Marmara Üniversitesi

1980'lerden itibaren özel sektörü gelişen Türkiye, sadece zirai ürünler değil, ürettiği sanayi ürünleri için de küresel pazarlar bulmaya başlamıştır. Avantajlı işgücü ve kaliteli üretimi ile diğer ülkeler arasında öne çıkmış, yatırımcılar için de tercih edilebilir bir merkez haline gelmiştir. Ancak, son çeyrekte, Uzak Doğu'da başlıca Çin ve Hindistan, Doğu Avrupa'da Çek Cumhuriyeti, Romanya, Polonya gibi ülkeler üretim süreçlerini geliştirmiş ve pazarlara olan yakınlıklarıyla maliyet avantajı elde etmeye başlamışlardır. Bu çalışmada, Türkiye ekonomisinin lokomotif sektörlerinden biri olan, 150.000 kişiye direk, 750.000 kişiye endirek istihdamın sağlandığı otomotiv sektöründe, rekabet edebilir seviyede kalabilmek için iş gücü verimliliğini artırmayı hedefleyen, toplu üretim planlama ve atama modelini içeren iki aşamalı sistem önerilmiştir.

Tez çalışmam süresince beni her zaman daha iyiye yönlendiren, kişisel birikimleri ve akademik tecrübesiyle atmam gereken adımlara ışık tutan, değerli vakitlerini benimle paylaşan saygıdeğer hocam Doç. Dr. Umut Rıfat TUZKAYA'ya, bana akademik çalışma disiplini sevdiren Prof. Dr. Alpaslan FIĞLALI'ya, tüm sorularıma can-ı gönülden cevap veren Yük. Müh. Ahmet CİHAN'a teşekkür ediyorum.

Aileme eğitim hayatım boyunca bana sağladıkları maddi-manevi desteklerinden ve sabırlarından dolayı teşekkür ediyorum ve tezimi aileme ithaf ediyorum.

Haziran, 2015

Sinan ŞAHİN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	vii
KISALTMA LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	15
1.3 Hipotez	16
BÖLÜM 2	
TOPLU ÜRETİM PLANLAMA	17
2.1 Toplu Üretim Planlamanın Tanımı	17
2.2 Yönetimde Toplu Üretim Planlamanın Yeri	17
2.3 Toplu Üretim Planlama Modelinin Kurulması.....	18
2.4 Toplu Üretim Planlama Modelleri	21
2.5 Çözüm Teknikleri.....	25
2.5.1 Deneme ve Yanılma Metodu	25
2.5.2 Grafiksel Teknikler	26
2.5.3 Matematiksel Teknikler	26
2.5.3.1 Doğrusal Karar Kuralı	26
2.5.3.2 Arama Karar Kuralı	28
2.5.3.3 Yönetim Katsayıları Yöntemi	28
2.5.3.4 Parametrik Üretim Planlama.....	29
2.5.3.5 Doğrusal Programlama	29

2.5.3.6	Hedef Programlama	30
2.5.3.7	Karma Tam Sayılı Programlama	30
2.5.3.8	Ulaştırma Metodu	31
2.5.3.9	Simülasyon Metodu	31
BÖLÜM 3		
ATAMA PROBLEMLERİ		32
3.1	Atama Problemlerinin Tanımı	32
3.2	Problem Türleri	33
3.2.1	Lineer Atama Problemleri.....	33
3.2.2	Kuadratik Atama Problemleri	33
3.2.3	3 İndeksli Atama Problemleri	34
3.2.3.1	Eksenel 3 İndeksli Atama Problemi.....	34
3.2.3.2	Düzlemsel 3 İndeksli Atama Problemi	35
3.3	Çözüm Teknikleri.....	36
3.3.1	Macar Algoritması	36
3.3.2	En Kısa Yol Sayısını Artırma Metodu.....	37
3.3.3	Lineer Programlama	37
3.3.4	Tümünü Hesaplama Yöntemi	37
3.3.5	Dal-sınır Yaklaşımı.....	37
3.3.6	Heuristik Yaklaşımlar	37
BÖLÜM 4		
İKİ AŞAMALI İŞ GÜCÜ PLANLAMASI		39
4.1	İki Aşamalı İş Gücü Planlaması Tanımı	39
4.2	İki Aşamalı İş Gücü Planlama Modeli	39
4.2.1	Aşama I: Toplu Üretim Planlama	40
4.2.2	Aşama II: Atama.....	45
BÖLÜM 5		
UYGULAMA		47
5.1	Seçilen Tesis Bilgileri	47
5.2	Üretim Hatları	47
5.3	Şirket Hedefleri ve Politikaları	49
5.4	Veri Toplama	50
5.5	Çözüm	58
5.6	Senaryo Analizleri	64
BÖLÜM 6		
SONUÇ VE ÖNERİLER		75
KAYNAKLAR.....		77

EK-A

TOPLU ÜRETİM PLANLAMA MODELİ	85
A-1 Modelin Açılımı.....	85
A-2 Modelin Çözüm Raporu.....	94

EK-B

LİNEER ATAMA MODELİ.....	113
B-1 Modelin Açılımı.....	113
B-2 Modelin Çözüm Raporu	130
ÖZGEÇMİŞ.....	173

SİMGE LİSTESİ

m ²	Metrekare
%	Yüzde
\$	Amerikan Doları

KISALTMA LİSTESİ

BBN	Bayesian Belief Network
ERP	Enterprise Resource Planning
TIG	Tungsten Inert Gas
TL	Türk Lirası
OEM	Original Equipment Manufacturer

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1. 1 Çözüm tekniklerine göre çalışmalar	13
Şekil 1. 2 Uygulama alanlarına göre çalışmalar	14
Şekil 1. 3 Personel karakteristiklerine göre çalışmalar	14
Şekil 1. 4 Maliyet unsurlarına göre çalışmalar	15
Şekil 3. 1 Eksenel 3 indeksli atama	35
Şekil 3. 2 Düzlemsel 3 indeksli atama	36
Şekil 4. 1 Model kurulum/uygulama aşamaları	40
Şekil 5. 1 Egzoz üretim hatları.....	49
Şekil 5. 2 Operasyonel mükemmellik programı.....	50
Şekil 5. 3 Periyotlara göre toplam maliyetler	59
Şekil 5. 4 Periyotlara göre operatör sayıları.....	59
Şekil 5. 5 Periyotlara göre işe alma/işten çıkarma sayıları	60
Şekil 5. 6 Fazla mesai üretimleri	60
Şekil 5. 7 Proje1'in periyotlara göre stok/bakiye seviyeleri.....	60
Şekil 5. 8 Proje2'nin periyotlara göre stok/bakiye seviyeleri	61
Şekil 5. 9 Proseslere göre işçilik maliyetleri	62
Şekil 5. 10 Proseslere göre çalışan sayıları.....	62
Şekil 5. 11 Senaryo-1 İşçilik maliyetleri dağılımı	69
Şekil 5. 12 Senaryo-1 Çalışan sayıları	69
Şekil 5. 13 Senaryo-2 İşçilik maliyetleri.....	72
Şekil 5. 14 Senaryo-2 Çalışan dağılımları	73
Şekil 5. 15 Çalışan sayısında değişiklikler.....	74

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2. 1 Toplu üretim planlama seçeneklerinin değerlendirilmesi.....	20
Çizelge 2. 2 Toplu üretim planlama modellerinin özellikleri	24
Çizelge 3. 1 Genel atama matrisi	32
Çizelge 4. 1 Önerilen toplu üretim planlama modelinin özellikleri	41
Çizelge 5. 1 Haftalık maaşlar	50
Çizelge 5. 2 Fazla mesai zam oranları	51
Çizelge 5. 3 İşe alma maliyeti	51
Çizelge 5. 4 İşten çıkarma maliyetleri	51
Çizelge 5. 5 Stokta bulundurma birim maliyetleri	52
Çizelge 5. 6 Talebi karşılayamama birim maliyeti	52
Çizelge 5. 7 Müşteri talepleri	53
Çizelge 5. 8 Üretim hedefleri	53
Çizelge 5. 9 Kaizen etkisi	53
Çizelge 5. 10 Çevrim zamanları	54
Çizelge 5. 11 Birim maliyetler	56
Çizelge 5. 12 Atama işlemi sonucu.....	62
Çizelge 5. 13 Ortalama çevrim zamanları	65
Çizelge 5. 14 Ortalama çevrim zamanlarına göre birim işçilik maliyetleri.....	67
Çizelge 5. 15 Rastgele atama ve çalışma süreleri	70
Çizelge 5. 16 Rastgele atamaya göre günlük üretim miktarları	71
Çizelge 5. 17 İşgücü verimliliği	73

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE OPERASYONEL VERİMLİLİĞİ ARTIRICI YÖNDE BİR YAKLAŞIM

Sinan ŞAHİN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Umut Rıfat TUZKAYA

Otomotiv sektöründe artan rekabet, azalan kâr marjları şirketleri gelişime zorlamaktadır. Tedarik zincirleri baştan aşağı gözden geçirilmekte, kalitesizlik maliyetlerini azaltmak adına kalite çemberleri oluşturulmakta, 6sigma, 8D problem çözme teknikleri uygulanmakta, standartlar oluşturulmakta ve hem iç hem de dış denetçiler tarafından denetlemeler yapılmaktadır. İnsan kaynakları alanında çalışan sirkülasyonunu azaltmak adına, performans değerlendirmeleri yapılmakta, terfi sistemleri kurulmakta ve işletilmekte, çalışanların önerilerini dikkate alarak onların memnuniyetini artıracak ve şirkette uzun yıllar kalmalarını sağlayacak çeşitli yöntemler denenmektedir. Üretimde, yalın üretim felsefesinin prensiplerini gerçekleştirerek aşırı üretim, envanter, gereksiz hareket, bekleme zamanları, malzeme taşıma, gereksiz işlem adımları ve hatalar ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Tüm bu teknikler şirketlerde uygulamaya konulurken, her bir sürecin birbirini etkilediği bilinir ancak etkileri göz ardı edilir veya herhangi bir düzenleyici unsur ortaya koyulamaz.

Şirketler departmanlarında tüm bu faaliyetleri yürütürken, faaliyetlerin yol açacağı sonuçları önceden tespit edebilmeli, maksimum faydayı sağlayabilmek adına tüm bu süreçleri koordine edebilmelidir. Bu çalışmada, otomotiv sektöründe büyük maliyet kalemlerinden biri olan işçilik maliyetlerinin azaltılması adına toplu bir işgücü planlaması modeli önerilmiştir.

Tez kapsamında, öncelikli olarak bahsetmiş olduğumuz tüm bu departmanlarla ilişkili olan toplu planlama modellerinin tanımı yapılmıştır. Kurulan toplu üretim planlama modellerin kapsamı hakkında bilgi verilmiş, çözüm yöntemlerinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde, işletmenin kaynaklarının nasıl paylaştırılabileceğini gösteren, atama modelleri üzerinde durulmuştur ve önceki bölümde olduğu gibi bu modellerin hangi yöntemlerle çözülebileceği bilgisi paylaşılmıştır. Toplu üretim planlama teknikleri ve atama teknikleri son bölümde bir araya getirilerek birleşik bir üretim ve kaynak planlama modeli önerilmiştir. Burada amaç, toplu üretim planlama modeli (tam sayılı programlama) ile tüm ihtiyaç planlamasını haftalık veya önceden belirlenen periyotlara göre yapmak ve ardından iş gücü seviyesini atama modeli (doğrusal programlama) ile maliyeti minimize ederek ayarlamaktır. Önerilen modellerin, matematiksel olarak gösterimi yapılmış ve uygulamalı bir şekilde anlatımları gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toplu üretim planlama, işgücü atama, kaynak planlama, matematiksel modelleme, tam sayılı programlama, doğrusal programlama

**AN OPERATIONAL PERFORMANCE IMPROVEMENT APPROACH IN
AUTOMOTIVE INDUSTRY**

Sinan ŞAHİN

Department of Industrial Engineering

MSc. Thesis

Adviser: Assoc. Prof. Dr. Umut Rifat TUZKAYA

Increasing competition level and low profitability in automotive industry force companies to improve their processes. Supply chains are examined, in order to reduce non-quality cost, quality circles are established, six sigma and 8D problem solving methods are implemented, standards are created and all these are audited by internal and external auditors.

In human resources department, to have less turnover among employees, performance evaluations are put in practice, promotion systems are established and run, suggestions are carefully listened and actions are taken to create work conditions that employees want to work in years. In production, lean manufacturing technics are implemented and transport, inventory, motion, waitings, overproduction, overprocessing, defects are eliminated. While all these technics are carried out, processes effect to each other but it is ruled out by the managers or there may not any preventive actions to clear negative interactions.

While all developments are carried out throughout the company, potential results should be foreseen and in order to get maximum benefit from all departments, process should be coordinated very well. In this study, to reduce labor cost - one of biggest portion of EBITDA - two stage resource planning model has been presented.

Within the scope of thesis, aggregate production planning and its models and solving methodologies have been summarized in second chapter. Following, allocation&assignment models have shown to how to share resources and also problem solving technics have been explained as well in chapter 3. In chapter 4, aggregate production planning technics and assignment technics are merged and two stage resource planning model are emerged. The goal of that model, taking advantage of aggregate production planning to forecast and plan all needed items such as labor, inventory etc. in defined time horizon and then workers are assigned to lines according to their skills to minimize labor cost. All models that proposed are mathematically shown with notations and expressed with sample implementation.

Keywords: Aggregate production planning, resource allocation, resource planning, mathematical programming, integer programming, linear programming

1.1 Literatür Özeti

İş gücü planlama literatürü, kaynak optimizasyonu (resource optimization), kaynak planlama (resource planning), iş gücü ihtiyaç tahmini (manpower requirements forecasting), toplu üretim planlama (aggregate production planning), kaynak atama (workforce allocation) ve personel planlama ve görevlendirme (staff scheduling and rostering) anahtar kelimelerinden yararlanarak araştırılmıştır.

Son yıllarda İşgücü planlama problemleri üzerine birçok geniş kapsamlı çalışma yapılmıştır. Ekonomik göstergeler bu alanda yapılan çalışmaların değerini artırmış ve bu da çalışma sayısında artışa yol açmıştır [1].

Kaynak optimizasyonu çalışmalarında, Hoda ElMaraghy, Vishvas Patel ve Imed Ben Abdallah 1999 yılında yayınladıkları makalelerinde, işçi ve makine kısıtı bulunan üretim sistemlerindeki çizelgeleme problemi için genetik algoritma temelli bir çizelgeleme yaklaşımı sunmuşlardır. Bu genetik algoritma yeni bir kromozom temsilini kullanarak makine ve işçi atamalarını göz önünde bulundurmıştır [2], [3].

He'lio Fiori de Castro ve Katia Lucchesi Cavalca 2006 yılındaki çalışmalarında bir üretim sisteminde uygulanabilecek bakım kaynaklarının optimizasyonu ile ilgili bir çalışma yürütmüşlerdir. Optimizasyon metodu olarak genetik algoritma kullanılmıştır [4].

İstanbul Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden, Emel Aktaş, Fusun Ülengin ve Şule Önsel Şahin 2007 yılında "Sağlık hizmetleri yönetiminde kaynak atama verimliliğini geliştirecek karar destek sistemleri" isimli makalelerinde, 4 aşamalı karar destek

sistemi geliştirmişlerdir. 1. aşamada sistem verimliliğini etkileyen temel faktörleri belirlemişlerdir. 2. aşamada, şartlı değişkenler ve kesin olmayan değişkenler için BBN metodu uygulanmıştır. 3. aşamada, sisteme etki eden en kritik değişkenleri belirlemek amacıyla duyarlılık analizi yapılmıştır. Son aşamada ise sistem verimliliğini geliştirmek için stratejiler önerilmiştir [5].

Kung-Jeng Wang ve Y.-S. Lin 2007 yılında bulanık girişimli genetik algoritma ile kaynak atama adlı çalışmalarında, sipariş gecikmelerini azaltacak bir model geliştirmişlerdir [6]. Genetik algoritma ile siparişler düzenlenirken, bulanık mantık ile siparişlere kaynak atama işlemlerinin nasıl yapılacağı belirlenmiştir. Makalede herhangi bir maliyet unsuru göz önünde bulundurulmamış daha çok kapasite ve çizelgeleme problemlerine çözüm aranmıştır.

Chi-Ming Lin ve Mitsuo Gen, çok kriterli atama problemlerinin, çok amaçlı birleşik optimizasyon çözümü için, çok amaçlı hibrit genetik algoritma yöntemini önermişlerdir [7]. 2008 yılında yapılan bu çalışmada, bir şirketin çeşitli lokasyonlarındaki yöneticilerin ve birlikte çalıştığı satış mümessillerinin maliyetleri ve kârları göz önünde bulundurularak, 12 lokasyon için optimum atama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

DuyQuang Nguyen ve Miguel Bagajewicz'in 2008 yılındaki çalışmalarında, önleyici bakım faaliyetlerinin planlanması ve fabrikadaki bakım faaliyetlerinin yürütülmesi, bakım kaynakları miktarının optimizasyonu için yeni bir metodoloji geliştirilmiştir. Çalışmada monte carlo simülasyonu ile genetik algoritma yöntemi kullanılmıştır [8].

Inneke Van Nieuwenhuyse, Liesje De Boeck, Marc Lambrecht ve Nico J. Vandaele, 2011 yılında yayınlanan makalelerinde, ERP sistemleri için ileri kaynak planlamayı karar destek modeli olarak önermişlerdir. Çalışmalarında, yöneticilerin, satış ve pazarlama, çizelgeleme ve diğer operasyonel kararları alabilmeleri adına parametreleri değiştirebilme olanağı sağlayan sistemin ERP sistemlerine entegre edilebileceğinden bahsedilmiştir [9].

Fachao Li, Li Da Xu, Chenxia Jin ve Hong Wang, 2012 yılında “ Genetik algoritmaya dayalı rastgele atama metodu ve bunun kaynak atamada uygulanması” adında bir makale yayınlamışlardır. Çalışmada kantitatif atama modeli kullanılmış ve genetik

algoritma ile çözüm önerilmiştir [10]. Uygulama ile herhangi bir gösterime yer verilmemiş ve detay sunulmamıştır.

Claudio Fabiano Motta Toledo, Renato Resende Ribeiro de Oliveira ve Paulo Morelato Franca, müşteri bakiyesi dahil edilmiş çok seviyeli sipariş büyüklüğü probleminin çözümü için yeni bir hibrit çoklu-popülasyonlu genetik algoritma metodu önermişlerdir. Makine ve kaynaklar modelde parametre olarak yer almıştır. Sonuç bölümünde, diğer çözüm yöntemleri ile kıyaslama yapılmış, hibrit çoklu-popülasyonlu genetik algoritma metodunun en iyi performansı sergilediği tespit edilmiştir [11].

Jose Luis Ponz-Tienda, Víctor Yepes, Eugenio Pellicer ve Joaquin Moreno-Flores 2012 yılında yayınlanan makalelerinde, proje yöneticilerine kaynak seviyelendirme problemlerinde yol gösterecek, çoklu kaynak seviyelendirme için kullanılabilecek uyarlanabilir genetik algoritma modelini önermişlerdir. Çalışma sonunda, optimum sonuca ulaştırabilecek bilinen modeller ile çözüm elde etmenin çok zahmetli ve kullanışsız olduğundan bahsedilmiş, heuristik teknik kullanmanın optimum sonucun uzağında çözüm bulduğu belirtilmiş ve gerçek ve kompleks projelerde meta-heuristik tekniklerin uygunmasının gerekliliği vurgulanmıştır [12].

Gang Li, Hongxun Jiang ve Tian He 2015 yılında yayınlanan makalelerinde, ekipman-ışgücü-servis planlama problemi için ayrıştırma yaklaşımına dayalı genetik algoritma tekniği ile çözümünü önermişlerdir [13]. Çalışmada ekipman-ışgücü-servis parametre ve değişkenlerine yer verilmiş ancak gerçek hayatta müşteri talebi gibi bu 3 unsurla alakalı diğer değişkenler ve parametreler makalede yer almamıştır.

Kaynak planlama çalışmalarının ilk örneklerinden birini sağlayan, Amerikan donanmasından R.J. Niehauss, 1995 yılında yayınlanan makalesinde, insan kaynakları planlama karar destek sistemlerinin yapısı ve stratejisinin gelişimine yer vermiştir [14]. Makalede stratejik amaçlar belirlenmiş ardından matematiksel model kurulmuştur. Hedef programlama modeli FORTRAN'da yazılmış ve sonuçlar makalede paylaşılmıştır.

Yeditepe Üniversitesi Sistem Mühendisliği Bölümü'nden L. Ozdamar, M. A. Bozyel ve S. I. Birbil, 1998 yılında toplu üretim planlama için hiyerarşik karar destek sistemini önermişlerdir. Bir türk şirketinde 1 yıllık satış verisi kullanılarak toplu üretim planı vaka olarak okuyuculara sunulmuştur [15].

İş gücü ihtiyaç tahmini ile ilgili yapılan araştırmalarda, R.P. Mohanty ve S.G. Deshmukhb 1997 yılında “Bir petrol şirketindeki insan kaynakları planlaması için karar destek sistemleri gelişimi” adında yayınladıkları makale ilk sıralarda yer almaktadır [16]. Bu makalede, şirketin planları ve yapısal ihtiyaçları göz önünde bulundurularak satış adetleri üzerinden lineer programlama vasıtasıyla gerekli insan kaynağı sayısı hesaplanmıştır. Ayrıca insan kaynaklarının eğitimler yoluyla geliştirilmesi ve terfi sistemlerine de değinilmiştir.

Portsmouth Üniversitesi, Ekonomi Bölümü’nden Shabbar Jaffry ve Nick Capon, Birleşik Krallık donanması iş gücü (asker) planlamasında, tahmin riskleri için alternatif bir metot sunmuşlardır [17]. Çalışmada girdi ve çıktılar kalitatif ve kantitatif yöntemlerle belirlenmiştir. Değişkenleri ve etkilerini belirlemek adına delphi, FMEA, beyin fırtınası ve senaryo analizleri gibi yaygın tekniklerin yanında, f-testi, tek yönlü istatistiksel testler de çalışmada yer almıştır.

Ö. Kabak, F. Ülengin, E. Aktaş, Ş. Önsel ve Y. I. Topcu, 2008 yılında yayınlanan makalelerinde perakende sektörü için 2 aşamalı vardiya planlama optimizasyon modelini önermişlerdir. Modelin ilk aşamasında saatlik kaynak ihtiyacı belirlenmekte, ikinci aşamasında önceden sayısı belirlenen bu kaynaklar vardiyalara kârı maksimize edecek şekilde atanmaktadır [18]. Modelde, maliyet ve kâr unsurları ortaya konulmuş ancak kaynakların niteliğine dair herhangi bir faktör değişken olarak modele yansıtılmamıştır.

Alain Hertz, Nadia Lahrichi ve Marino Widmer 2010 yılında yayınlanan makalelerinde, çoklu vardiya çalışmalarında, yıllık saatler gözönünde bulundurularak, esnek iş gücü planlaması yapabilmek adına karma tam sayılı model önermişlerdir [19]. Yıllık talep ve yıl boyunca çalışılabilecek haftalar göz önünde bulundurularak yıllık çalışan sayısı hesaplanmaktadır, amaç fonksiyonunda maliyet veya kârlılığa yer verilmemiştir.

Teri Stuckless, Michael Milosevic, Catherine de Metz, Matthew Parliament ve Brent Tompkins Kanada’da 10 yıllık periyot içerisinde sağlık sektöründe radyoloji alanında öngörülen talep ile arz edilebilecek hizmeti dengeleyebilmek amacıyla, iş gücü planlamasına olanak sağlayan, geçerli bir model geliştirmeyi hedeflemişlerdir. 2012

yılında yayınlanan bu çalışmada talep tahmini için geçmiş verilerden yararlanılmış, iki yönlü duyarlılık analizi ile arz ve talebe etki eden faktörler tespit edilmiştir [20].

Rui Fernandes, Borges Gouveia ve Carlos Pinho 2013 yılında, farklı hizmet düzeyleri için vardiyalık işçilik planlaması için gerçek seçenekler üzerinden bir yaklaşım geliştirmişlerdir [21]. Hizmet düzeyleri ve bunların geliştirilmeleri, stokastik müşteri talebi ve vardiya sayısı ihtiyacı nakit akışı göz önünde bulundurularak bir örnek üzerinden anlatılmıştır.

Jill Johnes 2014 yılının son çeyreğinde yayınlanan “eğitim sektörü için operasyon araştırması” adlı makalesinde [22], eğitim hizmet düzeyini etkileyen faktörlerden bahsetmiş ve devletlerin hangi miktarda kaynak aktarması gerektiğini ve bu kaynakların yönetimi konusunda diğer sektörlerdeki uygulamalardan yararlanarak neler yapılabileceğini özetlemiştir. Makalede herhangi bir matematiksel gösterim bulunmamakla birlikte, çok sayıda çalışma alt başlıklarla referans olarak gösterilmiştir.

Kaynak atama alanında bir çok çalışmaya rastlanabilir, son dönemlerdeki çalışmalar incelendiğinde, Nico Dellaert ve Ton de Kok 2004 yılında yayınlanan makalelerinde, çok aşamalı montaj hatları için, stokastik talep altında, çekme ve itme sistemleri için farklı senaryolar deneyerek insan kaynağı teminini belirleyecek entegre bir model geliştirmişlerdir [23].

David W. Pentico 2007 yılında atama modellerinin ortaya çıkışının 50. yılında, çok geniş kapsamlı bir araştırma yayınlamıştır [24]. Çalışmada, atama problemleri ve modelleri ile ilgili araştırma yapmak isteyenlere literatür desteği sağlanmış ve atama problemlerinin alt başlıkları detaylı olarak anlatılmıştır.

“Çalışan farklılıklarına göre iş gücü planlaması için heuristikler” başlığı altında, John W. Fowler, Pornsarun Wirojanagud ve Esma S. Gel tarafından 2008 yılında yayınlanan makalede, işe alma, işten çıkarma, iş gücü eğitim planı ve üretim kayıpları gibi parametre ve değişkenleri içeren tam sayılı programlama metoduyla beraber bu metodunun gerçek hayatta uygulanmasının çok zaman alacağı düşüncesiyle, genetik algoritma ile lineer programlama metodları önerilmiştir [25]. Sonuç olarak, en düşük sürede sonuç veren lineer programlama tabanlı heuristikler optimal sonuca yakın değerlerde çözüme ulaşırsa da genetik algoritmanın verdiği en iyi çözüm değerine

ulaşamamaktadır. Genetik algoritma kullanımı, çözüm süresi bakımından lineer programlama tabanlı heuristikler kadar hızlı sonuç verememektedir. Genetik algoritma parametrelerinin çözüm süresini azaltma adına değiştirilebileceği ve bu konu üzerinde çalışılabileninden bahsedilmiştir.

Ortadoğu Teknik Üniversite’si, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü’nden Ahmet Engin Bayrak, 2010 yılındaki yüksek lisans tez çalışmasında, hava hareket planı için kaynak paylaşırma problemi üzerine araştırmalarda bulunmuştur [26]. Çalışmada, çaprazlama, değerlendirme ve kodlama yöntemleri ile genetik algoritma formülasyonları önerilmiştir. Tamsayı karar değişkenleri ile geliştirilen doğrusal programlama formülasyonu ile genetik algoritma formülasyonları için etkililik ve etkinlik analizleri yapılmıştır.

Philippe De Bruecker, Jorne Van den Bergh, Jeroen Beliën ve Erik Demeulemeester, 2015 yılında makalelerinde, yeteneklere göre iş gücü planlaması alanında literatür araştırmalarını yayınlamışlardır. Yazarlar, makalelerinin diğer çalışmalardan farklı olarak gerçek hayattan soyutlanmış matematiksel modellere veya yönetim kitaplarında olduğu gibi sadece insani unsurlara yoğunlaşmadığını, daha çok yetenek odaklı iş gücü planlaması alanında çalışmalar yapan araştırmacılara yol gösterici bilgilerin ve makalelerin paylaşıldığını belirtmişlerdir [27].

Maribor Üniversitesi, Lojistik Fakóltesi’nden Janez Povh, lojistik’te atama problemleri alanındaki çalışmasında, atama problemlerinin çözüm yöntemlerini sınıflandırmış ve detaylı bir şekilde aktarmıştır [28].

Personel planlama ve görevlendirme konu makalelerin ilk örneklerini Shie Jue Lee ve Chih-Hung Wu vermiştir. 1995 yılındaki makalelerinde clxpert metoduyla, çeşitli kısıtlar altında sınıf ders programı çizelgeleme problemi üzerine çalışmışlardır [29].

Nicholas Beaumont 1997 yılında yayınladığı makalesinde, karma tamsayılı programlama ile, personel çizelgeleme metodu geliştirmiştir [30]. Matematiksel modelde, iş gücüne odaklanılmış, iş gücü taşeron ve şirket elemanları ile hesaplanmıştır.

Ivo Blöchliger, 2004 yılındaki makalesinde, bir hastane için personel çizelgelemesi üzerine yol gösterici model önermiştir [31]. Herhangi bir sayısal gösterim makalede yer almamıştır.

A.T. Ernst, H. Jiang, M. Krishnamoorthy ve D. Sier, 2004 yılında yayınladıkları makalede, personel planlama ve görevlendirme alanında modeller, uygulamalar ve metodlar üzerine gözden geçirme yapılmış [32] ve bunlar alt başlıklarla detaylandırılmıştır.

Fribourg Üniversitesi'nden Carlos S. Azmat ve Marino Widmer, yıllık saat üzerinden tek vardiya planlama ve çizelgeleme üzerine vaka çalışmasını 2004 yayınlamışlardır [33]. Bu çalışmada, yıllık çalışılabilir süre çıkartılmış, ardından haftalara dağıtım yapılmış ve yasalarla belirlenen işçilerin yıllık tatil haklarının kullanımı heuristik metotla çizelgelenerek, talebin karşılanması için gerekli çalışma saati işçiler arasında dağıtılmıştır.

Gary M. Thompson ve John C. Goodale 2006 yılında "İş gücü planlamasında değişken çalışan verimliliği" adında bir makale yayınlamışlardır [34]. Makalede, çalışanlar arasındaki yetenek farklılıklarının verimliliğe olan etkisinden bahsedilmiştir.

Albert Corominas, Rafael Pastor ve Ericka Rodriguez, 2006 yılında yayınladıkları makalede, hizmet sektörü için çoklu yeteneğe sahip işçilerin görevlere atanması konusunda yaptıkları çalışmadan bahsetmişlerdir [35]. Makalede heuristik model önerilmiştir.

Serap Ulusam Seçkiner, Hadi Gökçen ve Mustafa Kurt 2007 yılındaki makalelerinde, işçilerin haftalık çalışma çizelgeleri için tam sayılı matematiksel model önermişlerdir [36].

Srimathy Mohan 2008 yılındaki çalışmasında yarı-zamanlı çalışmalarda işçilerin mesleki tatminini artıracak ve müşteri talebini karşılayacak şekilde bir çizelgeleme matematiksel modeli önerilmiştir [37].

H. a. Eiselt ve V. Marianov, 2008 yılında devamsızlık ve iş tatminsizliğini azaltmak amacıyla çalışan pozisyonunu belirleme ve işyükünü dağıtma konusunu incelemişlerdir. Çalışmalarında, yetenek matrisi kullanmışlar ve hedef programlamaya göre optimum çözümü aramışlardır [38].

M. Sabar, B. Montreuil ve J.-M. Frayret 2009 yılındaki makalelerinde, çalışanların hatlara günlük atama işlemlerinde, operasyonel maliyeti ve iş tatminsizliğini azaltmak adına geliştirilen görevlendirme modelinden (lineer) bahsedilmiştir [39].

Vicente Valls, Angeles Perez ve Sacramento Quintanilla “Nitelikli işgücü proje çizelgeleme problemi” alanında 2009 yılında çalışmalarını yayınlamışlardır [40]. Projenin başlangıç ve bitiş zamanları, görevlerin yerine getirilmediği takdirde ödenecek ceza vb durumlar göz önünde bulundurulmuştur. Makalenin çözüm bölümünde genetik aloritmadan bahsedilmiştir.

Seyda Topaloglu’nun 2009 yılında, “Sağlık sektöründe farklı yetenek seviyelerindeki çalışanların vardiya planlaması ve uygulaması” başlıklı makalesi yayınlanmıştır [41]. Karma tamsayılı programlama ile seviyelerine göre çalışanlar vardiyalara tercih ettikleri ve etmedikleri tarihlere atanmışlardır.

Athanassios N. Avramidis, Wyeen Chan, Michel Gendreau, Pierre L’Ecuyer ve Ornella Pisacane’nın 2010 yılındaki çalışmalarında çağrı merkezi çalışanları için çoklu yetenekler göz önünde bulundurularak günlük görevlendirmeleri optimize edecek model önerilmiştir [42]. Simülasyon ve lineer programlama metodları kullanılmıştır.

Rafael C. Carrasco’nun 2010 yılında uzun dönemli personel planlaması konusunu içeren makalesinde İspanya hastenelerinde uygulanan görevlendirme stratejilerinden bahsedilmiştir [43]. Önerilen modelde, öncelikle iş gücü ihtiyacı hesaplanmakta, sonra vardiya sayıları hesaplanmakta, son adım olarak hastane çalışanları vardiyalara ve görevlere atanmaktadır.

Sin C. Ho ve Janny M.Y. Leung 2010 yılında tabu araştırması heuristiği kullanılarak havayolu şirketleri için işgücü planlaması metodu önerilmiştir [44].

Peter Brucker, Rong Qu ve Edmund Burke’nin 2011 yılında, personel planlama alanındaki modellerin ve bunların kompleks yapılarının araştırılmasının yapıldığı makaleleri yayınlanmıştır [45].

Mehran Hojati ve Ashok S. Patil 2011 yılındaki makalelerinde yarı-zamanlı çalışanlar için planlama ve çizelgeleme metodu önermişlerdir [46]. Çalışmada ILineer programlama temelli heuristik yöntemler kullanılmıştır.

Amaia Lusa ve Rafael Pastor 2011 yılında belirsizlik altında personel planlama konulu çalışmalarında [47], lineer programlama temelli senaryo analizleri yapmışlardır. Çalışmada, maliyet unsurları göz önünde bulundurulmuştur.

S. J. Sadjadi, R. Soltani, M. Izadkhah, F. Saberian ve M. Darayi, 2011 yılında “Doğrusal olmayan stokastik personel planlama modeli” adında bir makale yayınlamışlardır. Çalışmada yazarlar, işe alma, işten çıkarma, stok tutma ve talebi karşılayamama faktörlerini içeren bir stokastik model geliştirmişlerdir. 3 farklı çözüm metodu birbiriyle kıyaslanmıştır, lineer programlama modeli Lingo’da, genetik algoritma modeli C++ ile, simülasyon modeli ise Arena simülasyon yazılımı kullanılarak çözülmüştür. Genetik algoritmanın, lineer programlamaya göre daha doğru sonuç verdiği simülasyon sonuçları yardımıyla da kıyaslanarak belirtilmiştir [48].

H. Lin, Y. Chen, T. Chou ve Y. Liao, 2012 yılında Taiwan’da faaliyet gösteren bir mağazanın müşteri servisinde çalışan personellerinin doğru işlere atanması için bulanık mantık ve lineer programlama yaklaşımlarını içeren model geliştirmişlerdir. Çalışanlar yeteneklerine göre derecelendirilmiş, ardından yetkinliklerine uygun işlere atanmışlardır. Yazarlar, bu atama modelinin çalışanların iş tatminini, müşteri memnuniyetini ve verimliliği artıracığını belirtmişlerdir [49].

Quentin Lequy, Guy Desaulniers ve Marius M. Solomon 2012 yılındaki çalışmalarında çoklu aktivite ve vardiya atamaları için 2 aşamalı heuristik bir model önermişlerdir [50]. Modelde, ilk aşamada göreve atama ikinci aşamada aktiviteye atama işlemleri yapılmaktadır. Karma tamsayılı programlama ile problemler modellenip çözülmektedir.

Tanguy Lapègue, Odile Bellenguez-Morineau ve Damien Prot “Kısıta dayalı vardiya tasarımı ve personel görevlendirmesi” adlı makaleleri 2013 yılında yayınlanmıştır [51]. İlaç sektörü için, belirlenmiş görevlere çalışanların adil bir şekilde atanması için kısıt programlaması önerilmiştir.

Broos Maenhout ve Mario Vanhoucke, 2013 yılında yayınlanan makalelerinde, sağlık sektöründe, hemşirelerin uzun vadeli atanmalarını ve planlamalarını kapsayan bir çalışmaya yer vermişlerdir [52]. Verimlilik ve iş tatmini gibi indikatörler göz önünde bulundurulmuştur, önerilen matematiksel model doğrusal tam sayılı programlama ile formülize edilmiştir.

Erciyes Üniversite’si İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi’nden Cemal Özgüven ve Banu Sungur 2013 yılında yayınladıkları makalelerinde, hiyerarşik işgücü planlaması problemi için 5 matematiksel model sunmuşlardır [53].

Marta Mesquita, Margarida Moz, Ana Paia ve Margarida Pato 2013 yılında, ulaşım sektörü için atama modeli geliştirmişlerdir [54]. Önceden belirlenen tatil günleri göz önünde bulundurularak, araçlar ve araçları kullanacak ekipler haftalık olarak lineer tamsayı temelli heuristik modellemeye çizelgelenmiştir.

T.C. Wong, M. Xu ve K.S. Chin 2014 yılındaki makalelerinde, acil servislerde çalışan hemşirelerin çizelgeleme problemleri için 2 aşamalı heuristik bir yaklaşım önermişlerdir [55]. 1. aşamada tek vardiya atama heuristiği ile kısıtların gerçekleştirilmesi sağlanmakta, 2. Aşamada ise hemşirelerin tercihleri göz önünde bulundurulmaktadır.

Iiro Harjunkoski, Christos T. Maravelias, Peter Bongers, Pedro M. Castro, Sebastian Engell, Ignacio E. Grossmann, John Hooker, Carlos Méndez, Guido Sand ve John Wassick “Üretim çizelgeleme modelleri ve çözüm metodları” başlıklı, 2014 yılındaki yayınlarında [56] çizelgeleme problemleri üzerine çok geniş kapsamlı bir araştırmaya yer vermişlerdir. Makalede problem tipleri kendi aralarında sınıflandırılmış, çözüm metodlarından bahsedilmiş ve gerçek hayattaki uygulamalara yer verilmiştir. Ayrıca, son bölümde, endüstrideki potansiyel problemler (enerji, hammadde, regülasyonlar vb) hakkında görüş bildirilmiştir.

Pieter Smet, Tony Wauters, Mihail Mihaylov ve Greet Vanden Berghe’nin 2014 yılındaki makalelerinde, yeni bir hibrid yaklaşımla, vardiya minimizasyonunda personel çizelgeleme problemlerinin incelenmesine yer vermişlerdir [57]. Çalışmada, çoklu yetenekleri ve atamayı göz önünde bulunduran 2 aşamalı meta-heuristik yaklaşımdan bahsedilmiştir.

Toplu üretim planlama ile ilgili çok geniş bir literatür bulunmaktadır. Son zamanlardaki çalışmaların örneklerinden biri Huang, Hai-Jun ve Xu, Gang’ın 1998 yılında kapasite kısıtı bulunan çalışma istasyonları ve depolama yeri sınırlı olan çok aşamalı üretim sistemlerinin toplu planlama problemlerinin modellenmesiyle ilgili makaleleridir. Çalışmalarında eş değer problemlerin çözümü için Frank-Wolfe tarafından önerilen algoritmayı kullanmışlardır. Bir dizi bilgisayar çözümü sonrasında, çok aşamalı ve çeşitli

Üretim sistemlerinde planlamayı daha iyi hale getirebilecek optimum sonuç veren model ortaya konulmuştur [58]. Çalışmada dönem, çevrim zamanı ve tesis içerisinde tutulan stok miktarı göz önünde bulundurulsa da, modern lojistik ve üretim planlama ihtiyaçlarını karşılayacak birçok etmen göz ardı edilmiştir.

Ulusal Taiwan Bilim ve Teknoloji niversitesi'nden R.C. Wang ve H.H. Fang, 2001 yılında ürün fiyatı, altyüklenici maliyeti, işçi sayısı, üretim kapasitesi ve doğası gereği net olmayan pazarın talebini karşılayacak şekilde kurulan toplu üretim planlama modelini çözebilecek bulanık lineer programlama metodunu geliştirmişlerdir [59]. Çalışmada talep belirsiz öngörüldüğünden, talep hesaplaması için bulanık mantık kullanılmış, diğer tüm değişkenler belirsiz talebe göre lineer programlama yardımıyla bulunmuştur. Model, orta ve uzun vadeli planı içermekte, devamsızlık vb. durumlar için herhangi bir çözüm ortaya koyamamaktadır, bu da modelin gerçekçiliğini zayıflatmaktadır.

A. Baykasoglu 2001 yılında çok amaçlı tabu araştırması metodu kullanarak toplu üretim planlama konulu makalesini yayınlamıştır [60]. alışmasında yer alan toplu üretim planlama modeline, var olan çalışmalara ek olarak alt yüklenici ve kalıp değişimi karar değişkenlerini eklemiştir. Yazar, makalesini oluştururken ki asıl amacının model geliştirmek değil, modelin çözümüne yönelik teknikler geliştirmek olduğunu belirtmiştir. Toplu retim planlama modellerinin daha hızlı ve verimli çözülmesi adına çok amaçlı tabu araştırması metoduna çalışmasında yer vermiştir.

Carlos Gomes da Silva, Jos Figueira, Joo Lisboa ve Samir Barman 2006 yılında yayınlanan makalelerinde, karma tamsayılı doğrusal programlama temelli toplu üretim planlama modelleri için karar destek sistemlerini konu almışlardır [61]. Modelde kâr maksimizasyonu, geciken siparişlerin minimize edilmesi ve iş gücü seviyesindeki değişikliklerin minimizasyonu olmak üzere 3 amaç fonksiyonu bulunmaktadır.

Nermin Yılman, 2007 yılındaki yüksek lisans tezinde, hedef programlama temelli toplu üretim planlama modelini önermiş ve uygulamalı olarak gösterimini yapmıştır [62].

Hong Kong Üniversitesi, Yönetim Bilimleri Bölümü'nden S. C. H. Leung ve S. S. W. Chan, 2008 yılında kaynak kullanımı kısıtıyla toplu üretim planlaması için hedef programlama modeli geliştirmişlerdir. Toplu retim planlama problemi üretim kapasitesi, işçi sayısı,

fabrika yerleri, makine kullanımı, depolama alanı ve diğer kaynak kısıtlamalarını içermektedir. 2 tanesi Kuzey Amerika’da, 1 tanesi Çin’de bulunan 3 üretim tesisi aynı anda problemde yer almıştır. Modelde 3 hedef belirlenmiştir, bunlar hiyerarşik olarak: 3 aylık kâr maksimizasyonu, kusurlu parçalardan kaynaklanan tamir maliyetinin minimizasyonu ve Çin üretim tesisindeki makine kullanım oranının maksimizasyonu. Yazarlara göre, model içerdiği iş gücü bilgisi ile optimum üretim atamasını verimli bir şekilde yapabilmektedir. Ayrıca, Çin üretim tesisinde daha iyi envanter ve üretim eksikliğinin kontrolünü ve makine kullanım oranının takibini kolaylaştırmaktadır [63].

Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden Bahadır Gülsün, Gülfem Tuzkaya, Umut R. Tuzkaya ve Semih Önüt 2009 yılında yayınlanan “Doğrusal programlama temelli toplu üretim planlama strateji seçim metodolojisi” isimli makalelerinde [64], toplu üretim planlama modelinde maliyet minimizasyonu ve iş gücü motivasyon seviyesinde değişikliğe sebep olan işe alım/işten çıkarmanın etkisinin minimizasyonu olmak üzere 2 amaç bulunmaktadır. Makalede 6 strateji göz önünde bulundurulmuş ve içlerinden en uygun olanı planı oluşturmuştur. Önerilen modelin çözümünde doğrusal programlama metodu kullanılmıştır.

İran Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü’nden R. Ramezani, D. Rahmani ve F. Barzinpour, 2012 yılında çift kademeli üretim sistemleri için toplu üretim planlama modeli geliştirmişlerdir. Model maliyeti, iş gücü ve envanter seviyesindeki dalgalanmaları minimize etmeyi hedeflemektedir. Çoklu dönem, çoklu ürün, çoklu makine sistemleriyle seri değişimleri de göz önünde bulundurulmuştur. Karışık tamsayılı programlama modeli kurulmuş bunun çözümünde genetik algoritma ve tabu araştırması denenmiştir. Sonucunda, iki farklı çözüm metodu karşılaştırılmış, genetik algoritmanın daha kaliteli çözüm verdiği ancak model çözümünün tabu araştırması metoduna kıyasla daha uzun sürdüğü tespit edilmiştir [65].

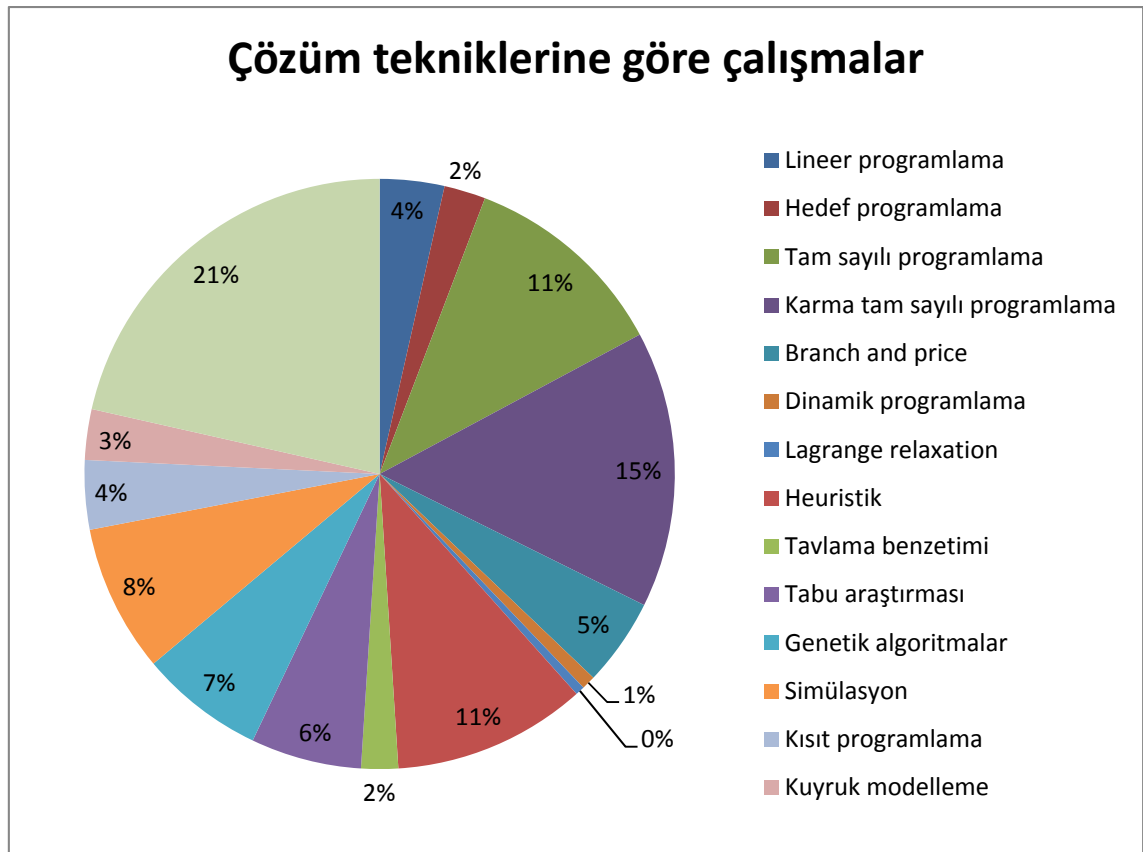
S. M. J. Mirzapour Al-E-Hashem, A. Baboli ve Z. Sazvar, 2013 yılında yayınlanan makalelerinde yeşil tedarik zincirlerinde toplu üretim planlama modeli önermişlerdir. Modelde, tedarik zinciri maliyet parametrelerinin büyük bir kısmı, sipariş lot büyüklüğünün getireceği indirim, tedarik zamanı ve bunun getireceği karbon emisyonu ve ulaştırma maliyeti, talep değişkenliği, talebi karşılayamama maliyeti ve karbon

emisyonu ve atık yönetimi yer almaktadır. Bu varsayımlar doğrusal olmayan yapılarından dolayı modeli daha karmaşık hale getirmiştir. Bazı sayısal ve teorik teknikler uygulanarak model orijinal hali olan doğrusal olmayandan, doğrusala çevrilmiştir. Model 2 aşamalı stokastik programlamayla çözülmüştür. Sonucunda yeşil tedarik zinciri maliyet parametrelerinin hem toplam maliyete hem de kâr marjına olan etkisi gözlemlenmiştir [66].

S. M. J. Mirzapour Al-E-Hashem, H. Malekly ve M. B. Aryanezhad, 2011 yılında yaptıkları çalışmada, o güne kadarki toplu üretim planlama modellerinden farklı olarak maliyet minimizasyonu denklemine çalışanların eğitim maliyetlerini eklemişler ve tüm tedarik zincirini birden fazla tedarikçi, üretim tesisi ve müşteriyi içerecek şekilde tasarlamışlardır [67]. Kurulan model tamsayılı programlama ile çözülmüştür.

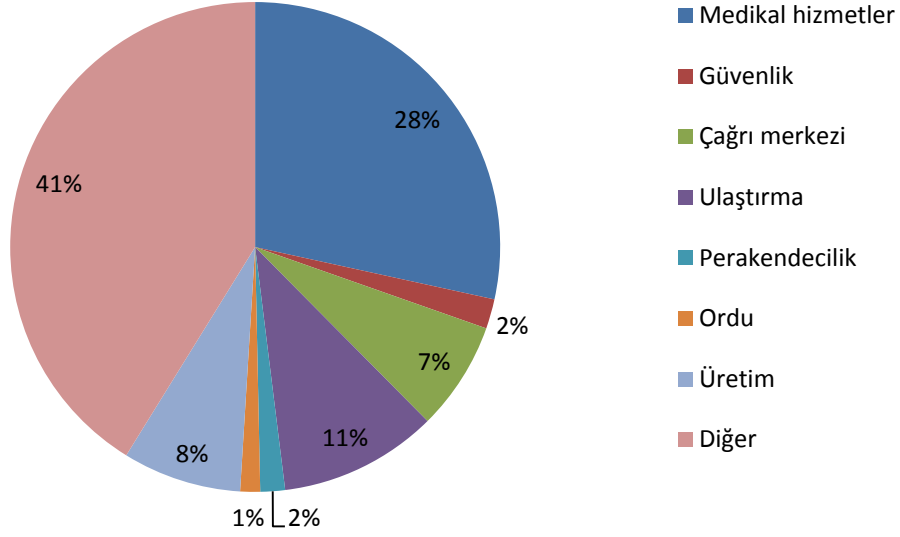
Özet

Genel literatür taramasının özet verileri aşağıdaki grafiklerde gösterilmektedir [1]:



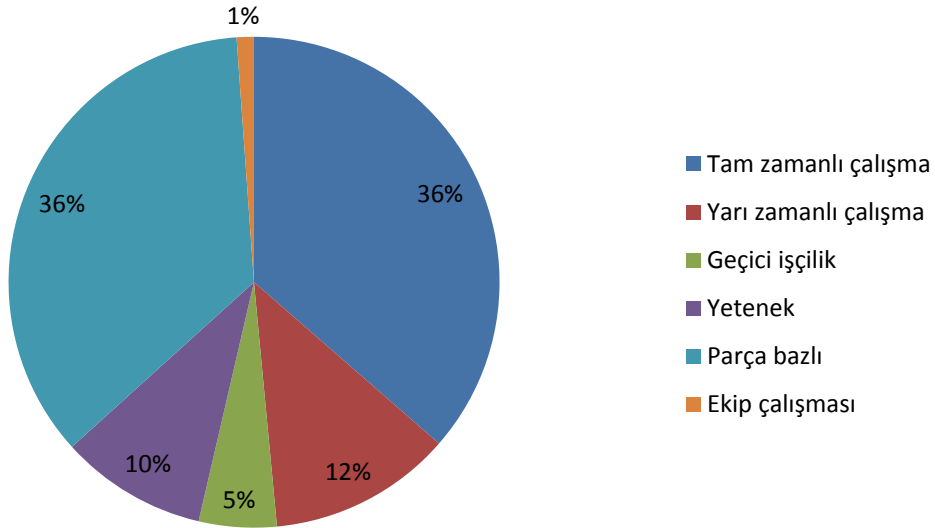
Şekil 1. 1 Çözüm tekniklerine göre çalışmalar

Uygulama alanlarına göre çalışmalar

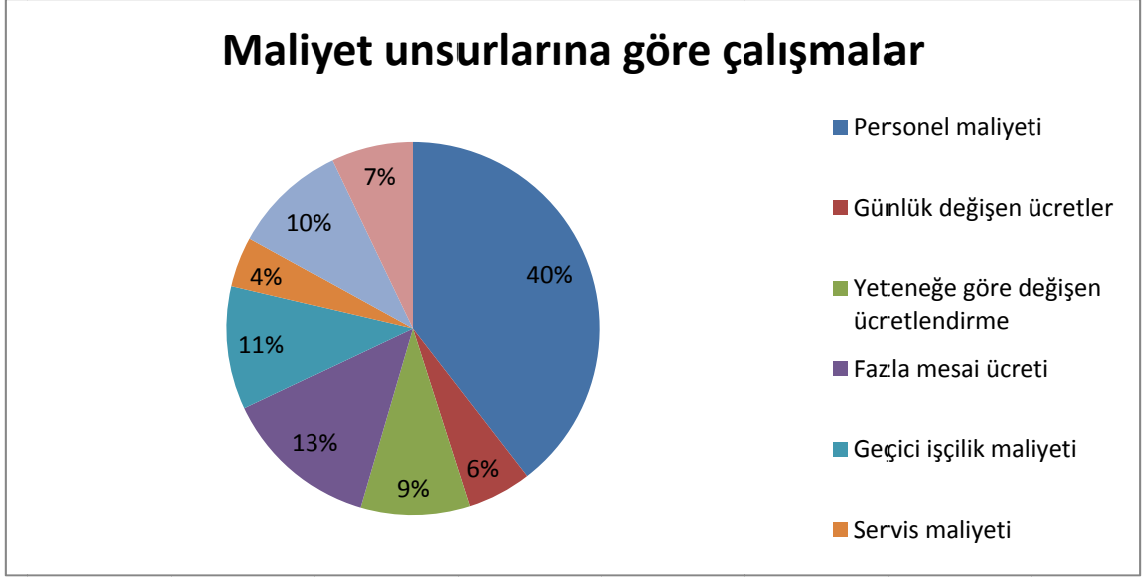


Şekil 1. 2 Uygulama alanlarına göre çalışmalar

Personel karakteristiğine göre çalışmalar



Şekil 1. 3 Personel karakteristiklerine göre çalışmalar



Şekil 1. 4 Maliyet unsurlarına göre çalışmalar

1.2 Tezin Amacı

İşletmelerin ortak temel hedefleri kâr etmek ve işletmenin varlığını sürdürülebilir kılmaktır. Kârlılığı sağlayabilmenin yolu satış gelirlerini artırmak veya maliyetleri azaltmaktan geçer. Rekabetin zorlayıcı olduğu piyasalarda üreticiler satış fiyatını artırmak yerine maliyeti düşürmeye odaklanmaktadır.

Alınan stratejik kararları destekleyici doğru taktiksel ve operasyonel planlamalar yapılmadığı sürece maliyetlerin düşürülmesi etkin bir şekilde gerçekleşmeyecektir. Zorlu rekabet koşullarında, maliyetlerini düşüremeyen şirketlerin kârlılığı azalacak ve bu yüksek maliyetlerden kurtulamadıkları takdirde devamlılıkları riske girecektir.

Bir mühendis olarak, mevcut ekonomik sistem içerisinde, işletmelerde verimliliği artırıcı yönde yaptığımız her iyileştirmenin, sadece o işletmeye değil orta ve uzun vadede kaydedilen verimlilik artışlarıyla gelen diğer yatırımlarla istihdam oranının artıracığını bunun da topluma pozitif etki edeceği düşüncesindeyim. Tezin yazılmasının ve tezde yer alan araştırmaların yapılmasının temelinde de bu bilinç yer almaktadır.

Tezde, üst düzey rekabetin bulunduğu otomotiv sektöründe yer alan şirketler için iş gücü verimliliğini artırmayı sağlayacak toplu üretim planlama ve iş gücü atama modeli geliştirmek hedeflenmiştir.

1.3 Hipotez

Otomotiv yan sanayinde şirketler, iş gücü planlamasını genel olarak müşterilerden gelen talep bilgilerine göre ihtiyaç duyulan zamanın, çevrim zamanına bölünmesiyle yapmaktadırlar. Çalışan sayısı doğrudan, taleple ilişkilendirilmekte, diğer maliyet kalemleri bu kapasite hesaplarında göz ardı edilmektedir. Manuel proseslerin hâkim olduğu imalathanelerde, projelerin talepleri düştüğünde veya arttığında her ne kadar ihtiyaç duyulan kişi sayısı tahmin edilse de, hangi çalışanın hangi üretim biriminde yer alacağı ilgili ustabaşlarının tecrübeleri doğrultusunda sezgisel bir şekilde yapılmaktadır. Sistematik olmayan bu yaklaşım bir sonraki adımı öngörememekte, kişiler arası yetenek farklılıklarının üretim verimliliğine etkisini daha da artırmaktadır. Böylelikle, çalışan sayısının 3 haneli veya daha çok olduğu durumlarda tüm sistemi optimize etme fırsatı kaçırılmaktadır.

Önerilen metodolijide, iş gücü planlaması yapılırken, sadece direkt işçilik maliyeti değil, bununla beraber stok tutma, talebi karşılayamama, fazla mesai vb. maliyet unsurlarını da içerecek, iş istasyonlarına en uygun çalışanı atayıp, çalışan verimsizliğinden kaynaklanacak olan ekstra maliyeti minimize edecek modeller yer almaktadır. Bu sayede, işletmelerin en büyük maliyet kalemlerinden biri olan işçilik maliyeti minimum seviyelere çekilebilecektir.

TOPLU ÜRETİM PLANLAMA

2.1 Toplu Üretim Planlamanın Tanımı

Toplu üretim planlama, 3-18 aylık periyotlarda üretim süreçleri için organizasyonların maliyetlerini minimumda tutacak şekilde iş gücünün ve malzemelerin ne zaman ve hangi miktarda tedarik edilmesi gerektiğini araştıran operasyonel aktivitedir [66].

Toplu üretim planlama süreci, belli başlı ürünler için malzeme ve kaynak gereksinimiyle veya tesis ve personellerin çizelgelenmesiyle ilgili detayların sağlanmasına gerek duyulmaksızın toplu bir bakış açısıyla uygulanır. Toplu planlama fikri, belli başlı ürünler veya servisler yerine toplam kapasite planlamasına odaklanır. Toplu planlama, ürüne, işçiliğe ve zamana göre yapılabilir. Toplu üretim planlama, planlama aşamasında ihtiyaç duyulabilecek veri sayısını minimize ederek, planların daha sık güncellenebilmesine olanak sağlamaktadır [60].

2.2 Yönetimde Toplu Üretim Planlamanın Yeri

Planlama, işletmenin belirlediği amaçların ve bu amaçların elde edilebilmesi için gerekli olan eylemlerin kararlaştırılması sürecidir. İşletmelerde 3 farklı karar verme seviyeleri vardır:

Stratejik karar verme: Geleceğe yöneliktir ve bu kararların belirsizlik seviyesi oldukça yüksektir. Organizasyonun amaçlarının belirlenmesi ve bu amaçlara ulaşmak için uzun

dönemli planlar yapılmasını gerektirir, 1 yıldan uzun sürelidir. Şirketin 5 yıl içinde geliştireceği ürünler, büyüme veya küçülme politikaları vb. örnek olarak gösterilebilir.

Taktik karar verme: Stratejik seviyede verilen kararların yerine getirilmesi için 3 aydan bir yıla kadar orta dönemli planlamalar yapılır. Kaynakların etkili ve verimli kullanılması için verilen kararlardır. Geliştirilecek ürünler için tesis planlaması, personel ve iş gücü planlaması örnek olarak gösterilebilir.

Operasyonel karar verme: Taktik seviyedeki kararların yürütülmesi için gerekli görevlerin etkin ve verimli bir biçimde yapılması için verilen kararlardır. 3 aya kadarki dönemi kapsayacak kısa vadeli planlamalar yapılır. Stokların, yeniden sipariş zamanının ve miktarının belirlenmesi, çalışanların işlere atanması örnek verilebilir.

Toplu üretim planlama, yapısı gereği taktiksel planlama seviyesinde yer almaktadır. İşletme yöneticilerinin ve kurumun vizyonu ışığında belirlenen stratejileri gerçekleştirmek adına kullanılan orta vadeli planlama tekniklerinden biridir.

2.3 Toplu Üretim Planlama Modelinin Kurulması

Toplu üretim planlama modelleri, işletmelere belirlemiş oldukları hedeflere ulaşmaları için kullanabilecekleri araçlardan yalnızca biridir.

Kurumların vizyonları, misyonları ve değerleri toplu üretim planlama modelleri kurulmadan önce detaylı bir şekilde incelenmelidir, eğer toplu üretim planlama modelleri kurulması planlanan işletmelerde bu veriler ve yol haritaları oluşturulmamışsa, mutlaka paydaşlarla öncelikli olarak bu unsurlar belirlenmelidir. Toplu üretim planlama modellerinin orta vadeli olduğu ve uzun vadeli planlamalara katkı sağlayacağı unutulmamalıdır.

İşletmelerin varlığını ne kadar ve nasıl sürdüreceği toplu üretim planlama modellerinin en önemli girdisidir denilebilir. Kısa bir süre sonra kapanacak bir şirket için kurulacak olan model, büyümeye başlamış bir şirketinkiyle aynı olmayacaktır. Değişkenler ve parametrelerin farklılığı modeli tamamiyle farklı hale getirecektir. Ayrıca kısa bir süre sonra kapanacak olan bir firma için toplu üretim planlama sürecinin oluşturulması için harcanacak olan kaynakların bu kısa sürede şirkete getirisi olup olmayacağı da incelenmesi gereken başka bir konudur, herhangi bir getirisi olmadığı takdirde

başlangıç aşamasında şirket yetkilileri toplu üretim planlama modelini kurmaktan vazgeçebilirler.

İşletmelerin sahip olduğu misyon ve değerler, karar değişkenlerine direkt etki edecektir. Çalışanlarına olan bakış açıları işe alma/işten çıkarma gibi politikalarını doğrudan etkileyebilir. Ayrıca müşterilerle olan ilişkiler veya şirketin müşterilere verdiği değer bir çok olası değişkeni etkileyecektir.

Şirketin gidişatını ve uzun vadeli planlarını belirleyen ve temel göstergelere (finansal, fiziksel, insani vb) sahip yöneticiler, artık toplu üretim planlama modeli kurabilmek için uygun zemine sahip olmuşlardır. Sonraki aşama modelin yapısını belirlemek ve ihtiyaca göre matematiksel modeli kurmaktır.

Modelin yapısını oluşturmak adına sorulabilecek bazı rehber sorular aşağıda sırasıyla gösterilmektedir:

Talep yapısı: Müşterilerin hepsi kesin siparişler mi geçiyor yoksa talep tahmin mi ediliyor? Talebe müdahale edilebiliyor mu?

Kapasite kısıtı: Şirketin sahip olduğu ekipmanlar normal üretim koşulları için yeterli mi? Darboğaz üretim hatları neler? Fason üretim yaptırılabilir mi? Fazla mesai yapılabilir mi?

Envanter: Üretilen yarı-mamul ve bitmiş ürünler stoklanabilir mi?

Sipariş bekletme: Müşterilere siparişlerin geç ulaştırılmasına izin veriliyor mu?

İşe alma/işten çıkarma: Şirketin işe alma/işten çıkarma kısıtları ve politikaları neler? Yarı-zamanlı çalışmaya izin veriliyor mu?

Maaşlar: Herhangi bir toplu sözleşme ön görülüyor mu? İşçiler tarafından grev uygulanabilir mi?

Çevresel faktörler: Yasalar ve kanunların belirlediği çerçeveler neler? Üretim ortamını etkileyebilecek diğer çevresel faktörler ve etkileri neler?

Toplu üretim planlama seçeneklerinin avantajları ve dezavantajları Çizelge 2.1'de gösterilmektedir [62].

Çizelge 2. 1 Toplu üretim planlama seçeneklerinin değerlendirilmesi

SEÇENEK	AVANTAJ	DEZAVANTAJ	BAZI YORUMLAR
Stok seviyelerini değiştirme	İnsan kaynaklarındaki değişiklikler aşamalıdır veya yoktur, beklenmedik üretim değişiklikleri yoktur	Stok maliyetleri yükselebilir. Satış kaybıyla sonuçlanabilir	Temel olarak üretime uygulanır, hizmet operasyonlarına uygulanmaz
İşe alım ve işten çıkarmalarla değişen işgücü büyüklüğü	Diğer alternatiflerin maliyetlerinden kaçınılır	İşe alma, işten çıkarma ve eğitim maliyetleri önemlidir	İşgücü havuzunun büyük olduğu yerlerde kullanılır
Fazla mesai ve boş zamanlarla üretim oranlarını değiştirme	Mevsimsel dalgalanmaları işe alma ve eğitim maliyetleri olmadan karşılar	Fazla mesai ödüllendirilir, yorgun çalışanlar, talebi karşılayamayabilir	Toplu plan içerisinde esnekliğe izin verir
Fason yaptırma	Firmanın verimlilik eğrisini düzleştirme ve esnekliğe izin verir	Kalite kontrol kaybı; azaltılmış kârlar; gelecekte muhtemel iş kaybı	Temel olarak üretim ortamlarına uygulanır
Yarı zamanlı çalışanları kullanma	Tam zamanlı çalışanlardan daha az maliyetli ve daha fazla esnektir	Yüksek seviyede yeni işe alım/eğitim maliyetleri, kalite düşüklüğü, planlama zordur	Büyük geçici işgücü havuzunun bulunduğu alanlarda niteliksiz işler için iyidir
Talebi Etkileme	Fazla kapasiteyi kullanmaya çalışır. İndirimler yeni müşterileri çeker	Talepte belirsizlik. Talep ve tedarigi eşleştirmek zordur	Yeni pazarlama fikirleri yaratır

Çizelge 2. 1 Toplu üretim planlama seçeneklerinin değerlendirilmesi (devamı)

Yüksek talep periyotlarında siparişi bekletme	Fazla mesaiden kaçınılır, kapasiteyi sabit tutar	Müşteri beklemeye istekli olmalıdır, prestij kaybı olur	Bir çok firma siparişi bekletir
Mevsimsel ürün ve hizmet karışımı	Kaynakları tam kullanır, sabit iş gücüne izin verir	Firmanın uzmanlığının dışında beceri veya ekipman gerektirebilir	Zıt talep yapılarında ürün veya hizmet bulmak risklidir

2.4 Toplu Üretim Planlama Modelleri

Toplu üretim planlama modelleri, işletmelerin bulunduğu koşullara ve ihtiyaçlara göre kurulabilir. Ulusal Taiwan Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nden R.C. Wang ve H.H. Fang, 2001 yılında ürün fiyatı, altyüklenici maliyeti, işçi sayısı, üretim kapasitesi ve doğası gereği net olmayan pazarın talebini karşılayacak şekilde kurulan toplu üretim planlama modelini çözebilecek bulanık lineer programlama metodunu geliştirmişlerdir.

Buna göre Wang ve Fang'ın 2001 yılında oluşturmuş oldukları model aşağıda gösterilmiştir [59]:

Notasyon:

W_t : t. periyottaki iş gücü seviyesi (adam-gün)

H_t : t. periyotta işe alınan sayısı (adam-gün)

L_t : t. periyotta işten çıkartılan sayısı (adam-gün)

P_{it} : i ürünün t periyodundaki üretim miktarı (adet)

I_{it} : i ürünün t periyodu başlangıcındaki stok miktarı (adet)

S_{it} : i ürünün t periyodunda alt yüklenici üretim miktarı (adet)

Y_{it} : i ürünün t periyodunda fazla mesai ile üretilen ürün miktarı (adet)

B_{it} : i ürünün t periyodu başlangıcındaki bakiye miktarı (adet)

r_i : i ürününün satışından elde edilen birim kazanç (\$/adet)

c_{wt} : t periyodunda ödenen düzenli maaş (\$/adam-gün)

c_{Ht} : t periyodunda işe alma maliyeti (\$/adam-gün)

c_{Lt} : t periyodunda işten çıkarma maliyeti (\$/adam-gün)

c_{Pi} : i ürününün üretim maliyeti (\$/adet)

c_{Yi} : i ürününün fazla mesaili üretim maliyeti (\$/adet)

c_{Li} : i ürününün elde bulundurma maliyeti (\$/adet)

c_{Bi} : i ürününün stoksuzluk maliyeti (\$/adet)

c_{Si} : i ürününün alt yüklenici üretim maliyeti (\$/adet)

W_{tmax} : t periyodundaki maksimum iş gücü seviyesi (adam-gün)

a_i : i ürününün işçilik süresi (adam-saat/adet)

δ : işçinin düzenli çalışma süresi (adam-saat/adam-gün)

θ_{wt} : t periyodunda düzenli işçiliğin fazla mesaide kullanılabilirlik oranı

α : t periyodunda düzenli işçilikte meydana gelebilecek dalgalanmaya izin verilen oran

D_{it} : i ürününün t periyodunda tahmin edilen talebi (adet)

$D_{it} - \beta_{Dit}$: i ürününün t periyodunda tahmin edilen minimum talebi (adet)

b_i : i ürününün makine süresi (makine-saat/adet)

M_t : t periyodunda düzenli çalışma saatlerindeki makine kapasitesi (makine-saat)

θ_{Mt} : t periyodunda fazla mesaide kullanılabilecek makine kapasitesi oranı

Matematiksel Model:

Amaç fonksiyonu

$$\begin{aligned} \text{Max } Z_1 = & \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T r_i (I_{it-1} - B_{it-1} + P_{it} + Y_{it} + S_{it} - I_{it} + B_{it}) \right] \\ & - \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (c_{Pi}P_{it} + c_{Yi}Y_{it} + c_{Li}I_{it} + c_{Bi}B_{it} + c_{Si}S_{it}) + \sum_{t=1}^T c_{wt}W_t \right] \quad (2.1) \end{aligned}$$

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{t=1}^T (c_{Ht} H_t + c_{Lt} L_t) \quad (2.2)$$

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t \quad \forall t \quad (2.3)$$

$$W_t \leq W_{tmax} \quad \forall t \quad (2.4)$$

$$\sum_{i=1}^N a_i P_{it} \leq \delta W_t \quad \forall t \quad (2.5)$$

$$\sum_{i=1}^N a_i Y_{it} \leq \delta \theta_{wt} W_t \quad \forall t \quad (2.6)$$

$$H_t + L_t \leq \alpha W_t \quad \forall t \quad (2.7)$$

$$H_t L_t = 0 \quad \forall t \quad (2.8)$$

$$I_{it-1} - B_{it-1} + P_{it} + Y_{it} + S_{it} - I_{it} + B_{it} \cong D_{it} \quad \forall i, \forall t \quad (2.9)$$

$$P_{it} + Y_{it} + I_{it} - B_{it} + S_{it} \geq D_{it} - \beta_{Dit} \quad \forall i, \forall t \quad (2.10)$$

$$I_{it} B_{it} = 0 \quad \forall i, \forall t \quad (2.11)$$

$$\sum_{i=1}^N b_i P_{it} \lesssim R^{M_t} \quad \forall t \quad (2.12)$$

$$\sum_{i=1}^N b_i Y_{it} \lesssim R^\theta M_t^{M_t} \quad \forall t \quad (2.13)$$

$$W_t, H_t, L_t, P_{it}, Y_{it}, L_{it}, S_{it}, B_{it} \geq 0 \quad \forall i, \forall t \quad (2.14)$$

Modelde iki amaç fonksiyonu bulunmaktadır. Gelirlerden üretim maliyetleri çıkartılarak kâr maksimizasyonu hedeflenmiş (2.1) ve iş gücü seviyesindeki değişiklikler minimize edilmek istenmiştir (2.2). İşe alınan, işten çıkartılan çalışan sayılarının toplam işçi sayısı ile bağıntısı (2.3)'de gösterilmiştir. İş gücü seviyesinin herhangi bir periyotta maksimum seviyeyi geçmemesi (2.4) kısıtı eklenmiştir. Normal ve fazla mesaili üretim miktarının işçilik kapasitesini aşmaması için (2.5) ve (2.6) kısıtları eklenmiştir. İş gücü değişimi şirketin belirlediği limitlerin dışına çıkmaması için (2.7) kısıtı eklenmiştir. Bir periyotta sadece işe alma veya işten çıkarma işlemi gerçekleştirilebilir, ikisi aynı anda olamaz (2.8). Envanter, bakiye, normal ve fazla mesaili üretim, alt yükleniciye tahsis edilen üretim miktarları toplamaları müşteri talebine eşit olmalıdır (2.9). Minimum

müşteri talebi o hafta içerisinde karşılanmalı ve önceki haftadan kalan bakiye miktarı bir sonraki haftaya bırakılmamalıdır (2.10). Bir periyotta yalnızca envanter veya bakiye olabilir (2.11). Normal ve fazla mesaiyi üretimin makine kapasitelerini aşmaması için (2.12) ve (2.13) kısıtları eklenmiştir. Negatif olmama kısıtı (2.14).

Wang ve Fang'ın 2001 yılında yaptıkları araştırmada özetledikleri, toplu üretim planlama modellerinde kullanılan özellikler Çizelge 2.2'de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir [59], [62].

Çizelge 2. 2 Toplu üretim planlama modellerinin özellikleri

Özellikler	Masud ve Hwang (1980)	Lee (1993)	Wang ve Fang (2000)	Baykasoğlu (2001)	Wang ve Fang (2001)
Ürün Sayısı	Birden çok	Tek	Tek	Birden çok	Birden çok
Periyot Sayısı	Birden çok	Birden çok	Birden çok	Birden çok	Birden çok
Aşama Sayısı	Tek (Birden çok aşama için de kullanılabilir)	Tek	Tek	Tek (Birden çok aşama için de kullanılabilir)	Tek (Birden çok aşama için de kullanılabilir)
Fason Yaptırma	İncelenmedi	İncelenmedi	Bulanık maliyet bilgisiyle incelendi	İncelendi	Bulanık maliyet bilgisiyle incelendi
Satışlar	Alt ve üst limitler içerisinde değişken	Bulanık bilgi	Bulanık bilgi	Alt ve üst limitler içerisinde değişken	Bulanık bilgi
İşgücü	İncelendi	İncelendi	İncelendi	İncelendi	İncelendi
İşe alma	İzin verildi	İzin verildi	İzin verildi	İzin verildi	Bulanık maliyet bilgisiyle incelendi
İşten çıkarma	İzin verildi	İzin verildi	İzin verildi	İzin verildi	Bulanık maliyet bilgisiyle incelendi
Makine Kapasitesi	İncelendi	İncelenmedi	İncelenmedi	İncelendi	Bulanık mantık gözetildi
Sipariş Bekletme	İzin verildi	İzin verildi	İzin verilmedi	İzin verildi	İzin verildi
Amaç	Kâr maksimizasyonu	Maliyet minimizasyonu	Maliyet minimizasyonu	Kâr maksimizasyonu	Kâr maksimizasyonu
Stok	İncelendi	Maliyet hedefi içinde değerlendirildi	Maliyet hedefi içinde değerlendirildi	İncelendi	Kâr hedefi içinde değerlendirildi
Fazla Mesai	Kar amacıyla işgücü için incelendi	Maliyet hedefi içinde değerlendirildi	Maliyet hedefi içinde değerlendirildi	Kâr hedefi içinde değerlendirildi	Kâr hedefi içinde değerlendirildi

Geliştirilen toplu üretim planlama modellerinin endüstrilerde uygulanmasını zorlaştıran bazı faktörler vardır. İşletmeler işten çıkarmaları, çalışanların motivasyonunu etkilememesi adına zor durumda kalmadıkça tercih etmemektedirler. Ayrıca bazı durumlarda, sipariş bekletme seçenekleri müşteri tarafından belirlenebilmekte,

şirketlerin burada herhangi bir karar verme şansı olmamaktadır. Toplu üretim planlama modellerinin gerçekçiliğini artırmak adına fazla mesai seçenekleri ve devamsızlık gibi faktörler dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir, uzun çalışma süreleri devamsızlığa ve iş kazalarına sebep olabilmekte bu unsurlarda verilerin geçerliliğini ve tahmin edilebilirliğini azaltmaktadır.

2.5 Çözüm Teknikleri

Literatürde birçok toplu üretim planlama tekniği yer almaktadır. Foote ve Ravindran 1988 yılında bir takım toplu üretim planlama modellerini gözden geçirmiştir. Nam ve Logendran 1992 yılında toplu üretim planlama teknikleri hakkında daha yeni sayılabilecek bir araştırma yürütmüştür. Sıklıkla kullanılan tekniklerden bazıları aşağıda listelenmiştir [60]:

1-)Deneme ve yanılma metodu

2-)Grafiksel teknikler

3-) Matematiksel teknikler:

- . Doğrusal karar kuralı
- . Arama karar kuralı
- . Yönetim katsayıları yöntemi
- . Parametrik üretim planlama
- . Doğrusal programlama
- . Hedef programlama
- . Karma tamsayılı programlama
- . Ulaştırma metodu
- . Simülasyon modelleri

2.5.1 Deneme ve Yanılma Metodu

Bilimin diğer alanlarında olduğu gibi toplu üretim planlamada da deneme yanılma metodu kullanılabilmektedir. Kurulan modelin parametreleri sabit kalırken,

değişkenleri belirli bir mantık çerçevesinde değiştirerek ve her değişikliğin yarattığı etkiyi algılayıp bir sonraki iterasyonda aynı veya farklı yönde kararlar alıp bunu yansıtarak optimum sonuç aranmaya çalışılır.

2.5.2 Grafiksel Teknikler

Grafik yönteminde geliştirilen basit grafiklerle görsel olarak tahmini talep ihtiyaçlarıyla gelecek üretim kapasiteleri karşılaştırılabilir. Bu yöntemle oluşturulan planlar tahmini talep miktarlarıyla mevcut kapasitenin birkaç değişkene bağlı olarak karşılaştırılmasına olanak verir. Toplu üretim planı, garantili sonuç vermeyen ancak sınırlı hesaplamalarla ve deneme yanılma yöntemiyle elde edilir [62], [68]. Grafik yöntemler, basit oldukları ve alternatif planların geniş bir planlama dönemi içinde görülmesini sağladıkları için kullanımı yaygın bir yöntemdir. Ancak grafik modelin durgun özelliği ve hiçbir şekilde optimizasyonu sağlamaması bu yöntemin eksiklikleridir [62], [69].

Grafik yöntemin 5 aşaması:

1. Her periyottaki talebi belirle
2. Her periyotta normal mesai, fazla mesai ve fason imalat kapasitelerini belirle.
3. İşgücü maliyetlerini, işe alma ve işten çıkarma maliyetlerini, stok tutma maliyetlerini bul.
4. Çalışanlara veya stok seviyelerine uygulanacak firma politikasını göz önüne al.
5. Alternatif planlar geliştir ve toplam maliyetlerini incele [70].

2.5.3 Matematiksel Teknikler

2.5.3.1 Doğrusal Karar Kuralı

Doğrusal karar kuralı yöntemi, bütünleştirme seviyesindeki her bir planlama süreci boyunca stok, işgücü seviyeleri, üretim oranlarının planlanması kararlarını vermek için 1955'te Holt, Modigliani, Muth ve Simon tarafından geliştirilen bir kuadratik programlama yaklaşımıdır. Yöntem ayrıca HMMS olarak da adlandırılmaktadır ve yöntemde taleplerin deterministik olmadığı varsayılır [62], [68].

Doğrusal karar kuralı yönteminde optimum işgücü ve üretim düzeylerini tanımlamak için ikinci derece fonksiyonlar oluşturulmaktadır. Bunun yanı sıra işçi alma ve çıkarma maliyeti arasındaki ilişkiler, fazla mesai üretilmesi, envanter bulundurma veya bulundurmama maliyetleri arasındaki ilişkiler oluşturulan maliyet eğrileriyle ortaya konulur.

Bu ikinci derece fonksiyonların türevi doğrusal fonksiyon olduğundan genelleştirilmiş karar kuralları doğrusal bir yapıya sahip olmaktadır. Optimum karar kuralları ikinci derece maliyet fonksiyonlarını minimize ederken, toplu üretim planlama oranını ve işgücü seviyesini de belirler [62], [68].

Doğrusal karar kuralında eğriler işçilerin çıkarılması veya alınması, mesai kullanılması, envanterlerin elde bulundurulması ve bulundurulmaması gibi nedenlerle yükselir. Bu maliyet eğrilerinin türevi alınarak işgücü maliyetleri ile ilişkilendirilir. Kamien ve Li 1990 yılında doğrusal karar kuralı yöntemine fason üretim bileşenini katarak geliştirmiştir. Ancak üçüncü karar kuralının yönteme eklenmesi yöntemin geliştirme sürecini zorlaştırmış ve birçok duruma da uymamıştır [62], [68].

Bu yöntemin en önemli eksikliği başlangıç varsayımı olan beklenen maliyetlerin kuadratik olmasıdır. Kuadratik fonksiyon düşük işgücü değişikliklerinin gerçek maliyetlerinin daha az tahmin edilmesine neden olabilir. Ayrıca aylak işgücü maliyetleri için iki misli etki oluşturacaktır. Diğer bir dezavantajı doğrusal karar kuralı formülasyonu planlanan periyot içerisinde bir dönemden diğerine geçişteki üretim hızı ve işgücü seviyesi değişim maliyetlerine yeterince önem vermemektedir. Üretim hızında veya envanter düzeylerinde kısıtlar uygulanmasına izin vermez. Ayrıca doğrusal karar kuralı değişkenler veya kısıtlar için tamsayı değerleri bulunduramaz. Yöntem, talep tahminleri sürecinin doğasında bulunan hata miktarlarına karşı duyarlı değildir. Bu tip dezavantajlarına karşın doğrusal karar kuralı, optimize edici olması, iki karar kuralının bir kez türetildikten sonra uygulamasının basit olması, dinamik olması, gerçek endüstri koşullarını çok gerçekçi sergilediği için ve toplu üretim planlama tekniklerinden daha düşük maliyetli planlar oluşturabildiği için tercih edilebilmektedir [62], [69].

2.5.3.2 Arama Karar Kuralı

Arama karar kuralı yöntemi 1967 yılında William H.Taubert tarafından geliştirilmiştir. Toplu üretim planlama probleminin çözümü için geliştirilen birçok yaklaşım problemin maliyet yapısının lineer, kuadratik veya başka bir formda olması gerektirmektedir. Bu nedenle araştırmacılar karmaşık endüstriyel yapının daha gerçekçi olarak değerlendirecekleri bir model arayışına gitmişlerdir. Bu yöntemi temeli, amaç fonksiyonunun optimum değerinin bir bilgisayar arama prosedürü yardımıyla bulunması esasına dayanmaktadır [62], [69]. Arama karar kuralı yönteminde bilgisayar doğrudan arama yöntemiyle maliyet ölçütü bir nokta değerlendirmekte, elde edilen sonuç önceki deneme sonuçlarıyla karşılaştırılmakta ve sezgisel yöntemler dizisine dayanan bir hareket tarzı izlemektedir. Bu şekilde yeni bir nokta saptanmakta ve fonksiyonun daha iyi bir değeri bulununcaya kadar veya bilgisayar işleyiş zaman sınırı aşıncaya kadar işlem tekrarlanmaktadır [62], [71]. Bu yöntemin en önemli avantajı çözüm sürecinde periyodik olarak değişen kapasite düzeylerine bağlı olarak çok farklı maliyet fonksiyonlarına yer verebilmesidir. Bu nedenle bu yöntem değişen operasyonel koşullara adapte olabilmektedir. Ancak yöntemin uygulanabilmesi için bilgisayar temini gibi bazı maliyetlere katlanması, yöntemin uzman kişilerce kullanılabilmesi ve çözülebilen problemin karmaşıklık düzeyinin bilgisayar kapasitesiyle sınırlandırılması gibi bazı dezavantajları mevcuttur [62], [69].

2.5.3.3 Yönetim Katsayıları Yöntemi

Bowman tarafından 1963 yılında geliştirilmiş bir modeldir. Sezgisel bir yaklaşımdır. Bu yöntemde belirli şartlar altında yöneticinin karar verme davranışını gösteren katsayılar belirlenmektedir. Yönetimin katsayıları yöntemi, tecrübeli bir karar vericinin karar verme prosesindeki tüm ölçütlerden oldukça haberdar olduğu ve bu kararları tüm ölçütleri değerlendirerek verdiği varsayımına dayanır. Bu varsayımına göre alınan tüm kararlar optimuma oldukça yakın olmaktadır [62], [69].

Yöntemde tüm katsayılar geçmişte yöntemin uygulandığı toplu üretim planı kararlarına çoklu regresyon analizi uygulanarak elde edilmektedir. Yöntem yöneticilerin karar verme prosesini tekrar etmesinden dolayı insan davranışlarının değişkenliğinden kaynaklanan yönetsel karar değişkenliklerini azaltır. Ancak regresyon modelinin belirli

yönetici grubu tarafından verilen kararlara dayalı olmasından dolayı personel değişiklikleri modeli geçersiz kılmaktadır. Ayrıca kısa bir periyotta geçmiş kararların regresyonu yöntemi hatalı sonuçlara götürebilmektedir [62], [69].

2.5.3.4 Parametrik Üretim Planlama

Dinamik iş dünyasında gelecek talep tahminlerinin kesinlikle gerçekleşeceği veya gelecek üretim planlarının yerine getirileceği şüphelidir. Verilen talep tahminlerini kullanarak bilgili bir yönetici ideal envanter ve işgücü seviyelerini belirleyebilir. Ne yazık ki bu envanter ve işgücü seviyeleri sadece gerçek ve geçerli değerlere uyar [62], [72].

Parametrik üretim planlama sürekli geçerli durum ile istenen durum arasındaki aralığı kapatmaya çalışır.

2.5.3.5 Doğrusal Programlama

Doğrusal programlama yöntemi yöneylem araştırması tekniklerinden doğrusal programlamanın hem simpleks hem de dağıtım modelleri kapsamında oluşturulmuştur. Bu yöntem üretim ve depolama maliyetlerinin minimizasyonu ve talebin mevcut kapasite kısıtları içerisinde karşılanmasını sağlayacak şekilde üretken kaynak birimlerine tahsis edilmesi prensibi üzerine geliştirilmiştir [62], [68].

Lineer toplu üretim modelleri tüm planlanan dönemlerde üretimle ilişkili değişkenlere ihtiyaç duymaktadır. Farklı periyot dönemlerinde gerçek üretim miktarı, periyottaki değişkenlerin toplamına eşit olmaktadır. Eşit olmadığı dönemlerde eşitsizlik durumundaki model kısıtları (örneğin periyottaki mesai saat miktarı < herhangi bir miktar, vb.) uygulanmaktadır [62], [68].

Toplu üretim planlama için kullanılan doğrusal programlama yöntemlerinde talep miktarlarının deterministik olması, üretim maliyetlerinin ve üretim hızı değiştirme maliyetlerinin belirlenen dönemlerde lineer olarak artması, siparişin gecikmeli olarak karşılanması ve satışların kaydedilmesi halinde maliyet yükünün olmaması, geri siparişlerin genellikle olmaması envanter düzeyinin planlanan dönemde sınırlandırılabilmesi gibi bazı kabuller mevcuttur. Özellikle taleplerin deterministik olması nedeniyle sektördeki planlamacılar gelecek tahminleri mutlak gerçek şekliyle

tahmin edememektedirler. Ayrıca endüstride tüm maliyetlerin lineer olması söz konusu değildir. Bu yöntem işe alma ve işten çıkarma maliyetlerini dikkate almamaktadır [62], [69].

2.5.3.6 Hedef Programlama

Hedef programlama yöntemi mevcut iş çevresinde toplu üretim planlarını etkileyecek üretim yöneticilerinin birden fazla amaçlarının dikkate alınması için geliştirilmiştir. Yöntemin genel amacı bütün yönetim amaçlarını kısıtlar altında birleştirebilmektir [62], [68].

Yöntem doğrusal programlamayla benzerlikler göstermektedir. Lee ve Moore tarafından 1974 yılında geliştirilmiştir. Yöntemde öncelikle karar değişkenleri tanımlanır. Daha sonra yönetim amaçları belirlenerek öncelik sırası yapılır. Model öncelik sırasına göre çözülür. Çözüm yöntemi iterasyona dayanır. En büyük öneme sahip amaç öncelikle gerçekleştirilir ve diğerine geçilir [62], [69].

Bu yöntem kullanılarak kapasite, sevkiyat çizelgesi, sabit işgücü düzeyi, üretim, envanter ve mesai üretim ile ilgili amaçlar arasında ödün verilebilir. Yöntem maliyetlerle ilgili geniş çaplı bir çalışma yapılmasını gerektirir [62], [69].

Hedef programlama yöntemi de doğrusal programlama yöntemindeki gibi maliyetlerin doğrusal olduğu varsayımına sahiptir. Ancak yöntemin, yöneticilere amaçlarını formülasyon içerisine dâhil etme imkânı vermesi, amaçların gerçekleşmesi için gerekli kaynak birleşimlerinin farklı çözümlerinin tanımlanması gibi güçlü yönleri mevcuttur. Doğrusal programlama modelinden daha zor formüle edilir [62], [69].

2.5.3.7 Karma Tam Sayılı Programlama

Karar değişkenlerinin bir kısmının tam sayı diğerlerinin normal değişkenler olduğu modellerdir. Karar vericiler kimi zaman da karışık tipte karar değişkenlerinden oluşan karar problemleriyle uğraşmak zorunda kaldıklarında karma tam sayılı programlamayı tercih ederler [62], [73]. Bölüm 4.2.1’de karma tam sayılı bir model gösterimi ile detaylı olarak karma tam sayılı programlama örneğinden bahsedilecektir.

2.5.3.8 Ulaştırma Metodu

Ulaştırma modelleri kaynaklardan hedeflere bir ürünün toplam ulaştırma maliyetini minimize etmek üzere tasarlanmış doğrusal programlama modelleridir. Standart ulaştırma problemlerinde kaynakların toplam arzı, hedeflerin toplamına eşittir. Eğer tüm arz ve talep değerleri tamsayı olarak alınırsa, modelin çözümünde elde edilecek karar değişkenleri de tam sayılı değerler alacaklardır. Taşıma maliyetlerinin, taşınan ürünü miktarı ile doğrusal ilişkisi olduğu varsayılmaktadır [62].

2.5.3.9 Simülasyon Metodu

Simülasyon yaklaşımı, katı kuralları olan lineer veya kuadratik maliyet formüllerine sahip yöntemlere göre bir kademe daha gelişmiş bir toplu üretim planlama yöntemidir. Özellikle karmaşık maliyet yapılarında kullanılabilir [62], [69]. Bu yöntemde tecrübeler veya tesisin mevcut durumuna göre başlangıç bir plan oluşturulmaktadır. Amaç fonksiyonu hiçbir kısıt içermez ve oluşturulan planın performansını belirler. İşgücü düzeyi, mesai, envanterler, fason üretim ve birçok teknikle ilgili değerler lokal minimum elde edilinceye kadar değiştirilir [62], [69]. Bu yöntemin en önemli dezavantajı kısıtlı sayıda kural içerebilmektedir. Çünkü her kural ayrı bir simülasyon çalışması gerektirmektedir. Bu yöntemin uygulanması ve geliştirilmesi maliyetleri yüksektir. Çözüm için kullanılan bilgisayar prosedürleri optimuma yakın sonuçlar veren yöntemlerin optimum sonuçlarına benzer şekilde sonuçlar vermeyi garanti etmez [62], [69].

ATAMA PROBLEMLERİ**3.1 Atama Problemlerinin Tanımı**

“İş için en iyi çalışan” yerinde bir atama modeli tanımıdır. Çalışanların herhangi bir iş için farklı seviyelerdeki yetenekleri ile bu durum aydınlatılabilir. Bir işe, daha yüksek maliyetli, göreceli olarak daha az yeteneğe sahip operatörün yerine o iş için daha yetenekli operatör seçilebilir. Atama modellerinin amacı minimum maliyeti sağlayacak şekilde çalışanların işlere atanmasını belirlemektir [74].

N adet çalışanın n adet işe atandığı genel atama matrisi Çizelge 3.1’de gösterilmektedir. C_{ij} , i nolu işçinin j nolu işe atanması sonucu ortaya çıkan maliyeti temsil etmektedir ($i, j = 1, 2, \dots, n$). Genelde işçi sayısı ile iş arasında eşitlik mevcuttur, eşitliğin olmadığı durumlarda suni eklemeler yapılabilir [74].

Çizelge 3. 1 Genel atama matrisi

		İşler			
		1	2	...	n
İşçiler	1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1n}
	2	c_{21}	c_{22}	...	c_{2n}
	.	.	.	.	.
	n	c_{n1}	c_{n2}	...	c_{nn}

3.2 Problem Türleri

3.2.1 Lineer Atama Problemleri

$N \times N$ maliyet matrisinde, minimum maliyeti elde etmek amacıyla ilgili satırdaki elemanın ilgili sütundaki işe atanmasıyla ilgilenen, atama problemleri içerisinde en bilindik problem türleridir [75]. Matematiksel modeli aşağıda gösterilmektedir:

Notasyon:

c_{ij} : i nolu çalışanın j nolu işe atandığında oluşturacağı maliyet.

x_{ij} : i nolu çalışanın j nolu işe atanıp atanmayacağını belirleyen karar değişkeni.

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (3.1)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & i \text{ satırı } j \text{ sütununa atandıysa} \\ 0 & \text{diğer} \end{cases} \quad (3.2)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.4)$$

$$x_{ij} \in 0, 1 \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3.5)$$

3.2.2 Kuadratik Atama Problemleri

En zorlayıcı birleşimsel optimizasyon problemlerinden biridir. N adet tesisin N adet lokasyona, aralarındaki uzaklıklar ve akış miktarları göz önünde bulundurularak hesaplanan maliyete göre atama yapıldığı problem türüdür. Amaç, her tesisi her lokasyona maliyet minimize edilecek şekilde atamaktır [76]. Matematiksel modeli aşağıda gösterilmektedir:

Notasyon:

a_{ik} : i tesisi ile k tesisi arasındaki akış miktarı.

b_{jl} : j konumu ile l konumu arasındaki uzaklık.

x_{ij} : i tesisinin j konumuna atanıp atanmayacağını belirleyen karar değişkeni.

c_{ij} : i nolu tesisin j nolu konuma atandığında oluşacak maliyet.

Model:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n a_{ik} b_{jl} x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (3.6)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & i \text{ tesisi } j \text{ lokasyonuna atandıysa} \\ 0 & \text{diğer} \end{cases} \quad (3.7)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.8)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.9)$$

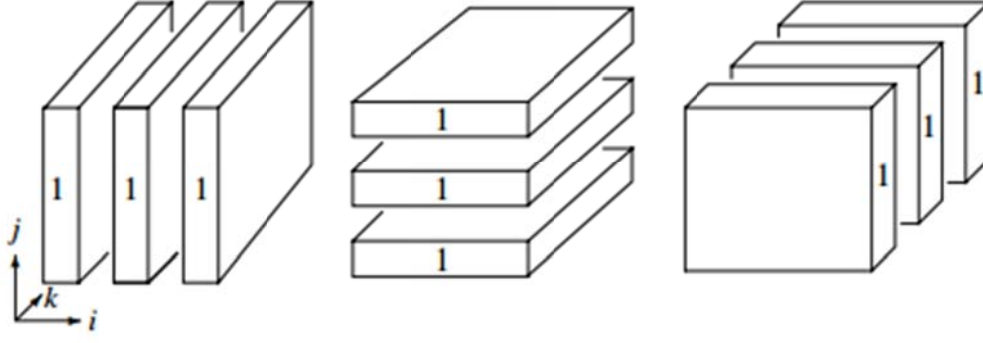
$$x_{ij} \in 0, 1 \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3.10)$$

3.2.3 3 İndeksli Atama Problemleri

3 indeksli atama problemleri 2 ana modeli barındırır: eksenel 3 indeksli atama problemi ve düzlemsel 3 indeksli atama problemi.

3.2.3.1 Eksenel 3 İndeksli Atama Problemi

$N \times N \times N$ matrisi $C = c_{ijk}$ verilir ve n elemanın seçilmesi istenir (Şekil 3.1). Böylelikle 2 yönlü yüzde sadece 1 eleman vardır ve ilgili maliyet minimumdur [77].



Şekil 3. 1 Eksenel 3 indeksli atama

Notasyon:

c_{ijk} : ilgili i-j-k atamasında oluşacak maliyet.

x_{ijk} : i -j -k atamasının karar değişkeni.

Model:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n c_{ijk} x_{ijk} \quad (3.11)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n x_{ijk} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.12)$$

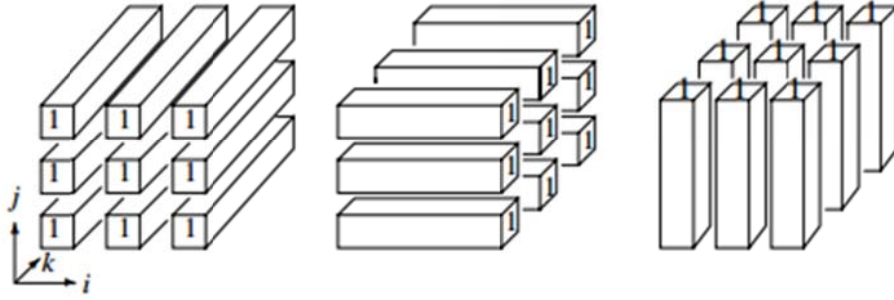
$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^n x_{ijk} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.13)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ijk} = 1 \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (3.14)$$

$$x_{ijk} \in 0, 1 \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n \quad (3.15)$$

3.2.3.2 Düzlemsel 3 İndeksli Atama Problemi

$N \times N \times N$ matrisi $C = c_{ijk}$ verilir ve n^2 elemanın seçilmesi istenir (Şekil 3.2). Böylelikle her yönde sadece 1 eleman bulunur ve ilgili maliyet minimumdur [77].



Şekil 3. 2 Düzlemsel 3 indeksli atama

Notasyon:

c_{ijk} : ilgili i-j-k atamasında oluşacak maliyet.

x_{ijk} : i -j -k atamasının karar değişkeni.

Model:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n c_{ijk} x_{ijk} \quad (3.16)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{k=1}^n x_{ijk} = 1 \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (3.17)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ijk} = 1 \quad j, k = 1, 2, \dots, n \quad (3.18)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ijk} = 1 \quad i, k = 1, 2, \dots, n \quad (3.18)$$

$$x_{ijk} \in 0,1 \quad i, j, k = 1, 2, \dots, n \quad (3.19)$$

3.3 Çözüm Teknikleri

3.3.1 Macar Algoritması

Lineer atama problemlerinin çözümünde kullanılan en bilindik metot 1955 yılında Harold Kuhn tarafından tanıtılan macar algoritmasıdır. Ortaya çıktığı dönemde polinomal karmaşıklığıyla lineer atama problemini çözen ilk metottur. Kuhn, modelin ismini, modelin temelini oluşturan iki Macar matematikçi Egerváry ve König'den

esinlenerek vermiştir [28]. Macar algoritmasının kullanıldığı bir örnek [78] de görülmektedir.

3.3.2 En Kısa Yol Sayısını Artırma Metodu

Son zamanlarda en kısa yol sayısını artırma metodu (shortest augmenting path method) lineer atama problemi çözümünde kullanılan en verimli metot olarak görülmektedir. Bu primal-dual metodu, her adımın çift taraflı grafiği oluşturmak ve bu grafikteki tek kaynaklı en kısa yol problemini çözmek zorunda olduğu n adımdan sonra optimum sonucu bulur [28], [79], [80].

3.3.3 Lineer Programlama

Lineer atama problemleri lineer programlama tekniği kullanılarak da çözülebilir. Birçok lineer programlama çözücüsü verimli bir şekilde lineer atama problemini çözebilmektedir [28].

3.3.4 Tümünü Hesaplama Yöntemi

Kuadratik atama problemlerinin çözümünde kullanılan, her permütasyonun maliyetini ayrı ayrı hesaplayan en sade yöntemdir. Tüm permütasyonlar- $n!$ hızlı bir şekilde büyüyeceğinden bu yöntem küçük örnekler için daha kullanışlı olmaktadır [28].

3.3.5 Dal-sınır Yaklaşımı

Dal-sınır yaklaşımı kuadratik atama problemlerinde boyutun $n \geq 15$ olduğu durumlarda optimum sonucun makul sürede bulunabilmesi için tek yöntem olarak görülmektedir. Son zamanlarda çığır açan tüm kuadratik atama problemlerinin çözümü bu yaklaşımla ilişkilidir. Temel düşünce, tüm permütasyonların kontrolünün gerekmediğidir, bu sayede adım adım optimal permütasyon kurulabilir. Boş permütasyonla başlanılır ve sırayla genişletilerek optimal permütasyona ulaşılır [28], [81], [82].

3.3.6 Heuristik Yaklaşımlar

Tüm heuristiklerin arkasında yatan temel fikir, tüm permütasyonların alt kümesi içinde yer alan optimal permütasyonun bulunmasıdır. Heuristikler arasındaki farklılıklar bu alt

kümenin seçiminden kaynaklanmaktadır. Bu yolla elde edilen sonuçlar genellikle optimum değildir ve optimumdan ne kadar uzakta olduğu bile bilinemez. Buna rağmen heuristik metodlar aşağıdaki sebeplerden dolayı önemlidir:

- Dal-sınır yaklaşımı için önemli olan problemin optimal değer üst sınırını sağlarlar.
- Problemlerde $N \geq 35$ olduğunda iyi sonuç sağlayan, gerçek hayatta optimal sonuca yakın değerler veren tek yöntemdir.

Geniş hacimli örneklerde en önemli sonuçları elde edebilmek için kullanılan heuristikler: Aşamalı tabu arama (iterated tabu search) algoritması [83], genetik algoritmalar ve benzetilmiş tavlama [84] yöntemleridir [28]. Tüm bu algoritmalar büyük alt kümenin içindeki olurlu kümenin tarandığını garanti eden bazı araştırma metodlarıyla yerel geliştirme metodlarını birleştirir. Bu metodun uygulamasında yetenekli programlamacılara ve bu metodun verimli olmasını sağlayacak hesaplama tecrübelerine gereksinim vardır [28].

İKİ AŞAMALI İŞ GÜCÜ PLANLAMASI

4.1 İki Aşamalı İş Gücü Planlaması Tanımı

İş gücü planlamaları, işletmelerin bulunduğu sektöre ve barındırdığı üretim süreçlerine göre farklılıklar gösterebilir. Müşteri talep yapısı, üretilen ürün ve buna bağlı olarak envanter politikası, insan kaynakları politikaları ve şirketin stratejik hedeflerine göre kurulacak olan modeller gerçek hayatta daha başarılı sonuçlar verecektir. Bu yapıda modellerin kurulmasına olanak sağlayan toplu üretim planlama modelleri literatürde geniş bir alan kaplamaktadır ve Bölüm 2’de detaylı bir şekilde bahsedilmiştir.

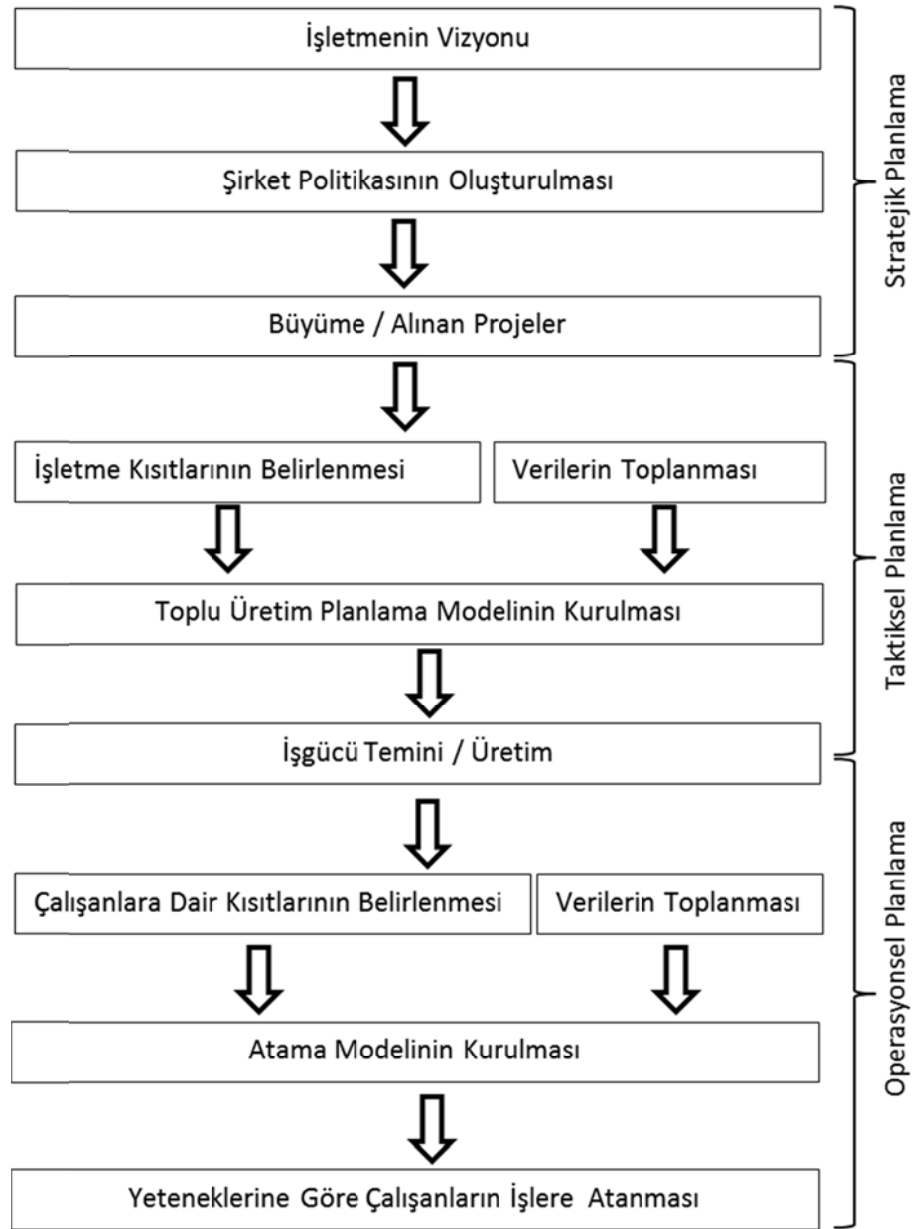
Toplu üretim planlama modelleri genellikle geniş bir dönemi kapsar ve daha çok kapasite, iş gücü ve envanter gibi maliyet kalemleriyle ilişkilendirilir. Bu orta ve uzun vadeli planlamalarda, özellikle manuel süreçlerin yoğun olduğu üretim tesislerinde çalışanlar arasındaki yetenek farklılıkları göz ardı edilir, bu da maliyet hesaplamalarında görünmeyen sapmalar yaratabilir.

İki aşamalı iş gücü planlaması, orta ve uzun döneme hitap eden toplu üretim planlaması ve kısa dönem için kazanç fırsatları oluşturabilecek atama modellerinin birlikte kullanımıyla oluşmaktadır.

4.2 İki Aşamalı İş Gücü Planlama Modeli

Önerilen model 2 aşamalıdır, taktiksel ve operasyonel planlamaya yöneliktir. 1. aşamada orta/uzun vadeli planlama yapılır, kurulan toplam üretim planlama modeli

tam sayılı programlama metodu kullanılarak çözülür. 2. Aşama ise kısa vadeli planlamayı içerir, çalışanlar zamandan bağımsız olarak kendileri için en uygun proselere lineer atama modeli kullanılarak atanırlar (Şekil 4.1).



Şekil 4. 1 Model kurulum/uygulama aşamaları

4.2.1 Aşama I: Toplu Üretim Planlama

I.aşamada şirketlerin belirlenen periyotlar içerisinde tüm kaynak ihtiyaçlarını (envanter, iş gücü, para vb.), müşteri talebi ve diğer kısıtlar dâhilinde toplam maliyeti

minimum seviyede tutarak belirlemek için toplu üretim planlama modeli kurulması önerilmiştir. İstenen kriterlerde sapma olmadan, amaç fonksiyonunu gerçekleştirerek en kısa zamanda çözüme ulaşabilmek adına tam sayılı/karma tam sayılı programlama çözüm tekniği önerilmiştir. Bu aşamada girdiler doğrultusunda maliyet minimizasyonu yapılır ve I.aşamanın çıktısı – II.aşamanın girdisi olarak hangi periyotta ne kadar çalışana ihtiyaç olduğu tespit edilir. Aynı zamanda işletme yöneticilerine, hangi periyotta hangi projede ne kadar maliyet oluşacağı gösterileceğinden, iyileştirme noktalarının tespitine de olanak sağlar. Buna göre, otomotiv yan sanayisi için önerilen modelin özellikleri Çizelge 4.1’de özetlenmiştir:

Çizelge 4. 1 Önerilen toplu üretim planlama modelinin özellikleri

Özellikler	Önerilen Model
Ürün Sayısı	Birden çok
Periyot Sayısı	Birden çok
Aşama Sayısı	Tek
Fason Yaptırma	İncelendi
Satışlar	İncelenmedi
İşgücü	İncelendi
İşe alma	İzin verildi
İşten çıkarma	İzin verildi
Makine Kapasitesi	İncelendi
Sipariş Bekletme	İzin verildi
Amaç	Maliyet minimizasyonu
Stok	İncelendi
Fazla Mesai	İncelendi

Matematiksel model

Notasyon:

Değişkenler:

TO_{ij} : i. Periyodda, j nolu projedeki çalışan sayısı

HO_i : i. Periyodda işe alınan çalışan sayısı

FO_i : i. Periyodda işten çıkartılan çalışan sayısı

INO_{ij} : i. Periyodda, j nolu projenin stok miktarı

BO_{ij} : i. Periyodda, j nolu projenin bakiye miktarı

SC_{ij} : i. Periyodda, j nolu proje için alt yükleniciye tahsis edilecek üretim miktarı

OT_{ij} : i. Periyodda, j nolu proje için fazla mesai üretimi

Parametreler:

I : Periyot

J : Proje

SA_{ij} : i. Periyodda, j nolu projede çalışan işçinin düzenli maaşı

OTC_{ij} : i. Periyodda, j nolu projede çalışan işçinin fazla mesai ücreti

HC_i : i. Periyodda işe alma maliyeti

FC_i : i. Periyodda işten çıkarma maliyeti

INC_{ij} : i. Periyodda, j nolu projenin elde bulundurma birim maliyeti

BC_{ij} : i. Periyodda, j nolu projenin bakiye birim maliyeti

PQ_{ij} : i. Periyodda, j nolu projenin üretim hedefi

D_{ij} : i. Periyodda, j nolu projenin talep miktarı

K_{ij} : i. Periyotta, j nolu proje için planlanan kaizenin¹ kapasiteye etkisi

SCC_{ij} : Alt yüklenicinin ürün başına talep edeceği ücret

SKA_j : j nolu ürünün kapladığı birim alan

AC_i : i. Periyotta tesiste kullanılabilecek alan

SL_{ij} : i. Periyotta j nolu ürünün müşterideki stok miktarı

Amaç Fonksiyonu:

$$\begin{aligned} \text{Min } z = & \sum_{i=1}^n SA_i TO_i + \sum_{i=1}^n HC_i HO_i + \sum_{i=1}^n FC_i FO_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (INC_{ij} INO_{ij}) \\ & + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (BC_{ij} BO_{ij}) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (SCC_{ij} SC_{ij}) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (OTC_{ij} (OT_{ij}/PQ_{ij})) \end{aligned} \quad (4.1)$$

Üretim adetleri, talep, stok ve bakiye arasındaki bağıntı:

$$TO_{ij} PQ_{ij} K_{ij} + OT_{ij} K_{ij} + SC_{ij} + INO_{i-1j} - BO_{i-1j} - D_{ij} = INO_{ij} - BO_{ij} \quad \forall i, \forall j \quad (4.2)$$

Alan kısıtı:

$$\sum_{j=1}^m (INO_{ij} SKA_j) \leq AC_i \quad \forall i \quad (4.3)$$

Toplam çalışan, işe başlayan ve işten çıkartılan personel sayısı arasındaki bağıntı:

$$TO_{i-1} + HO_i - FO_i - TO_i = 0 \quad i = 1, \dots, n \quad (4.4)$$

Tamsayı kısıtı:

$$TO_{ij}, HO_i, FO_i, SC_{ij}, INO_{ij}, BO_{ij}, OT_{ij} \in \{0\} + \mathbb{Z}^+ \quad \forall i, \forall j \quad (4.5)$$

Müşteri üretimini durdurumama kısıtı:

$$BO_{ij} \leq SL_{ij} \quad \forall i, \forall j \quad (4.6)$$

¹ **Kaizen**, belirli bir zaman diliminde müşteri memnuniyetinin artırılması ve rekabet güçlerinin etkilmesi amacıyla süreçlere yönelik, çalışan, süreç, zaman ve teknolojiye yavaş yavaş; fakat çok sayıda hızlı bir gelişme sağlamayı ve maliyetlerde bir düşmeyi ifade eden bir kavramdır. Japonca bir birleşik sözcük olan *kaizeni* oluşturan sözcüklerden *kai* değişim, *zen* ise daha iyi anlamına gelmektedir.

Amaç fonksiyonunda, toplam işçilik maliyeti, toplam işe alma maliyeti, toplam işten çıkarma maliyeti, toplam elde bulundurma maliyeti, talebi karşılayamama maliyeti, alt yüklenici maliyeti ve fazla mesai maliyetleri toplamı minimize edilmektedir (4.1). Her hafta ve proje için, mevcut haftanın stok ve bakiye farkı, mevcut haftanın kaizen çarpanı etkisi göz önünde bulundurularak hesaplanan toplam üretim adedi, aynı şekilde yine kaizen çarpanıyla hesaplanan fazla mesai adetleri, alt yüklenici adetleri ve bir önceki haftanın stok miktarının toplamından, bir önceki haftanın üretim bakiyesi ve mevcut haftanın müşteri talebinin çıkartılmasıyla bulunur (4.2). Envanterin tutulacağı alanın sınırlarını aşmamak adına, stok çeşidi ve adedi göz önünde bulundurularak bunların kapladığı birim alanı ile çarpılarak hesaplanan toplam alan, işletmenin tahsis edeceği alandan küçük veya eşit olacağı (4.3) eşitliğinde gösterilmiştir. İşten çıkarma ve işe alma, proje bazlı değil, toplam çalışanlar üzerinden hesaplanmaktadır. Operatörler farklı projelerde çalışabileceğinden, herhangi bir proje bazlı kırıma gidilmemiştir. Mevcut hafta için toplam operatör sayısı, bir önceki haftada çalışan operatör sayısı, mevcut haftada işe alınan operatör sayılarının toplamından, mevcut haftada işten çıkartılan operatör sayısının çıkartılmasıyla hesaplanmaktadır (4.4). Toplam çalışan sayısı, işe alınan ve işten çıkartılan çalışanlar, alt yüklenici üretim miktarları, envanter miktarı, bakiye miktarı, fazla mesai üretimi 0'dan büyük değerler alırlar ve pozitif tamsayılar kümesinin elemanlarıdır, burada işletmeler fazla mesai uygulamalarına göre fazla mesai tam sayı kısıtını kaldırabilirler (4.5). Şirketin müşterinin istediği adedi karşılayamadığı miktar olan bakiye adedi, müşterinin elindeki parça stoğundan daha fazla olduğunda müşteri duracağından ve işletmenin çok yüklü maliyetlere(ceza) katlanmak zorunda kalacağından dolayı bakiye miktarı, müşteri parça stoğundan daha fazla olmamalıdır (4.6). Buna ek olarak şirketlerin bulunduğu ülkenin yasalarına göre veya şirket içi kurallara göre belirlenen fazla mesai limiti kısıt olarak modele yansıtılabilir.

4.2.2 Aşama II: Atama

I. Aşamanın çıktılarından olan iş gücü planı sayesinde ihtiyaca göre iş gücü tedarik edilir veya işten çıkarmalar gerçekleştirilir. Haftalık planlanan üretim adetlerine, çalışma programına göre, II. aşamada hangi çalışanın hangi projenin hangi üretim bölümünde çalışması gerektiği lineer programlama yardımıyla maliyet minimizasyonu gerçekleştirilerek tespit edilir. Aynı zamanda atama sonuçları işletme yöneticilerine, hangi çalışanların geliştirilmesi gerektiği, hangi süreçlerin maliyetinin yüksek olduğunu, üretim esnekliğini sağlamak için hangi noktalarda aksiyonların alınması gerektiği konusunda yol gösterir.

Matematiksel model

Notasyon:

Değişkenler:

x_{ij} : i.operatörün j nolu projeye ne kadar süreyle atandığını gösteren değişken

Parametreler:

I : Operatör

J : Proje

CAP_i : i. operatörün çalışma kapasitesi

CAP_j : j. proje kapasitesi

D_j : j. projesinin talebi

CL_{ij} : i. operatörün j nolu projede çalıştığında gerçekleşen çevrim zamanı

c_{ij} : i. operatörün j nolu projeye atandığındaki maliyet

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \quad (4.7)$$

Proses talebinin karşılanması kısıtı:

$$\sum_{i=1}^n (x_{ij}/CL_{ij}) = D_j \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (4.8)$$

Operatorün çalışma zamanı kısıtı:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq CAP_i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4.9)$$

Makine kısıtı:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq CAP_j \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (4.10)$$

Negatif olmama kısıtı

$$CAP_i, CAP_j, CL_{ij}, x_{ij}, c_{ij} \geq 0 \quad (4.11)$$

Amaç fonksiyonda, her çalışan için atandıkları prodesteki oluşturacakları birim maliyetleri ile, ne kadar süreyle bu prodeste çalışacaklarını gösteren değişkenin çarpımlarının toplamı minimize edilmektedir (4.7). Her proje/proses için, bu prodeste çalışacak operatörlerin toplam çalışma zamanlarının, proses çevrim zamanlarına bölümünün toplamı, bu prosesin talebine eşit olması gerekmektedir (4.8). Operatörler haftalık veya vardiyalık çalışma saatlerinden daha fazla çalıştırılmamalıdır, fazla mesai durumunda, fazla mesai süresi operatör kapasitesine ilave edilebilir (4.9). Darboğazın makine olduğu durumlarda makine kısıtı eklenebilir, burada makinenin kullanılabilir zamanından daha fazla sürede operatör makineye atanamaz (4.10). Operatör ve makine kapasiteleri, çevrim zamanları, atama değişkeni, birim maliyetler 0'dan büyük veya eşit olmalıdır (4.11).

BÖLÜM 5

UYGULAMA

5.1 Seçilen Tesis Bilgileri

Uygulamalı gösterimde, otomotiv yan sanayinde faaliyet gösteren, egzoz parçaları üreten bir tesisin temsili verileri kullanılacaktır. Tesiste birden fazla OEM'e ait birden fazla proje için üretim yapılmaktadır.

5.2 Üretim Hatları

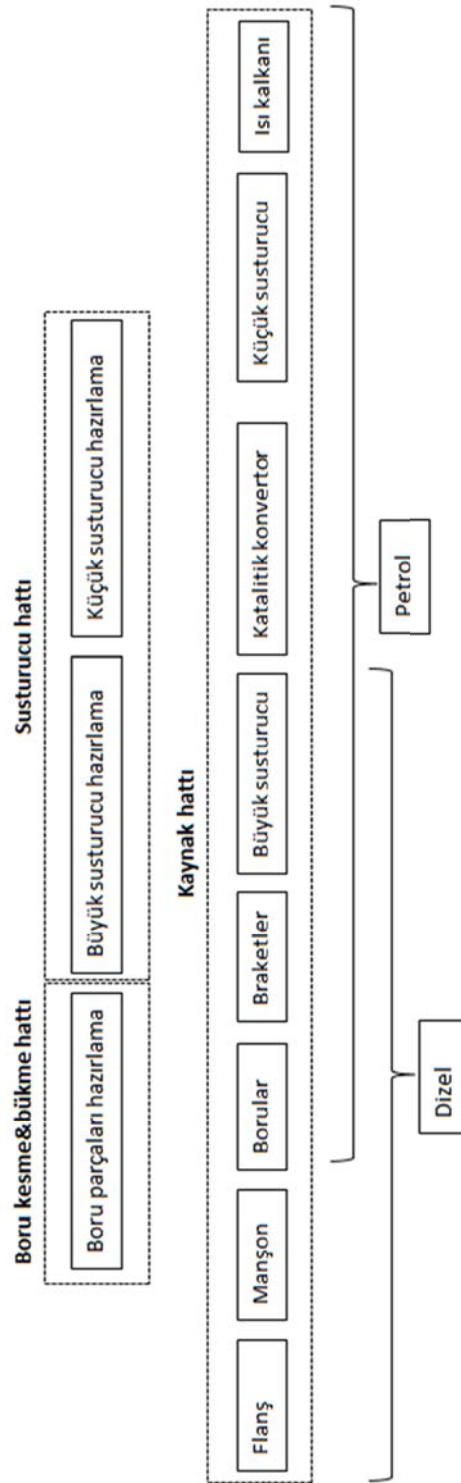
Üretim tesisinde boru hane, susturucu hazırlama ve kaynak hatları olmak üzere üç ana üretim modülü ve bunların dışında test, çapak alma ve tamir işlemlerinin yapıldığı alanlar bulunmaktadır. Boru kesme, boru bükme, kalibre, sac büküm, sac kaynak temel proseslerdir. Genel olarak egzoz üretimi Şekil 5.1'de gösterilmiştir.

Boru kesme bükme hattı: Tedarikçiden satın alınan uzun borular, istenen ölçülerde kesilir. Ardından boru bükme istasyonlarında bükülür. Kullanılacakları bitmiş ürün tiplerine göre, bükülmüş borular kalibre edilebilir veya uçları kesilebilir. İşlemleri biten parçalar ölçülerine göre kasalarda veya taşıyıcılarda tutulur.

Susturucu hattı: Susturucu hatlarında büyük ve küçük susturucular üretilir. Saç parçaların üzerine ürünü tanımlamak amacıyla markalama işlemi yapılır. Ardından saç parçalar büküm makinesinde istenen şekillerde bükülür. TIG kaynağı ile saçların uçları birleştirilir. Susturucunun iç elemanları sıkı geçme ve şişirme metotlarıyla sabitlenir.

Son olarak saç ve sol kapaklar çakılarak bunların kaynağı yapılır ve hazırlanan ürünler yarı mamul stok alanına bırakılır.

Kaynak hattı: Tüm komponentler ve daha öncesinde hazırlanan yarı mamuller, kaynak robotlarında kaynatılarak birleştirilir ve bitmiş ürün elde edilir. Flanş, manşon, braketler, katalitik konvertorlar ve ısı kalkanları dışarıdan hazır olarak tedarik edilir, diğer parçalar tesis içerisinden temin edilir. Dizel rn gruplarında flanş, manşon, braket, borular ve büyük susturucu kullanılırken, petrol (benzinli) rn gruplarında borular, büyük susturucu, küçük susturucu, braketler, katalitik konvertor ve ısı kalkanı kullanılır. Kaynak işlemleri tamamlandıktan sonra bitmiş ürünler taşıyıcılarına yerleştirilir ve taşıyıcı dolduktan sonra test alanına götürülür. Hata tespit edilen bitmiş ürünler tamir edilir. Tekrar test işleminden geçen ve uygunluğu garanti altına alınan egzozlar sevkiyat alanında stoklanır.



Şekil 5. 1 Egzoz üretim hatları

5.3 Şirket Hedefleri ve Politikaları

Şirket, yalın üretim felsefesinden yararlanarak operasyonel mükemmellik programını benimseyip, yürütmektedir (Şekil 5.2). Şirkette haftanın 6 günü, günde 3 vardiya üretim yapılmaktadır.



Şekil 5. 2 Operasyonel mükemmellik programı

Şirket çalışanlarının gelişimine önem vermekte, disiplin problemleri veya büyük proje kayıpları/krizler olmadığı sürece işten çıkarma politikasını izlememektedir. Herhangi bir alt-yüklenici veya geçici işçi temini söz konusu olmamaktadır. Çalışanların gelişimleri polivalans¹ tablolarıyla takip edilmektedir, yeteneklerinin geliştirilmesi için eğitimler düzenlenmekte ve gerektiğinde rotasyon uygulanmaktadır. Mavi yaka için devamsızlık hedefi %2,5'tur ve devamsızlık fazla mesailerle karşılanmaktadır. Şirket yalın üretim faaliyetleri kapsamında maksimum 10 günlük stok tutma politikasını benimsemiştir. Ayrıca, verimliliğin düşük olduğu, değer akış haritalama sonucunda önceliklendirilen hatlarda yıllık plana göre kaizen faaliyetleri planlanmaktadır.

5.4 Veri Toplama

İşçinin düzenli maaşı:

Şirkette işçi sendikası bulunmakta ve işveren ile işçi temsilcileri arasında her 2 senede bir düzenlenen toplu iş sözleşmesi sonucuna göre işçilerin zam oranları ve buna bağlı olarak maaşları belirlenmektedir. Buna göre işçilerin belirlenmiş olan brüt maaşları Çizelge 5.1'de gösterilmektedir:

Çizelge 5. 1 Haftalık maaşlar

Periyot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ücret (TL)	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625

¹ Çoklu yetenek matrisleri.

İşçinin fazla mesai ücreti:

Haftanın 7.günü fazla mesai yapılabilir (fazla mesai oranı %10'u geçemez). Normal çalışma ücretinin 2 katı şeklinde ücretlendirilir, Çizelge 5.2'de periyotlara göre zam oranları gösterilmektedir.

Çizelge 5. 2 Fazla mesai zam oranları

Periyot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F.M (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

İşe alma maliyeti:

İlan yayınlama maliyeti, test/sınav/değerlendirme merkezi maliyeti, işe alım görüşmeleri maliyetlerinin toplamından oluşmaktadır. Şirket yetkililerinin paylaştığı maliyet öngörüsü Çizelge 5.3'te görülmektedir. 9, 10, 11, 12. Periyotlarda maliyetin yükselmesinin sebebi tatil döneminde seçilebilecek potansiyel işçi sayısında azalmanın öngörülmesidir.

Çizelge 5. 3 İşe alma maliyeti

Periyot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Maliyet (TL)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

İşten çıkarma maliyeti:

Çıkış görüşmesi ve kıdeme bağlı yapılan ödemelerin toplamından oluşmaktadır. Şirketin ağırlıklı ortalama ile belirlediği işten çıkarma maliyet öngörülleri Çizelge 5.4'te gösterilmektedir.

Çizelge 5. 4 İşten çıkarma maliyetleri

Periyot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Maliyet (TL)	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000

Stokta bulundurma birim maliyeti:

Birim ürün maliyeti ve ürünün elde tutma maliyetinin toplamından oluşmaktadır. Her iki projede seri üretime yeni geçtiğinden ve 12 haftalık periyotta herhangi bir ürün

değişikliği öngörülmediğinden bu periyot içerisinde üretilen ürünlerin müşteri ile yapılan anlaşmalardan dolayı satılamama ihtimali bulunmamaktadır. Bundan yola çıkarak stokta bulundurma maliyetinde sadece elde tutma maliyetini göz önünde bulundurmak daha doğru sonuçlar verecektir. Elde bulundurma maliyeti, sermaye maliyeti, stok için harcanan alanın maliyeti, envanter servis maliyeti ve envanter risk maliyetlerinden oluşmaktadır [85]. Bu maliyetler genellikle ürün maliyetinin %25'ini oluşturmaktadır [86]. Toplam stok maliyetleri Çizelge 5.5'te gösterilmektedir.

Çizelge 5. 5 Stokta bulundurma birim maliyetleri

Periyot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1. Maliyet (TL)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
P2. Maliyet (TL)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Müşteri bakiyesi(talep karşılayamama) birim maliyeti:

Toplam ekstra sevkiyat maliyetinin, bu sevkiyatlarda gönderilecek olan ürün adedine bölünmesiyle elde edilir. Bakiye miktarı her iki proje için de, 200 birimden fazla olmamalıdır. Çizelge 5.6'da hesaplanan birim maliyetler görülmektedir.

Çizelge 5. 6 Talebi karşılayamama birim maliyeti

Periyot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1. Maliyet (TL)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
P2. Maliyet (TL)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Alt yüklenicinin üstleneceği işin birim maliyeti:

Satın alma departmanının araştırmaları sonucunda, mevcut parçaları üretebilecek tedarikçilerle anlaşmaya varılan parça başı maliyetlerdir. Hem ilgili parçaları sağlayabilecek nitelikte tedarikçi bulunmadığından hem de işçi sendikasıyla olan anlaşmalardan dolayı alt yükleniciden parça temin edilememektedir.

Müşteri talebi:

Müşteriler tarafından paylaşılan haftalık talep edilen ürün miktarlarıdır. Çizelge 5.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 5. 7 Müşteri talepleri

Periyot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1 (Adet)	2547	2116	2996	2994	2445	3051	2904	2979	2979	2979	3021	3015
P2 (Adet)	1438	1053	1456	1443	1430	1443	1443	1378	1209	1196	1196	1157

Üretim hedefi:

Şirketin proje başından itibaren belirlemiş olduğu ve buna göre bütçeleme yaptığı üretim hedefleridir (Çizelge 5.8). Yıllık talepten hesaplanan haftalık teorik üretim adedinin, çevrim zamanlarına göre makinelere atanmış çalışan sayılarına bölünmesiyle hesaplanmıştır.

Çizelge 5. 8 Üretim hedefleri

Periyot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1 (Adet)	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
P2 (Adet)	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117

Kaizen etkisi:

Şirketin iyileştirme yapmayı hedeflediği hatlarda meydana gelecek üretim adetlerindeki değişikliği temsil eder. Haftalık kaizen etkileri Çizelge 5.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 5. 9 Kaizen etkisi

Periyot	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P1	1	1	1	1	1	1	1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
P2	1	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2

Ürünlerin kapladığı alan:

Bitmiş ürünlerin fabrika yüzeyinde kapladıkları alanlardır. Bir egzoz taşıma arabasına proje1'de 40 adet egzoz sığmakta, proje2'de ise 30 adet egzoz sığmaktadır. Egzoz taşıma arabası standart ölçülerde olup, 2,25 m²'lik alan kaplamaktadır. Buna göre proje1'de egzoz başına düşen alan 0,05625 m², proje2'de ise 0,075 m²'dir.

Tesiste kullanılabilecek stok alanı:

Kullanılabilecek depo alanı 400 m²'dir.

Çalışan yetkinlikleri:

Çalışan yetkinlikleri üretim departmanı tarafından polivalans tablolarıyla takip edilmektedir, çalışanlara ait çevrim zamanları hatta ürettikleri ürün adetlerinin çalıştıkları süreye bölünmesiyle elde edilmiştir. Operatörlerin çevrim zamanları (dakika) Çizelge 5.10’da, birim maliyetleri (TL) ise Çizelge 5.11’de gösterilmektedir.

Çizelge 5. 10 Çevrim zamanları

Opr.	Proje 1					Proje1&Proje2	Proje 2			
	Sicil	Boru	Robot	Test	Rework	Çapak	Susturucu	Boru	Robot	Test&Rework
2641	9,4	9,3	2,2	2,6	10,5	10,7		11,1	9,0	4,3
2686	9,4	4,3	4,7	4,2	10,0	10,7		11,1	9,0	4,3
3271	9,4	4,6	4,7	3,6	10,0	10,7		11,1	9,0	4,3
3700	9,4	9,3	2,7	4,7	10,0	10,7		11,1	9,0	2,8
3759	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	10,7		11,1	5,0	4,1
3806	9,4	9,3	4,7	2,5	10,0	10,7		11,1	5,4	4,3
3889	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	10,7		5,6	9,0	2,6
4069	4,4	9,3	3,0	4,7	10,0	10,7		11,1	4,4	4,3
4106	4,2	5,5	4,7	4,7	10,0	6,3		11,1	9,0	4,3
4237	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	7,6		11,1	9,0	2,7
4352	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	5,6		11,1	5,5	4,3
4465	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	10,7		7,0	5,5	4,3
4469	9,4	5,2	2,7	4,7	9,2	5,8		11,1	9,0	4,3
4576	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	7,2		11,1	4,7	4,3
4611	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	5,5		11,1	5,3	3,8

Çizelge 5. 10 Çevrim zamanları (devamı)

4952	4,7	9,3	4,7	4,7	10,0	7,5	6,1	9,0	4,3
5010	4,0	4,4	4,7	4,7	10,0	6,9	5,6	9,0	4,3
5055	9,4	4,4	4,7	4,7	9,0	10,7	11,1	4,5	4,3
5205	4,4	4,3	2,8	3,3	7,3	10,7	5,6	9,0	4,3
5243	9,4	4,1	2,8	4,7	10,3	6,2	11,1	9,0	4,3
5335	9,4	6,3	4,7	4,7	6,5	10,7	11,1	4,9	3,0
5437	9,4	6,9	4,7	4,7	10,0	10,7	5,6	9,0	4,3
5439	4,7	9,3	4,7	4,7	6,2	5,5	11,1	9,0	4,2
5483	9,4	9,3	4,7	2,8	10,0	8,6	11,1	9,0	3,7
5493	9,4	9,3	4,7	4,7	8,7	6,8	11,1	9,0	2,7
5494	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	6,0	11,1	9,0	4,3
5545	4,7	9,3	2,8	3,3	10,0	5,3	11,1	9,0	4,3
5590	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	10,7	11,1	4,3	4,2
5677	5,3	9,3	3,4	4,7	10,0	10,7	11,1	4,9	4,3
5765	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	10,7	11,1	9,0	2,7
5768	6,5	7,5	4,7	4,7	10,0	10,7	11,1	9,0	4,3
5879	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	10,7	6,4	4,5	4,3
5889	9,4	9,3	4,7	4,6	10,0	10,7	11,1	9,0	3,9
5991	9,4	9,3	3,3	4,7	10,0	10,7	5,9	9,0	4,3
6053	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	10,7	11,1	9,0	4,1
6175	9,4	9,3	3,2	4,7	10,0	5,7	11,1	9,0	4,3

Çizelge 5. 10 Çevrim zamanları (devamı)

6176	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	6,9	11,1	9,0	2,2
6722	9,4	9,3	3,4	4,7	7,6	6,1	11,1	9,0	4,3
6724	9,4	9,3	4,7	4,7	10,5	5,1	11,1	9,0	4,3
6822	9,4	9,3	3,2	4,7	8,3	10,7	11,1	9,0	4,3
6823	9,4	9,3	4,7	4,7	6,1	10,7	11,1	4,4	3,4
6832	9,4	9,3	4,7	4,7	8,2	8,9	11,1	9,0	4,3
6876	9,4	7,8	4,7	4,7	6,1	10,7	11,1	9,0	4,3
6889	9,4	9,3	3,5	4,7	9,4	10,7	11,1	4,3	4,3
7021	9,4	7,8	4,7	4,7	10,0	5,7	11,1	5,7	4,3
7028	9,4	9,3	4,7	4,7	10,0	6,0	11,1	5,5	4,3
7029	9,4	9,3	4,7	4,7	10,8	10,7	11,1	9,0	4,2

Çizelge 5. 11 Birim maliyetler

Sicil	Proje 1					Proje1 ve Proje2	Proje 2		
	Boru	Robot	Test	Rework	Çapak	Susturucu	Boru	Robot	Test&Rework
2641	2,33	2,31	0,55	0,65	2,60	2,65	2,74	2,22	1,07
2686	2,33	1,07	1,16	1,04	2,48	2,65	2,74	2,22	1,07
3271	2,33	1,14	1,16	0,89	2,48	2,65	2,74	2,22	1,07
3700	2,33	2,31	0,66	1,18	2,48	2,65	2,74	2,22	0,69
3759	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	2,65	2,74	1,24	1,01
3806	2,33	2,31	1,16	0,62	2,48	2,65	2,74	1,34	1,07
3889	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	2,65	1,38	2,22	0,64
4069	1,08	2,31	0,75	1,18	2,48	2,65	2,74	1,08	1,07

Çizelge 5. 11 Birim maliyetler (devamı)

4106	1,03	1,37	1,16	1,17	2,48	1,56	2,74	2,22	1,07
4237	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	1,88	2,74	2,22	0,68
4352	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	1,38	2,74	1,37	1,07
4465	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	2,65	1,73	1,36	1,07
4469	2,33	1,28	0,66	1,18	2,27	1,44	2,74	2,22	1,07
4576	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	1,79	2,74	1,16	1,07
4611	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	1,37	2,74	1,32	0,95
4952	1,17	2,31	1,16	1,18	2,48	1,86	1,52	2,22	1,07
5010	1,00	1,08	1,16	1,18	2,48	1,72	1,39	2,22	1,07
5055	2,33	1,08	1,16	1,18	2,24	2,65	2,74	1,12	1,07
5205	1,09	1,08	0,70	0,83	1,81	2,65	1,39	2,22	1,07
5243	2,33	1,03	0,69	1,18	2,56	1,54	2,74	2,22	1,07
5335	2,33	1,56	1,16	1,18	1,60	2,65	2,74	1,21	0,75
5437	2,33	1,71	1,16	1,18	2,48	2,65	1,38	2,22	1,07
5439	1,16	2,31	1,16	1,18	1,54	1,37	2,74	2,22	1,05
5483	2,33	2,31	1,16	0,69	2,48	2,14	2,74	2,22	0,91
5493	2,33	2,31	1,16	1,18	2,15	1,69	2,74	2,22	0,66
5494	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	1,49	2,74	2,22	1,07
5545	1,16	2,31	0,68	0,81	2,48	1,32	2,74	2,22	1,07
5590	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	2,65	2,74	1,07	1,04
5677	1,31	2,31	0,85	1,18	2,48	2,65	2,74	1,20	1,07
5765	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	2,65	2,74	2,22	0,67
5768	1,61	1,86	1,16	1,18	2,48	2,65	2,74	2,22	1,07
5879	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	2,65	1,58	1,10	1,07
5889	2,33	2,31	1,16	1,14	2,48	2,65	2,74	2,22	0,96

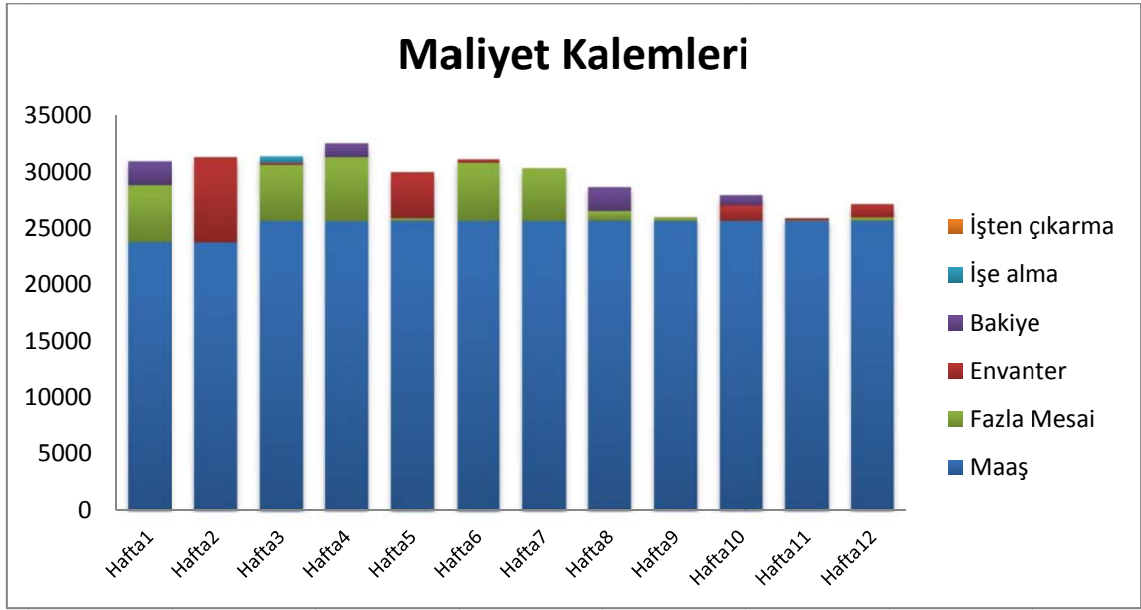
Çizelge 5. 11 Birim maliyetler (devamı)

5991	2,33	2,31	0,82	1,18	2,48	2,65	1,45	2,22	1,07
6053	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	2,65	2,74	2,22	1,03
6175	2,33	2,31	0,80	1,18	2,48	1,42	2,74	2,22	1,07
6176	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	1,70	2,74	2,22	0,55
6722	2,33	2,31	0,84	1,18	1,88	1,52	2,74	2,22	1,07
6724	2,33	2,31	1,16	1,18	2,60	1,26	2,74	2,22	1,07
6822	2,33	2,31	0,80	1,18	2,06	2,65	2,74	2,22	1,07
6823	2,33	2,31	1,16	1,18	1,50	2,65	2,74	1,08	0,84
6832	2,33	2,31	1,16	1,18	2,03	2,20	2,74	2,22	1,07
6876	2,33	1,94	1,16	1,18	1,52	2,65	2,74	2,22	1,07
6889	2,33	2,31	0,87	1,18	2,32	2,65	2,74	1,05	1,07
7021	2,33	1,92	1,16	1,18	2,48	1,43	2,74	1,42	1,07
7028	2,33	2,31	1,16	1,18	2,48	1,49	2,74	1,36	1,07
7029	2,33	2,31	1,16	1,18	2,69	2,65	2,74	2,22	1,05

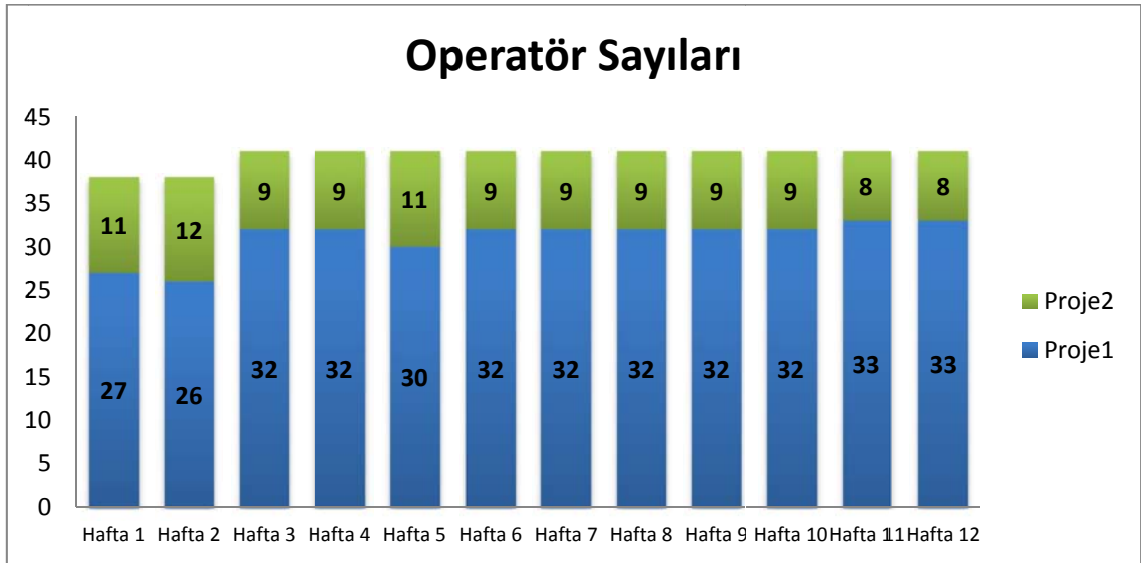
5.5 Çözüm

I.Aşama

Bölüm 4.2.1’de önerilen matematiksel model (4.1), (4.2) ve (4.5) gösterimlerinde yer alan alt yüklenici karar değişkeni çıkartılarak Bölüm 5.4’te verilmiş olan veriler kullanılarak Lingo 9 yazılımında kodlanmıştır. Çözümleme MS Windows 7 işletim sistemine sahip, 3GB ram ve 2.53 GHz çift çekirdekli işlemci bulunan bir bilgisayarda 17 saniyenin altında bir sürede tamamlanmıştır. Tam sayılı programlama ile 161182. iterasyon sonunda toplam maliyet 352845.4 TL olarak bulunmuştur (EK-A). Buna göre dönemlere ait değişkenlerin değerleri aşağıdaki grafiklerde gösterilmektedir.



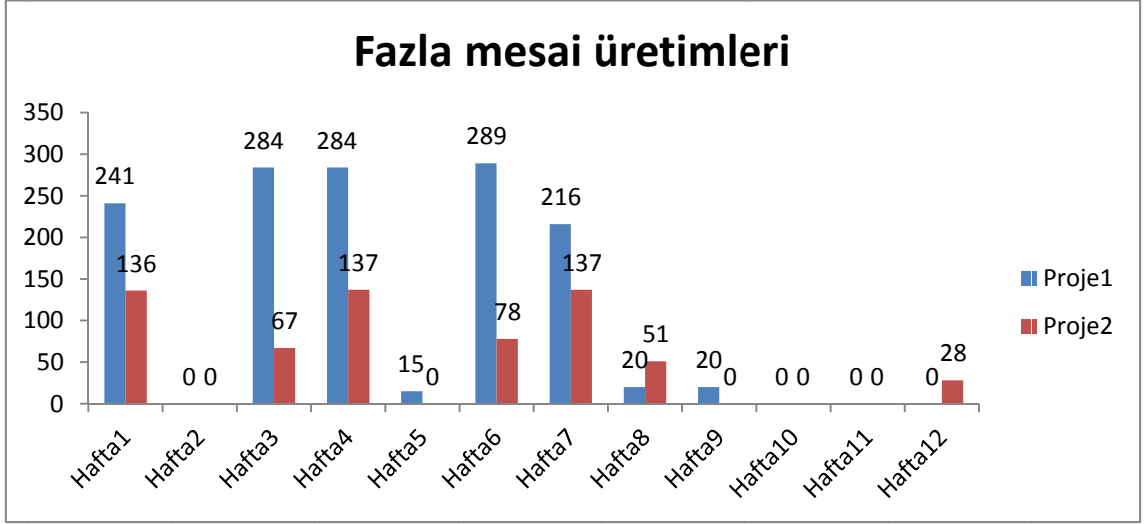
Şekil 5. 3 Periyotlara göre toplam maliyetler



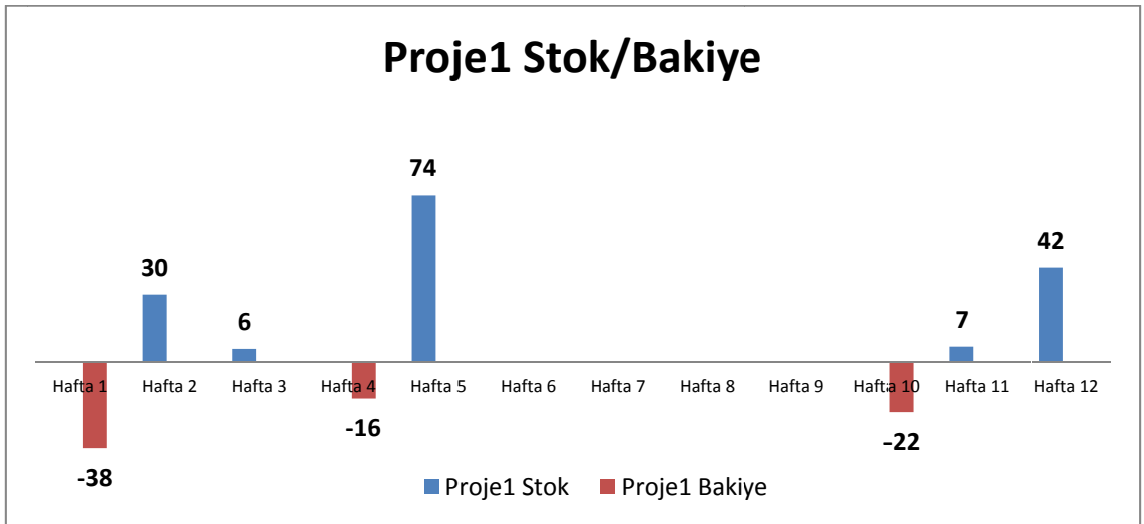
Şekil 5. 4 Periyotlara göre operatör sayıları



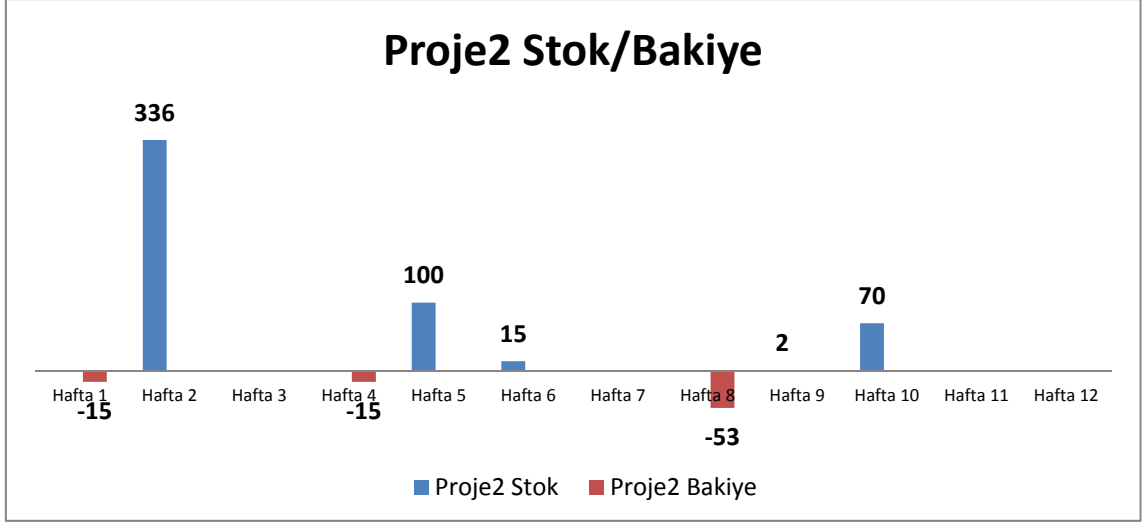
Şekil 5. 5 Periyotlara göre işe alma/işten çıkarma sayıları



Şekil 5. 6 Fazla mesai üretimleri



Şekil 5. 7 Proje1'in periyotlara göre stok/bakiye seviyeleri

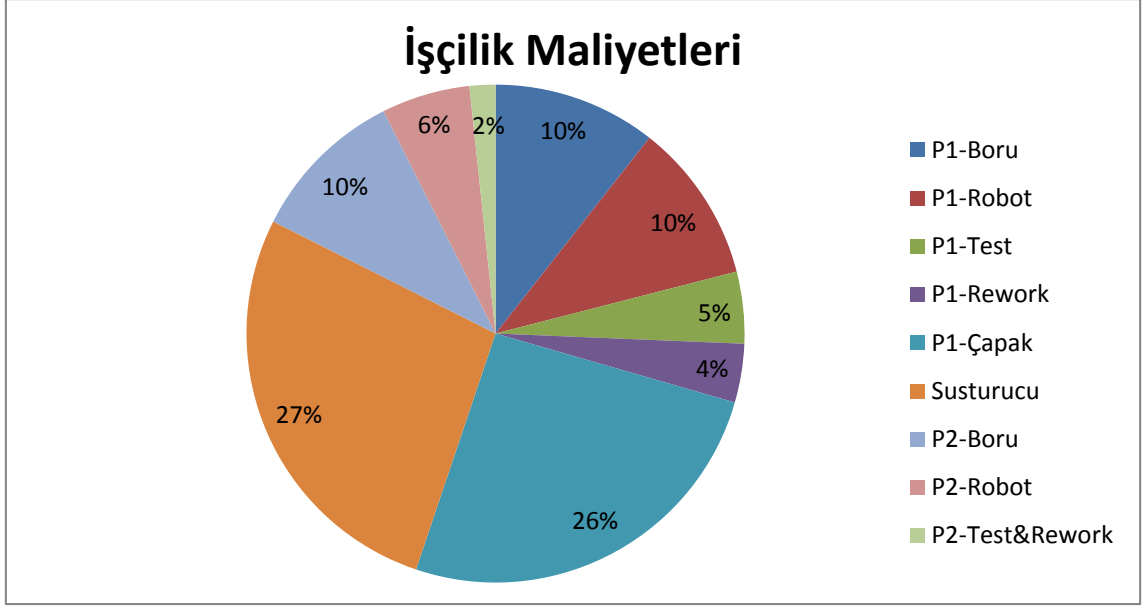


Şekil 5. 8 Proje2'nin periyotlara göre stok/bakiye seviyeleri

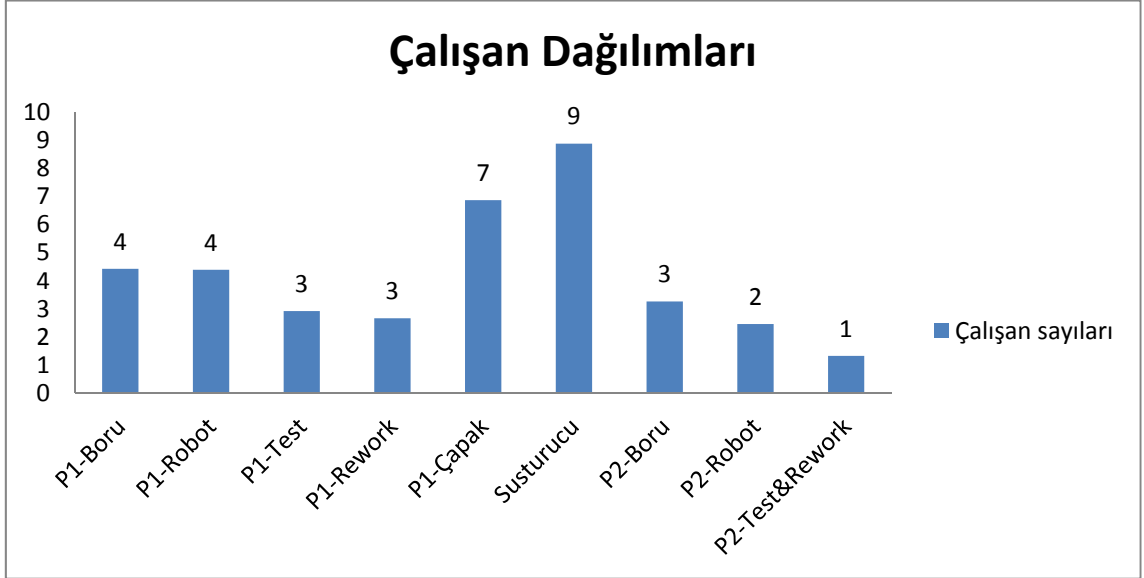
II.Aşama

I.Aşamanın sonuçlarına göre 12 haftalık periyotta ihtiyaç duyulabilecek maksimum operatör sayısı 41'dir. İşletme bu orta vadeli plana göre operatör ihtiyaç ve eğitim planlaması yapmalıdır. Atama modeli, Bölüm 4.2.2'de önerilen matematiksel model ve Çizelge 5.10, Çizelge 5.11'deki verilerden yararlanarak, 1. haftanın atama planını yapmak üzere Lingo 9'da programlanmıştır.

Çözümleme MS Windows 7 işletim sistemine sahip, 3GB ram ve 2.53 GHz çift çekirdekli işlemci bulunan bir bilgisayarda 1 saniyenin altında bir sürede tamamlanmıştır. Lineer programlama ile 205. iterasyon sonunda toplam maliyet 19182.70 TL bulunmuştur (EK-B). I. aşama sonunda ön görülen fazla mesai ve bakiye adetleri, atamanın verimlilik sınırlarını görebilmek amacıyla eklenmemiştir. II. aşamada verimlilik kazancı olabileceğinden, maliyeti düşürmek adına ilk denemede fazla mesai ve bakiye miktarları eklenmeden işlemleri yürütmek daha akıllıca olacaktır, bu koşullarda I.aşamada ortaya konulandan daha fazla operatöre ihtiyaç duyulacağı sonucu çıkarsa, bu miktarlar eklenip atama işlemleri tekrar yapılmalıdır. Buna göre atama bilgileri aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir.



Şekil 5. 9 Proseslere göre işçilik maliyetleri



Şekil 5. 10 Proseslere göre çalışan sayıları

Çizelge 5. 12 Atama işlemi sonucu

Sicil	Proje1					Proje1&2	Proje2			Toplam Dakika
	Boru	Robot	Test	Rework	Çapak	Susturucu	Boru	Robot	Test&Rework	
2641	0	0	0	0	420	0	0	0	0	420
2686	0	0	0	0	0	420	0	0	0	420
3271	0	0	0	420	0	0	0	0	0	420
3700	0	420	0	0	0	0	0	0	0	420

Çizelge 5.12 Atama işlemi sonucu (devamı)

3759	0	0	140	279	0	0	0	0	0	419
3806	0	0	0	0	76	0	0	0	137	213
3889	0	0	382	0	37	0	0	0	0	419
4069	0	0	0	0	0	0	112	193	0	305
4106	0	420	0	0	0	0	0	0	0	420
4237	0	420	0	0	0	0	0	0	0	420
4352	0	0	420	0	0	0	0	0	0	420
4465	0	0	0	0	420	0	0	0	0	420
4469	0	0	0	0	420	0	0	0	0	420
4576	0	0	0	0	0	0	0	420	0	420
4611	0	0	0	0	0	420	0	0	0	420
4952	0	0	0	0	0	420	0	0	0	420
5010	0	0	0	0	0	420	0	0	0	420
5055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5243	0	165	0	0	254	0	0	0	0	419
5335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5437	0	420	0	0	0	0	0	0	0	420
5439	420	0	0	0	0	0	0	0	0	420
5483	0	0	0	420	0	0	0	0	0	420
5493	0	0	0	0	420	0	0	0	0	420
5494	0	0	0	0	0	0	420	0	0	420
5545	0	0	0	0	420	0	0	0	0	420
5590	0	0	0	0	0	0	420	0	0	420
5677	420	0	0	0	0	0	0	0	0	420
5765	420	0	0	0	0	0	0	0	0	420

Çizelge 5.12 Atama işlemi sonucu (devamı)

5768	0	0	0	0	0	0	420	0	0	420
5879	0	0	0	0	0	420	0	0	0	420
5889	0	0	0	0	0	420	0	0	0	420
5991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6053	420	0	0	0	0	0	0	0	0	420
6175	0	0	0	0	0	0	0	420	0	420
6176	180	0	239	0	0	0	0	0	0	419
6722	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6724	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6822	0	0	0	0	0	420	0	0	0	420
6823	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6832	0	0	44	0	0	375	0	0	0	419
6876	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6889	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7021	0	0	0	0	0	420	0	0	0	420
7028	0	0	0	0	0	0	0	0	420	420
7029	0	0	0	0	420	0	0	0	0	420

5.6 Senaryo Analizleri

Bölüm 5.5'te ulaşılan çözümde verilerin elde edildiği şirkete özgü sonuçlar konusunda bizlere bilgi verebilir. Ancak sektördeki diğer işletmelerde, proses çeşitliliğine göre işgücü yapısı farklılıklar gösterebilir. Bu bölümde, mevcut işletme üzerinden olası çeşitlilikler gözden geçirilecektir.

Senaryo 1: Çalışanlar arasında yetenek veya bilgi birikimi açısından farklılık bulunmaması durumu. Proseslerin ortalama çevrim zamanlarının tüm operatörler için geçerli olduğu varsayılacaktır. Kullanılacak veriler Çizelge 5.13 ve Çizelge 5.14'de özetlenmiştir.

Çizelge 5. 13 Ortalama çevrim zamanları

Sicil	Proje 1					Proje1&Proje2	Proje 2		
	Boru	Robot	Test	Rework	Çapak	Susturucu	Boru	Robot	Test&Rework
2641	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
2686	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
3271	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
3700	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
3759	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
3806	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
3889	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
4069	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
4106	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
4237	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
4352	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
4465	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
4469	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
4576	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
4611	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
4952	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5010	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5055	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5205	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5243	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5335	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5437	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75

Çizelge 5.13 Ortalama çevrim zamanları (devamı)

5439	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5483	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5493	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5494	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5545	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5590	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5677	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5765	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5768	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5879	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5889	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
5991	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
6053	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
6175	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
6176	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
6722	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
6724	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
6822	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
6823	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
6832	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
6876	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
6889	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
7021	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
7028	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75
7029	5,79	5,79	2,90	2,90	6,21	6,49	6,98	5,71	2,75

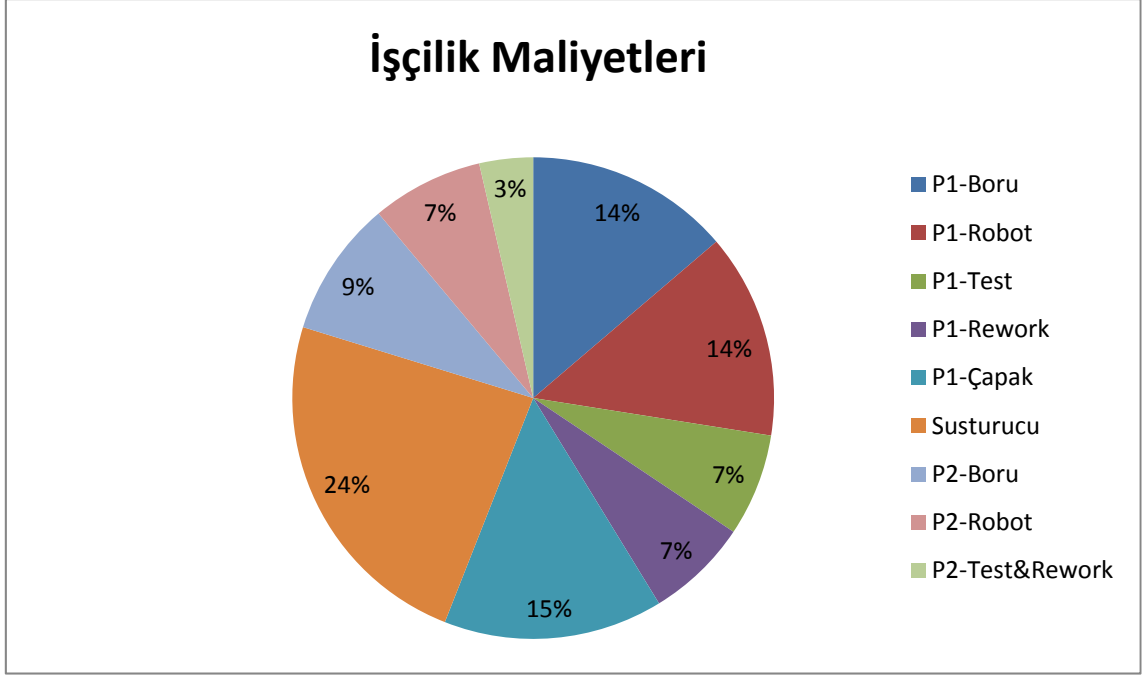
Çizelge 5. 14 Ortalama çevrim zamanlarına göre birim işçilik maliyetleri

Sicil	Proje 1					Proje1&Proje2	Proje 2		
	Boru	Robot	Test	Rework	Çapak	Susturucu	Boru	Robot	Test&Rework
2641	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
2686	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
3271	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
3700	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
3759	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
3806	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
3889	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
4069	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
4106	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
4237	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
4352	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
4465	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
4469	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
4576	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
4611	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
4952	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5010	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5055	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5205	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5243	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5335	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5437	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5439	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5483	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68

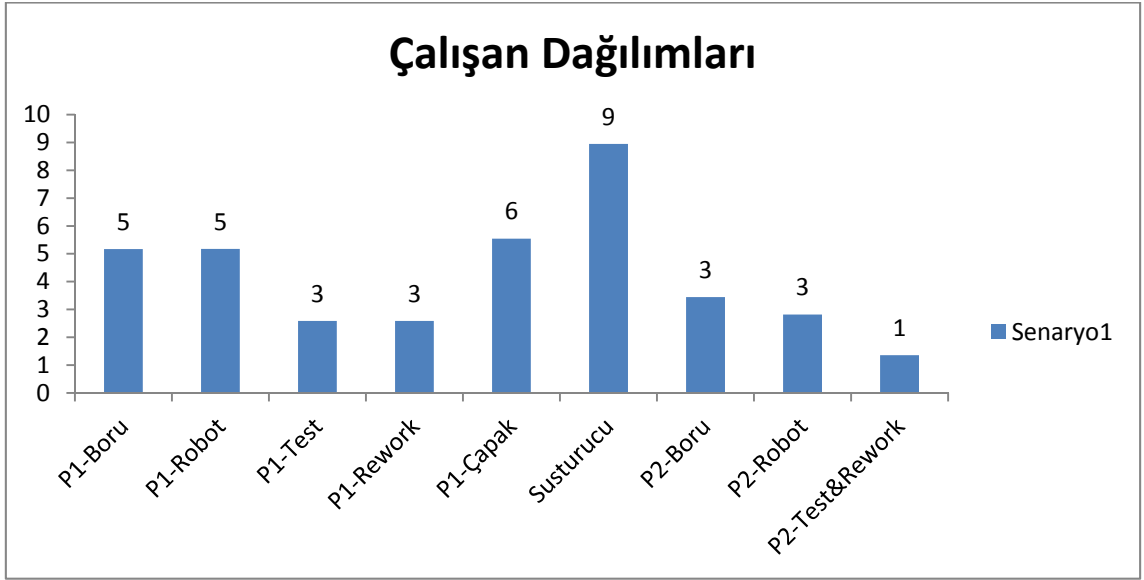
Çizelge 5. 14 Ortalama çevrim zamanlarına göre birim işçilik maliyetleri (devamı)

5493	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5494	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5545	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5590	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5677	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5765	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5768	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5879	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5889	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
5991	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
6053	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
6175	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
6176	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
6722	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
6724	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
6822	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
6823	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
6832	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
6876	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
6889	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
7021	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
7028	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68
7029	1,44	1,44	0,72	0,72	1,54	1,61	1,73	1,42	0,68

Bölüm 5.5'te kullanılan talep miktarları ve bilgisayar donanımlarının aynı kullanıldığında, lineer programlama ile 71. iterasyon sonunda toplam maliyet 25157.1 TL bulunmuştur. Buna göre sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:



Şekil 5. 11 Senaryo-1 İşçilik maliyetleri dağılımı



Şekil 5. 12 Senaryo-1 Çalışan sayıları

Çalışan yeteneklerinin çok değişken olmadığı proseslerde atama işlemleri sonucunda toplam çalışan sayısı I.aşamada belirlenmiş çalışan sayısı ile aynı çıkmaktadır, II. aşamanın işgücü verimliliğine katkısı olmamıştır.

Senaryo 2: Rastgele atama. Kaynakların proseslere mantıksal bir düzene göre atanmaması durumu.

Rastgele atamada Çizelge 5.10'deki çevrim zamanı, Çizelge 5.11'deki birim işçilik maliyetleri ve 1.haftanın talebi kullanılmıştır. Atama sonucunda, 47 operatör ile yalnızca proje1'in talebi karşılanabilmiştir, ortaya çıkan maliyet 29375 TL'dir. Sonuçlar aşağıdaki çizelgelerde özetlenmiştir:

Çizelge 5. 15 Rastgele atama ve çalışma süreleri

	Proje1									Proje1&2		Proje2						
Sicil	Boru		Robot		Test		Rework		Çapak		Susturucu		Boru		Robot		Test&Rework	
2641	0		0		0		0		0		1	420	1		1		0	
2686	0		0		0		0		1	420	0		0		1		0	
3271	0		0		0		1	420	0		0		0		1		0	
3700	0		0		0		0		1	420	0		0		0		1	
3759	0		1	420	0		0		0		0		0		0		0	
3806	0		0		1	165	1	105	1	150	0		0		1		1	
3889	1	420	0		0		0		0		0		0		0		1	
4069	0		0		1	420	0		0		0		0		1		1	
4106	0		0		0		0		1	420	0		1		0		1	
4237	0		1	420	0		0		0		0		1		0		0	
4352	1	204	1	118	0		0		1	60	1	38	1		1		0	
4465	0		0		0		0		0		1	420	1		0		0	
4469	0		0		0		0		0		1	420	0		0		1	
4576	0		0		0		0		1	420	0		1		1		1	
4611	0		1	420	0		0		0		0		1		0		1	
4952	0		0		0		0		0		1	420	0		1		1	
5010	0		0		0		0		0		1	420	1		1		0	
5055	1	420	0		0		0		0		0		1		1		1	
5205	0		1	420	0		0		0		0		0		1		1	
5243	1	420	0		0		0		0		0		0		1		0	
5335	0		0		0		1	420	0		0		1		1		1	
5437	0		0		0		0		0		1	420	1		1		0	
5439	0		0		0		0		0		1	420	0		0		0	
5483	0		1	420	0		0		0		0		0		1		0	
5493	1	420	0		0		0		0		0		0		0		0	
5494	1	420	0		0		0		0		0		0		1		1	
5545	1	420	0		0		0		0		0		1		1		1	
5590	0		1	420	0		0		0		0		1		0		1	
5677	0		0		1	420	0		0		0		1		1		0	
5765	0		0		0		0		0		1	420	1		1		0	
5768	0		0		0		0		1	420	0		0		1		1	
5879	0		0		0		0		1	420	0		1		1		0	
5889	0		0		0		0		0		1	420	1		1		0	
5991	0		0		0		0		0		1	420	1		0		0	

Çizelge 5. 15 Rastgele atama ve çalışma süreleri (devamı)

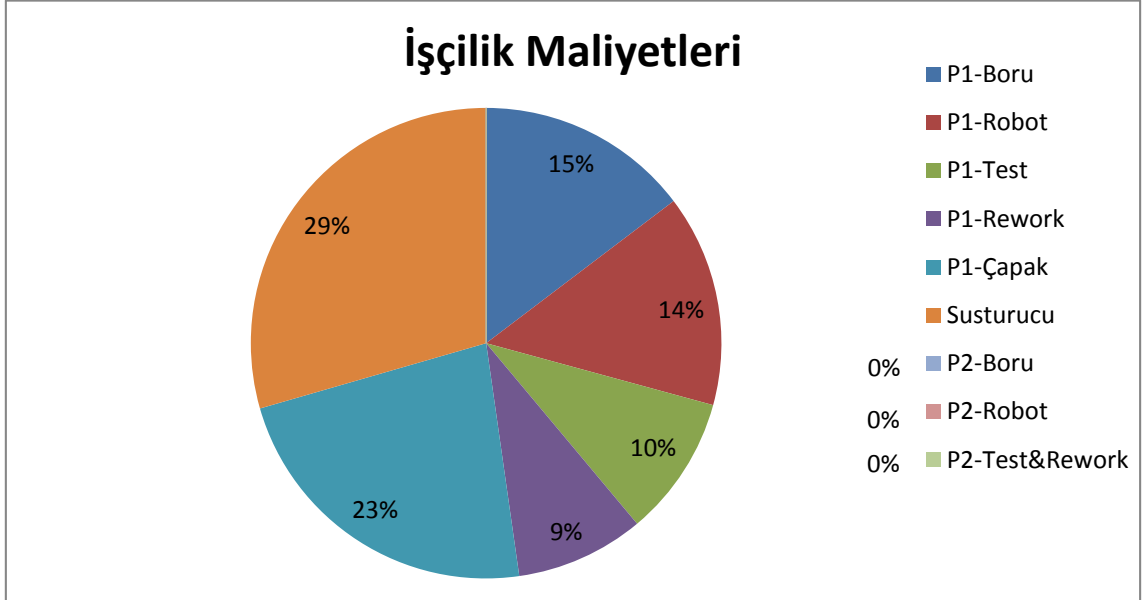
6053	0		1	420	0		0		0		0		1		1		1	
6175	0		0		0		0		1	420	0		0		0		1	
6176	0		0		0		0		1	420	0		1		0		1	
6722	1	420	0		0		0		0		0		1		1		1	
6724	0		0		0		0		0		1	420	1		1		1	
6822	0		0		1	420	0		0		0		1		1		1	
6823	0		0		0		0		0		1	420	0		1		1	
6832	0		0		0		1	420	0		0		0		1		0	
6876	0		0		0		0		1	420	0		0		1		0	
6889	0		1	420	0		0		0		0		1		0		0	
7021	1	420	0		0		0		0		0		0		0		0	
7028		0		0		1	420	0		0		1		0		0		
7029		0		0		0		0		1	420	0		1		1		

Çizelge 5. 16 Rastgele atamaya göre günlük üretim miktarları

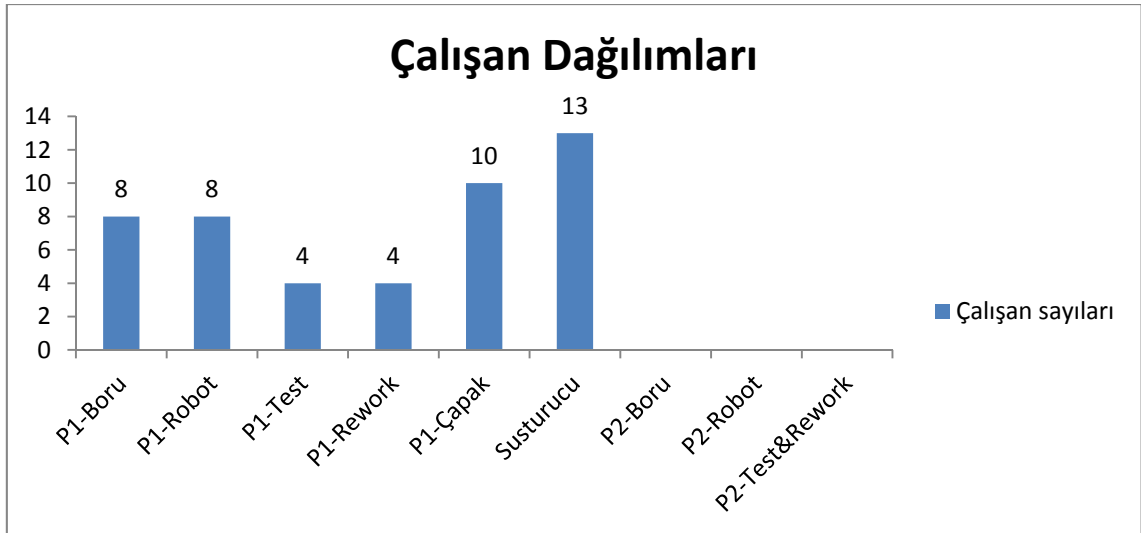
Proje1	Boru	Robot	Test	Rework	Çapak	Susturucu
Üretim	425	425	425	425	425	668
2641						39
2686					42	
3271				118		
3700					42	
3759		45				
3806			35	42	15	
3889	45					
4069			138			
4106					42	
4237		45				
4352	22	13			6	7
4465						39
4469						72
4576					42	
4611		45				
4952						56
5010						60
5055	45					
5205		97				
5243	45					
5335				89		
5437						39
5439						76
5483		45				

Çizelge 5. 16 Rastgele atamaya göre günlük üretim miktarları (devamı)

5493	45					
5494	45					
5545	90					
5590		45				
5677			122			
5765						39
5768					42	
5879					42	
5889						39
5991						39
6053		45				
6175					42	
6176					42	
6722	45					
6724						83
6822			130			
6823						39
6832				89		
6876					68	
6889		45				
7021	45					
7028				89		
7029						39



Şekil 5. 13 Senaryo-2 İşçilik maliyetleri



Şekil 5. 14 Senaryo-2 Çalışan dağılımları

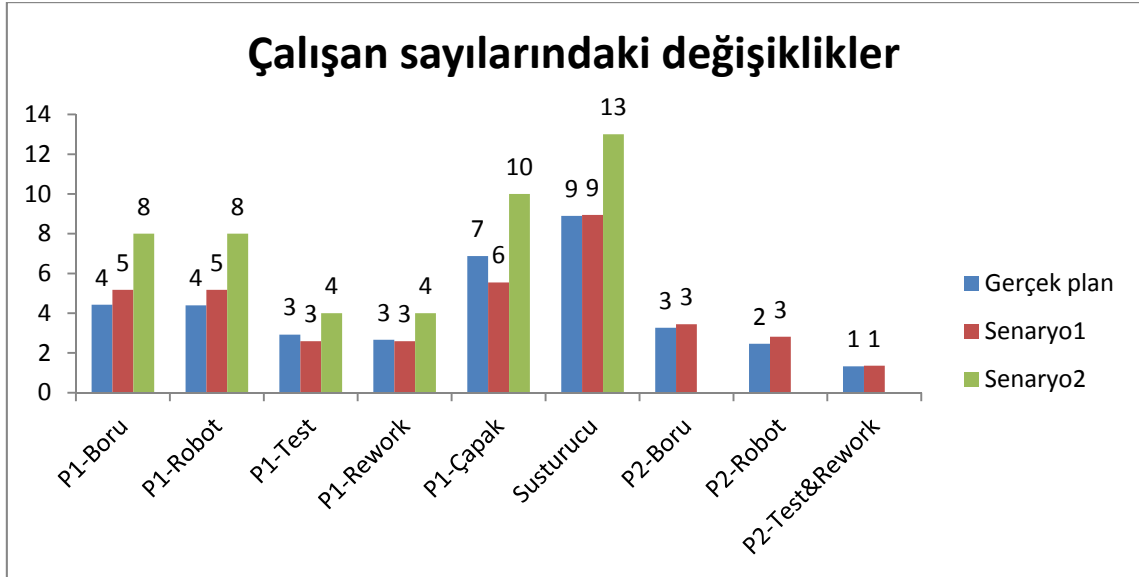
Gerçekleşen durum ve senaryoların karşılaştırılması: I. aşamada, toplam operatör ihtiyacı hedef çevrim sürelerine göre belirlenmiş, herhangi bir operatör/proses ataması gerçekleşmemişti. II. aşamada ise operatörler yetkinliklerine göre proseslere atanmışlardı. II. aşama içerisinde, operatörlerin hepsinin proseslerin ortalama sürelerinde çalıştığı varsayıldığında üretilen adetlere göre birim maliyette, orijinal çözüme göre %30'luk artış gerçekleşti (Çizelge 5.17). Burada operatörlerin en iyi proses zamanından faydalanılamadığı için maliyet yükseldi ancak aynı zamanda en kötü proses zamanından kaçınıldığı için de maliyet ortalama bir düzeyde kalmış oldu. II. senaryoda operatörler proseslere tamamıyla rastgele atandı. Burada maliyet en yüksek seviyede gerçekleşti, en iyi proses zamanından faydalanılamadığı gibi, en kötü proses zamanından da kaçınılmadı.

Çizelge 5. 17 İşgücü verimliliği

Özet	Operatör Sayısı	Üretim Adedi	Maliyet	Birim Maliyet
I.Aşama	38	3555	23750	6,7
II.Aşama	36	3985	19183	4,8
Senaryo-1	38	3985	25157	6,3
Senaryo-2	47	2795	29375	10,5

Yapılan senaryo karşılaştırmalarında çıkan bir başka sonuç da, her 3 durumda hesaplanan iş gücü sayısındaki sapmanın proseslere göre farklılık gösterdiği.

Sapmanın en çok gerçekleştiği proses, aynı zamanda maliyet minimizasyonu fırsatı sunan proses olacağından işletmeler bu analiz sonucunda ilgili proseste en iyi performansı yakalamak adına eğitimleri artırabilir veya proses iyileştirme yoluna gidebilir. Senaryolara göre proseslerde çalışan sayılarının değişimleri Şekil 5.15’de gösterilmiştir.



Şekil 5. 15 Çalışan sayısında değişiklikler

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, otomotiv sektöründe iş gücü etkinliğini artırabilmek ve toplam operasyonel maliyeti minimize etmek adına toplu üretim planlama ve atama modelleri bir araya getirilerek 2 aşamalı iş gücü modeli önerilmiştir. I. aşamada, toplu üretim planlama modeli karma tam sayılı programlama ile II. aşamada ise, atama modeli lineer programlama ile programlanmıştır.

Otomotiv yan sanayinde yer alan, egzoz üretimi yapan bir işletme bünyesinde, önerilen iki aşamalı modelin geçerliliği sayısal veriler kullanılarak sınanmıştır. Uygulamanın ilk bölümünde, karma tam sayılı programlama ile belirlenen kısıtlarla ve parametre değerleriyle kurulan modelde herhangi bir sapma olmaksızın çözüm elde edebilmenin avantajı kullanılmıştır. Lingo 9.0 programı kullanılarak, çözüm global optimum elde edilmiş, tüm değişkenler için olurlu çözüm sağlanmıştır. Bu bölümde, sektörel değişikliklere ve işletme ihtiyaçlarına göre farklı kısıtlar ve değişkenler tanımlanabilir. I. aşamada literatürde üretim sektörü için tanımlanan genel toplu üretim planlama modellerinden farklı olarak, kapasite değişkeni (kaizen) modele eklenmiş, müşteriye durdurma maliyeti öngörülmüş ve bu ihtimalin gerçekleşmemesini sağlamak adına modele kısıt eklenmiştir. İş başlarında uzun sürelerle eğitim gören çalışanlar için, eğitim sürelerinde herhangi bir üretim gerçekleştirmiyorlarsa I.aşamada maliyet olarak gösterilebilir, üretime olan ilk katkıları eğitim sonunda gerçekleşecek şekilde toplu üretim planlama modelinde periyotlar ayarlanabilir.

II. aşamada atama modeli, toplu üretim planlama modeline entegre edilmiştir. Bu bölümde model vardiyalık, günlük veya haftalık periyotlarda çalışanları doğru işlere atama ve maliyeti minimize etme avantajı sağlamaktadır. Bu esnekliğin yanında, operatör bazlı devamsızlık, izin ve tatil gibi kısıtların eklenmesiyle modelin gerçekçiliği ve uygulanabilirliği geliştirilmektedir.

Uygulama sonunda, senaryo analizi yapılmış ve sonuçlara göre önerilen modelin, manuel işlemlerin yoğun olduğu işletmeler için maksimum faydayı sağlayabileceği ortaya konulmuştur. Ayrıca operatör yeteneklerindeki değişkenliğine rağmen bazı proseslerin çıktılarında göreceli olarak herhangi bir değişiklik olmamıştır. Operatör yeteneklerine göre çıktılarında değişkenlik barındıran prosesler için iyileştirme çalışmaları ve proses eğitimleri önerilmiştir.

İki aşamalı iş gücü planlama sonuçları yönetime hangi periyotta ne kadar maliyetle karşılaşılabileceğini, maliyet kaynaklarının neler olduğunu ve operasyonel ne gibi önlemler alınabileceği konusunda da yol göstermektedir. Üretim departmanlarına hangi periyotta, hangi çalışanlarla, hangi üretim koşullarında ne miktarda üretim yapılacağını, tedarik zinciri departmanlarına, hangi haftalarda müşterilere ne miktarda ürün sağlayabilecekleri, stok miktarlarının neler olabileceğini, hangi miktardaki ürün için hammadde tedariki sağlanacağını, mühendislik departmanına üretimdeki verimliliği artırmak adına hangi üretim süreçleri için iyileştirme çalışmalarının yapılması gerektiğini, insan kaynakları departmanına, hangi periyotta işe alma ve işten çıkarma yapılacağını gösteren operasyonel kararlar da iki aşamalı iş gücü planlamanın çıktılarındandır.

Kurulan model, işletmelerde daha hızlı ve verimli kullanılması amacıyla ERP sistemleriyle entegre edilebilir, ilerleyen dönemlerde eş zamanlı, dinamik ve ERP sistemine entegre toplu üretim planlama ve atama modelleri üzerine çalışma fırsatları bulunmaktadır.

Çalışmada, şirketlerin rekabetçi pazarlarda güçlü bir şekilde yer alması adına, en büyük maliyet kalemlerinden biri olan üretim operasyon maliyetlerinin minimize edilmesi gerektiği bahsedilmiştir ve uygulama sonuçları da göz önünde bulundurulduğunda otomotiv sanayinde iki aşamalı iş gücü planlama modelinin kullanımı önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Van Den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E. ve De Boeck, L., (2013). "Personnel scheduling: A Literature Review", *European Journal of Operations Research*, 226(3):367–385.
- [2] Patel, V. ve Division, D., (1999). "Genetic Algorithm Based Approach for Scheduling", *Annals of the CIRP*, 48:7–10.
- [3] Eimaraghy, H., (2000). "Scheduling of Manufacturing Systems Under Dual-Resource Constraints Using Genetic Algorithms" *Journal Of Manufacturing Systems*, 19(3):186–201.
- [4] De Castro, H.F. ve Cavalca, K.L., (2006). "Maintenance Resources Optimization Applied To A Manufacturing System", *Reliability Engineering and System Safety*, 91:413–420.
- [5] Aktaş, E., Ülengin, F. ve Önsel Şahin, Ş., (2007). "A Decision Support System To Improve The Efficiency Of Resource Allocation In Healthcare Management", *Socio-Economic Planning Sciences*, 41:130–146.
- [6] Wang, K.J. ve Lin, Y.S., (2007). "Resource Allocation By Genetic Algorithm With Fuzzy Inference", *Expert Systems with Applications*, 33:1025–1035.
- [7] Lin, C. ve Gen, M., (2008). "Multi-criteria Human Resource Allocation For Solving Multistage Combinatorial Optimization Problems Using Multiobjective Hybrid Genetic Algorithm", *Expert Systems with Applications*, 34:2480–2490.
- [8] Braunschweig, B., Joulia, X., Nguyen, D. ve Bagajewicz, M., (2008). "Optimization Of Preventive Maintenance Scheduling In Processing Plants", *18th European Symposium on Computer Aided Process Engineering*, 25(2006):319–324.
- [9] Van Nieuwenhuyse, I., De Boeck, L., Lambrecht, M. ve Vandaele, N.J., (2011). "Advanced Resource Planning As A Decision Support Module For ERP", *Computers in Industry*, 62(1):1–8.

- [10] Li, F., Xu L, Da., Jin, C. ve Wang, H., (2012). "Random Assignment Method Based On Genetic Algorithms And Its Application In Resource Allocation", *Expert Systems with Applications*, 39:12213–12219.
- [11] Toledo, C.F.M., De Oliveira, R.R.R. ve Morelato França, P., (2013). "A Hybrid Multi-population Genetic Algorithm Applied To Solve The Multi-level Capacitated Lot Sizing Problem With Backlogging", *Computers and Operations Research*, 40:910–919.
- [12] Ponz-Tienda, J.L., Yepes, V., Pellicer, E. ve Moreno-Flores, J., (2013). "The Resource Leveling Problem With Multiple Resources Using An Adaptive Genetic Algorithm", *Automation in Construction*, 29:161–172.
- [13] Li, G., Jiang, H. ve He, T., (2014). "A Genetic Algorithm-based Decomposition Approach To Solve An Integrated Equipment-workforce-service Planning Problem", *Omega*, 50:1–17.
- [14] Niehaus, R.J., (1995). "Evolution Of The Strategy And Structure Of A Human Resource Planning DSS Application", *Decision Support Systems*, 14:187–204.
- [15] Ozdamar, L., Bozyel, M.A. ve Birbil, S.I., (1998). "A Hierarchical Decision Support System For Production Planning (With case study)", *European Journal of Operations Research*, 104(97):403–422.
- [16] Mohanty, R.P. ve Deshmukhb, S.G., (1997). "Evolution Of A Decision Support System For Human Resource Planning In A Petroleum Company", *International journal of production economics*, 51:251-261.
- [17] Jaffry, S., ve Capon, N., (2005). "Alternative Methods Of Forecasting Risks In Naval Manpower Planning", *International Journal of Forecasting*, 21:73–85.
- [18] Kabak, Ö., Ülengin, F., Aktaş, E., Önsel, Ş. ve Topcu, Y.I., (2008). "Efficient Shift Scheduling In The Retail Sector Through Two-stage Optimization", *European Journal of Operations Research*, 184:76–90.
- [19] Hertz, A., Lahrichi, N. ve Widmer, M., (2010). "A Flexible MILP Model For Multiple-shift Workforce Planning Under Annualized Hours", *European Journal of Operations Research*, 200(3):860–873.
- [20] Stuckless, T., Milosevic, M., De Metz, C., Parliament, M., Tompkins, B. ve Brundage, M., (2012). "Managing A National Radiation Oncologist Workforce: A Workforce Planning Model", *Radiotherapy and Oncology*, 103(1):123–129.
- [21] Fernandes, R., Gouveia, B. ve Pinho, C., (2013). "A Real Options Approach To Labour Shifts Planning Under Different Service Level Targets", *European Journal of Operations Research*, 231(1):182–189.

- [22] Johnes, J., (2014). "Operational Research In Education", European Journal of Operations Research, 000:1–14.
- [23] Dellaert, N. ve De Kok, T., (2004). "Integrating Resource And Production Decisions In A Simple Multi-stage Assembly System", International journal of production economics, 90:281–294.
- [24] Pentico, D.W., (2007). "Assignment Problems: A Golden Anniversary Survey" European Journal of Operations Research, 176:774–793.
- [25] Fowler, J.W., Wirojanagud, P. ve Gel, E.S., (2008). "Heuristics For Workforce Planning With Worker Differences" European Journal of Operations Research, 190:724–740.
- [26] Bayrak, A.E., (2010). Optimization Algorithms For Resource Allocation Problem Of Air Tasking Order Preparation, Yüksek Lisans Tezi, ODTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara.
- [27] De Bruecker, P., van den Bergh, J., Beliën, J. ve Demeulemeester, E., (2014). "Workforce Planning Incorporating Skills : State Of The Art", European Journal of Operations Research, 243:1-16.
- [28] Povh, J., (2006). "Assignment Problems In Logistics", Logistics & sustainable transport, 1(3):1-10.
- [29] Lee, S. ve Wtl, C., (1995). "CLXPRT : A Rule-Based Scheduling System", Expert Systems with Applications, 9(2):153–164.
- [30] Beaumont, N., (1997). "Scheduling Staff Using Mixed Integer Programming", European Journal of Operations Research, 98(97):473–484.
- [31] Blöchliger, I., (2004). "Modeling Staff Scheduling Problems. A tutorial", European Journal of Operations Research, 158:533–542.
- [32] Ernst, A.T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M. ve Sier, D., (2004). "Staff Scheduling And Rostering : A Review Of Applications , Methods And Models", European Journal of Operations Research, 153:3–27.
- [33] Azmat, C.S. ve Widmer, M. A., (2004). "Case Study Of Single Shift Planning And Scheduling Under Annualized Hours: A Simple Three-step Approach", European Journal of Operations Research, 153:148–175.
- [34] Thompson, G.M. ve Goodale, J.C., (2006). "Variable Employee Productivity In Workforce Scheduling", European Journal of Operations Research, 170:376–390.

- [35] Corominas, A., Pastor, R. ve Rodríguez, E., (2006). "Rotational Allocation Of Tasks To Multifunctional Workers In A Service Industry" , International journal of production economics, 103:3–9.
- [36] Ulusam Seçkiner, S., Gökçen, H. ve Kurt, M., (2007). "An Integer Programming Model For Hierarchical Workforce Scheduling Problem", European Journal of Operations Research, 183:694–699.
- [37] Mohan, S., (2008). "Scheduling Part-time Personnel With Availability Restrictions And Preferences To Maximize Employee Satisfaction", Mathematical and Computer Modelling, 48(11-12):1806–1813.
- [38] Eiselt, H.A. ve Marianov V., (2008). "Employee Positioning And Workload Allocation", Computers and Operations Research, 35:513–524.
- [39] Sabar, M., Montreuil, B. ve Frayret, J.M., (2009). "A Multi-agent-based Approach For Personnel Scheduling In Assembly Centers", Engineering Applications of Artificial Intelligence, 22(7):1080–1088.
- [40] Valls, V., Pérez, Á. ve Quintanilla, S., (2009). "Skilled Workforce Scheduling In Service Centres", European Journal of Operations Research, 193:791–804.
- [41] Topaloglu, S., (2009). "A Shift Scheduling Model For Employees With Different Seniority Levels And An Application In Healthcare", European Journal of Operations Research, 198(3):943–957.
- [42] Avramidis, A.N., Chan, W., Gendreau, M., L'Ecuyer, P. ve Pisacane, O., (2010). "Optimizing Daily Agent Scheduling In A Multiskill Call Center", European Journal of Operations Research, 200(3):822–832.
- [43] Carrasco, R.C., (2010). "Long-term Staff Scheduling With Regular Temporal Distribution", Computer Methods and Programs in Biomedicine, 100(2):191–199.
- [44] Ho, S.C. ve Leung J.M.Y., (2010). "Solving A Manpower Scheduling Problem For Airline Catering Using Metaheuristics", European Journal of Operations Research, 202(3):903–921.
- [45] Brucker, P., Qu, R. ve Burke, E., (2011). "Personnel Scheduling: Models And Complexity", European Journal of Operations Research, 210(3):467–473.
- [46] Hojati, M. ve Patil, A.S., (2011). "An Integer Linear Programming-based Heuristic For Scheduling Heterogeneous, Part-time Service Employees", European Journal of Operations Research, 209(1):37–50.
- [47] Lusa, A. ve Pastor, R., (2011). "Planning Working Time Accounts Under Demand Uncertainty", Computers and Operations Research, 38(2):517–524.

- [48] Sadjadi, S.J., Soltani, R., Izadkhah, M., Saberian, F. ve Darayi, M., (2011). "A New Nonlinear Stochastic Staff Scheduling Model", *Scientia Iranica*,18(3):699–710.
- [49] Lin, H., Chen, Y., Chou, T. ve Liao, Y., (2012). "Crew Rostering With Multiple Goals : An Empirical Study", *Computers & Industrial Engineering*, 63(2):483–493.
- [50] Lequy, Q., Desaulniers, G. ve Solomon, M.M., (2012). "A Two-stage Heuristic For Multi-activity And Task Assignment To Work Shifts", *Computers & Industrial Engineering*, 63(4):831–841.
- [51] Lapègue, T., Bellenguez-Morineau, O. ve Prot, D.A., (2013). "Constraint-based Approach For The Shift Design Personnel Task Scheduling Problem With Equity", *Computers and Operations Research*, 40(10):2450–2465.
- [52] Maenhout, B. ve Vanhoucke, M., (2013). "An Integrated Nurse Staffing And Scheduling Analysis For Longer-term Nursing Staff Allocation Problems", *Omega*, 41(2):485–499.
- [53] Özgüven, C. ve Sungur, B., (2013). "Integer Programming Models For Hierarchical Workforce Scheduling Problems Including Excess Off-days And Idle Labour Times", *Applied Mathematical Modelling*, 37:9117–9131.
- [54] Mesquita, M., Moz, M., Paias, A. ve Pato, M., (2013). "A Decomposition Approach For The Integrated Vehicle-crew-roster Problem With Days-off Pattern", *European Journal of Operations Research*, 229(2):318–331.
- [55] Wong, T.C., Xu, M. ve Chin, K.S., (2014). "A Two-stage Heuristic Approach For Nurse Scheduling Problem: A Case Study In An Emergency Department", *Computers and Operations Research*, 51:99–110.
- [56] Harjunkoski, I., Maravelias, C.T., Bongers, P., Castro, P.M., Engell, S. ve Grossmann I.E., (2014). "Scope For Industrial Applications Of Production Scheduling Models And Solution Methods", *Computers and Chemical Engineering*, 62:161–193.
- [57] Smet, P., Wauters, T., Mihaylov, M. ve Vanden Berghe, G., (2014). "The Shift Minimisation Personnel Task Scheduling Problem: A New Hybrid Approach And Computational Insights", *Omega*, 46:64–73.
- [58] Huang, H.J. ve Xu, G., (1998). "Aggregate Scheduling And Network Solving Of Multi-stage And Multi-item Manufacturing Systems", *European Journal of Operations Research*, 105:52–65.
- [59] Wang, R.C. ve Fang, H.H., (2001). "Aggregate Production Planning With Multiple Objectives In A Fuzzy Environment", *European Journal of Operations Research*, 133:521–536.

- [60] Baykasoglu, A., (2001). "MOAPPS 1.0: Aggregate Production Planning Using The Multiple-objective Tabu Search", International Journal of Production Research, 39:3685–3702.
- [61] Gomes da Silva, C., Figueira, J., Lisboa, J. ve Barman, S., (2006). "An Interactive Decision Support System For An Aggregate Production Planning Model Based On Multiple Criteria Mixed Integer Linear Programming", Omega, 34(2):167–177.
- [62] Yilman, N., (2007). Bir Toplu Üretim Planlama Modeli ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [63] Leung, S.C.H. ve Chan, S.S.W., (2009). "A Goal Programming Model For Aggregate Production Planning With Resource Utilization Constraint", Computers & Industrial Engineering, 56(3):1053–1064.
- [64] Gulsun, B., Tuzkaya, G., Tuzkaya, U.R. ve Onut, S., (2009). "An Aggregate Production Planning Strategy Selection Methodology Based On Linear Physical Programming", International Journal of Industrial Engineering, 16(2):135–146.
- [65] Ramezani, R., Rahmani, D. ve Barzinpour, F., (2012). "An Aggregate Production Planning Model For Two Phase Production Systems: Solving With Genetic Algorithm And Tabu Search", Expert Systems Applications, 39(1):1256–1263.
- [66] Mirzapour Al-E-Hashem, S.M.J., Baboli, A. ve Sazvar, Z., (2013). "A Stochastic Aggregate Production Planning Model In A Green Supply Chain: Considering Flexible Lead Times, Nonlinear Purchase And Shortage Cost Functions", European Journal of Operations Research, 230(1):26–41.
- [67] Mirzapour Al-E-Hashem, S.M.J., Malekly, H. ve Aryanezhad, M.B., (2011). "A Multi-objective Robust Optimization Model For Multi-product Multi-site Aggregate Production Planning In A Supply Chain Under Uncertainty", International Journal of Production Economics, 134(1):28–42.
- [68] Vural, M., (2005). Genetik Algoritma Yöntemi İle Toplu Üretim Planlama, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [69] Nam, S. ve Logendran, R., (1992). "Aggregate Production Planning — A Survey Of Models And Methodologies", European Journal of Operational Research, 61(3): 255–272.
- [70] Krajewski, L.J. ve Ritzman, L.P., (1993). Operations Management: Strategy and analysis, Addison-Wesley Pub. Co, Reading.
- [71] Erfan, S., (1994). Toplu Üretim Planlama ve Bilgisayar Destekli Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- [72] Askin, R.G. ve Goldberg, J.B., (2001). Design And Analysis Of Lean Production Systems, John Wiley & Sons, New York.
- [73] Jünger, M., (2010). 50 Years Of Integer Programming 1958-2008: From The Early Years And State Of The Art Surveys, Springer, New York.
- [74] Taha, H.A., (2007). Operations Research: An Introduction, 8th edition, Pearson, 367-367, New Jersey.
- [75] Assignment problems, LSAPIntroduction, <http://www.assignmentproblems.com/doc/LSAPIntroduction.pdf>, 12 Nisan 2015.
- [76] Assignment problems, QAPIntroduction, <http://www.assignmentproblems.com/doc/QAPIntroduction.pdf>, 12 Nisan 2015.
- [77] Assignment problems, MultiAPIntroduction, <http://www.assignmentproblems.com/doc/MultiAPIntroduction.pdf>, 12 Nisan 2015.
- [78] Hungarian Algorithm, An Assignment Problem solved using the Hungarian Algorithm, <http://www.hungarianalgorithm.com/examplehungarianalgorithm.php>, 12 Nisan 2015.
- [79] Burkard, R.E. ve Cela, E., (1999). Linear Assignment Problems And Extensions, Handbook of Combinatorial Optimization, Kluwer Academic Publishers, 4(1):221–300, Graz.
- [80] Cherkassky, B.V., Goldberg, A.V. ve Radzik, T., (1996). "Shortest Paths Algorithms: Theory And Experimental Evaluation", Mathematical Programming, 73(2):129–74.
- [81] Brixius, N. ve Anstreicher, K., (2001). "Solving Quadratic Assignment Problems Using Convex Quadratic Programming Relaxations", Optimization Methods and Software, 16(1): 49–68.
- [82] Burkard, R.E., Cela, E., Pardalos, P.M. ve Pitsoulis, L.S., (1998). The Quadratic Assignment Problem, Handbook of Combinatorial Optimization. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [83] Misevicius, A., (2005). "A Tabu Search Algorithm For The Quadratic Assignment Problem", Computational Optimization and Applications, 30(1):95–111.
- [84] Misevicius, A., (2003). "A Modified Simulated Annealing Algorithm For The Quadratic Assignment Problem", Informatica, 14:497–514.

- [85] Stock, J.R. ve Lambert, D.M., (1987). Strategic Logistics Management, 2nd Edition, Irwin Professional Publishing.
- [86] Definition of the inventory costs, <http://www.lokad.com/definition-inventory-costs>, 26 Nisan 2015.

TOPLU ÜRETİM PLANLAMA MODELİ

A-1 Modelin Açılımı

MODEL:

$$\begin{aligned}
 [_{132}] \text{ MIN} = & 625 * A_1 + 625 * B_1 + 200 * HO_1 + 50000 * FO_1 + 28 * \\
 & INO1_1 + 20 * INO2_1 + 14.88095238095238 * OT1_1 + 10.68376068376069 * \\
 & OT2_1 + 40 * BO1_1 + 40 * BO2_1 + 625 * A_2 + 625 * B_2 + 200 * HO_2 + \\
 & 50000 * FO_2 + 28 * INO1_2 + 20 * INO2_2 + 14.88095238095238 * OT1_2 + \\
 & 10.68376068376069 * OT2_2 + 40 * BO1_2 + 40 * BO2_2 + 625 * A_3 + 625 * \\
 & B_3 + 200 * HO_3 + 50000 * FO_3 + 28 * INO1_3 + 20 * INO2_3 + \\
 & 14.88095238095238 * OT1_3 + 10.68376068376069 * OT2_3 + 40 * BO1_3 + 40 \\
 & * BO2_3 + 625 * A_4 + 625 * B_4 + 200 * HO_4 + 50000 * FO_4 + 28 * \\
 & INO1_4 + 20 * INO2_4 + 14.88095238095238 * OT1_6 + 10.68376068376069 \\
 & * BO2_6 + 625 * A_7 + 625 * B_7 + 200 * HO_7 + 50000 * FO_7 + 28 * \\
 & INO1_7 + 20 * INO2_7 + 14.88095238095238 * OT1_7 + 10.68376068376069 * \\
 & OT2_7 + 40 * BO1_7 + 40 * BO2_7 + 625 * A_8 + 625 * B_8 + 200 * HO_8 + \\
 & 50000 * FO_8 + 28 * INO1_8 + 20 * INO2_8 + 14.88095238095238 * OT1_8 + \\
 & 10.68376068376069 * OT2_8 + 40 * BO1_8 + 40 * BO2_8 + 625 * A_9 + 625 * \\
 & B_9 + 200 * HO_9 + 50000 * FO_9 + 28 * INO1_9 + 20 * INO2_9 + \\
 & 14.88095238095238 * OT1_9 + 10.68376068376069 * OT2_9 + 40 * BO1_9 + 40 \\
 & * BO2_9 + 625 * A_10 + 625 * B_10 + 200 * HO_10 + 50000 * FO_10 + 28 * \\
 & INO1_10 + 20 * INO2_10 + 14.88095238095238 * OT1_10 + 10.68376068376069
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & * OT2_10 + 40 * BO1_10 + 40 * BO2_10 + 625 * A_11 + 625 * B_11 + 200 * \\
 & HO_11 + 50000 * FO_11 + 28 * INO1_11 + 20 * INO2_11 + 14.88095238095238 \\
 & * OT1_11 + 10.68376068376069 * OT2_11 + 40 * BO1_11 + 40 * BO2_11 + 625 \\
 & * A_12 + 625 * B_12 + 200 * HO_12 + 50000 * FO_12 + 28 * INO1_12 + 20 * \\
 & INO2_12 + 14.88095238095238 * OT1_12 + 10.68376068376069 * OT2_12 + 40 * \\
 & BO1_12 + 40 * BO2_12 ; \\
 [_2] - INO1_1 + BO1_1 - 84 * A_2 + INO1_2 - OT1_2 - BO1_2 = - 2116 ; \\
 [_3] - INO1_2 + BO1_2 - 84 * A_3 + INO1_3 - OT1_3 - BO1_3 = - 2996 ; \\
 [_4] - INO1_3 + BO1_3 - 84 * A_4 + INO1_4 - OT1_4 - BO1_4 = - 2994 ; \\
 [_5] - INO1_4 + BO1_4 - 84 * A_5 + INO1_5 - OT1_5 - BO1_5 = - 2445 ; \\
 [_6] - INO1_5 + BO1_5 - 84 * A_6 + INO1_6 - OT1_6 - BO1_6 = - 3051 ; \\
 [_7] - INO1_6 + BO1_6 - 84 * A_7 + INO1_7 - OT1_7 - BO1_7 = - 2904 ; \\
 [_8] - INO1_7 + BO1_7 - 92.400000000000001 * A_8 + INO1_8 - 1.1 * OT1_8 - \\
 BO1_8 = - 2979 ; \\
 [_9] - INO1_8 + BO1_8 - 92.400000000000001 * A_9 + INO1_9 - 1.1 * OT1_9 - \\
 BO1_9 = - 2979 ; \\
 [_10] - INO1_9 + BO1_9 - 92.400000000000001 * A_10 + INO1_10 - 1.1 * \\
 OT1_10 - BO1_10 = - 2979 ; \\
 [_11] - INO1_10 + BO1_10 - 92.400000000000001 * A_11 + INO1_11 - 1.1 * \\
 OT1_11 - BO1_11 = - 3021 ; \\
 [_12] - INO1_11 + BO1_11 - 92.400000000000001 * A_12 + INO1_12 - 1.1 * \\
 OT1_12 - BO1_12 = - 3015 ; \\
 [_13] - 117 * B_1 + INO2_1 - OT2_1 - BO2_1 = - 1438 ; \\
 [_14] - INO2_1 + BO2_1 - 117 * B_2 + INO2_2 - OT2_2 - BO2_2 = - 1053 ; \\
 [_15] - INO2_2 + BO2_2 - 117 * B_3 + INO2_3 - OT2_3 - BO2_3 = - 1456 ; \\
 [_16] - INO2_3 + BO2_3 - 140.4 * B_4 + INO2_4 - 1.2 * OT2_4 - BO2_4 = - \\
 1443 ; \\
 [_17] - INO2_4 + BO2_4 - 140.4 * B_5 + INO2_5 - 1.2 * OT2_5 - BO2_5 = - \\
 1430 ; \\
 [_18] - INO2_5 + BO2_5 - 140.4 * B_6 + INO2_6 - 1.2 * OT2_6 - BO2_6 = - \\
 1443 ; \\
 [_19] - INO2_6 + BO2_6 - 140.4 * B_7 + INO2_7 - 1.2 * OT2_7 - BO2_7 = - \\
 1443 ;
 \end{aligned}$$

[_20] - INO2_7 + BO2_7 - 140.4 * B_8 + INO2_8 - 1.2 * OT2_8 - BO2_8 = -
 1378 ;
 [_21] - INO2_8 + BO2_8 - 140.4 * B_9 + INO2_9 - 1.2 * OT2_9 - BO2_9 = -
 1209 ;
 [_22] - INO2_9 + BO2_9 - 140.4 * B_10 + INO2_10 - 1.2 * OT2_10 - BO2_10
 = - 1196 ;
 [_23] - INO2_10 + BO2_10 - 140.4 * B_11 + INO2_11 - 1.2 * OT2_11 -
 BO2_11 = - 1196 ;
 [_24] - INO2_11 + BO2_11 - 140.4 * B_12 + INO2_12 - 1.2 * OT2_12 -
 BO2_12 = - 1157 ;
 [_25] - 0.05625 * INO1_1 - 0.075 * INO2_1 >= - 400 ;
 [_26] - 0.05625 * INO1_2 - 0.075 * INO2_2 >= - 400 ;
 [_27] - 0.05625 * INO1_3 - 0.075 * INO2_3 >= - 400 ;
 [_28] - 0.05625 * INO1_4 - 0.075 * INO2_4 >= - 400 ;
 [_29] - 0.05625 * INO1_5 - 0.075 * INO2_5 >= - 400 ;
 [_30] - 0.05625 * INO1_6 - 0.075 * INO2_6 >= - 400 ;
 [_31] - 0.05625 * INO1_7 - 0.075 * INO2_7 >= - 400 ;
 [_32] - 0.05625 * INO1_8 - 0.075 * INO2_8 >= - 400 ;
 [_33] - 0.05625 * INO1_9 - 0.075 * INO2_9 >= - 400 ;
 [_34] - 0.05625 * INO1_10 - 0.075 * INO2_10 >= - 400 ;
 [_35] - 0.05625 * INO1_11 - 0.075 * INO2_11 >= - 400 ;
 [_36] - 0.05625 * INO1_12 - 0.075 * INO2_12 >= - 400 ;
 [_37] 0.0003926187671770711 * OT1_1 <= 0.095 ;
 [_38] 0.0004725897920604915 * OT1_2 <= 0.095 ;
 [_39] 0.0003337783711615487 * OT1_3 <= 0.095 ;
 [_40] 0.0003340013360053441 * OT1_4 <= 0.095 ;
 [_41] 0.000408997955010225 * OT1_5 <= 0.095 ;
 [_42] 0.0003277613897082924 * OT1_6 <= 0.095 ;
 [_43] 0.0003443526170798898 * OT1_7 <= 0.095 ;
 [_44] 0.0003356831151393085 * OT1_8 <= 0.095 ;
 [_45] 0.0003356831151393085 * OT1_9 <= 0.095 ;
 [_46] 0.0003356831151393085 * OT1_10 <= 0.095 ;
 [_47] 0.00033101621979477 * OT1_11 <= 0.095 ;

[_48] $0.0003316749585406302 * OT1_{12} \leq 0.095$;
 [_49] $OT1_1 \geq 0$;
 [_50] $OT1_2 \geq 0$;
 [_51] $OT1_3 \geq 0$;
 [_52] $OT1_4 \geq 0$;
 [_53] $OT1_5 \geq 0$;
 [_54] $OT1_6 \geq 0$;
 [_55] $OT1_7 \geq 0$;
 [_56] $OT1_8 \geq 0$;
 [_57] $OT1_9 \geq 0$;
 [_58] $OT1_{10} \geq 0$;
 [_59] $OT1_{11} \geq 0$;
 [_60] $OT1_{12} \geq 0$;
 [_61] $0.0006954102920723226 * OT2_1 \leq 0.095$;
 [_62] $0.0009496676163342831 * OT2_2 \leq 0.095$;
 [_63] $0.0006868131868131869 * OT2_3 \leq 0.095$;
 [_64] $0.000693000693000693 * OT2_4 \leq 0.095$;
 [_65] $0.0006993006993006993 * OT2_5 \leq 0.095$;
 [_66] $0.000693000693000693 * OT2_6 \leq 0.095$;
 [_67] $0.000693000693000693 * OT2_7 \leq 0.095$;
 [_68] $0.000725689404934688 * OT2_8 \leq 0.095$;
 [_69] $0.0008271298593879239 * OT2_9 \leq 0.095$;
 [_70] $0.0008361204013377926 * OT2_{10} \leq 0.095$;
 [_71] $0.0008361204013377926 * OT2_{11} \leq 0.095$;
 [_72] $0.000864304235090752 * OT2_{12} \leq 0.095$;
 [_73] $OT2_1 \geq 0$;
 [_74] $OT2_2 \geq 0$;
 [_75] $OT2_3 \geq 0$;
 [_76] $OT2_4 \geq 0$;
 [_77] $OT2_5 \geq 0$;
 [_78] $OT2_6 \geq 0$;
 [_79] $OT2_7 \geq 0$;
 [_80] $OT2_8 \geq 0$;

[_81] OT2_9 >= 0 ;
 [_82] OT2_10 >= 0 ;
 [_83] OT2_11 >= 0 ;
 [_84] OT2_12 >= 0 ;
 [_85] BO1_1 <= 200 ;
 [_86] BO1_2 <= 200 ;
 [_87] BO1_3 <= 200 ;
 [_88] BO1_4 <= 200 ;
 [_89] BO1_5 <= 200 ;
 [_90] BO1_6 <= 200 ;
 [_91] BO1_7 <= 200 ;
 [_92] BO1_8 <= 200 ;
 [_93] BO1_9 <= 200 ;
 [_94] BO1_10 <= 200 ;
 [_95] BO1_11 <= 200 ;
 [_96] BO1_12 <= 200 ;
 [_97] BO2_1 <= 200 ;
 [_98] BO2_2 <= 200 ;
 [_99] BO2_3 <= 200 ;
 [_100] BO2_4 <= 200 ;
 [_101] BO2_5 <= 200 ;
 [_102] BO2_6 <= 200 ;
 [_103] BO2_7 <= 200 ;
 [_104] BO2_8 <= 200 ;
 [_105] BO2_9 <= 200 ;
 [_106] BO2_10 <= 200 ;
 [_107] BO2_11 <= 200 ;
 [_108] BO2_12 <= 200 ;
 [_109] TO_1 - A_1 - B_1 = 0 ;
 [_110] TO_2 - A_2 - B_2 = 0 ;
 [_111] TO_3 - A_3 - B_3 = 0 ;
 [_112] TO_4 - A_4 - B_4 = 0 ;
 [_113] TO_5 - A_5 - B_5 = 0 ;

[_114] $TO_6 - A_6 - B_6 = 0;$
 [_115] $TO_7 - A_7 - B_7 = 0;$
 [_116] $TO_8 - A_8 - B_8 = 0;$
 [_117] $TO_9 - A_9 - B_9 = 0;$
 [_118] $TO_10 - A_10 - B_10 = 0;$
 [_119] $TO_11 - A_11 - B_11 = 0;$
 [_120] $TO_12 - A_12 - B_12 = 0;$
 [_121] $- A_1 - B_1 + A_2 + B_2 - HO_2 + FO_2 = 0;$
 [_122] $- A_2 - B_2 + A_3 + B_3 - HO_3 + FO_3 = 0;$
 [_123] $- A_3 - B_3 + A_4 + B_4 - HO_4 + FO_4 = 0;$
 [_124] $- A_4 - B_4 + A_5 + B_5 - HO_5 + FO_5 = 0;$
 [_125] $- A_5 - B_5 + A_6 + B_6 - HO_6 + FO_6 = 0;$
 [_126] $- A_6 - B_6 + A_7 + B_7 - HO_7 + FO_7 = 0;$
 [_127] $- A_7 - B_7 + A_8 + B_8 - HO_8 + FO_8 = 0;$
 [_128] $- A_8 - B_8 + A_9 + B_9 - HO_9 + FO_9 = 0;$
 [_129] $- A_9 - B_9 + A_10 + B_10 - HO_10 + FO_10 = 0;$
 [_130] $- A_10 - B_10 + A_11 + B_11 - HO_11 + FO_11 = 0;$
 [_131] $- A_11 - B_11 + A_12 + B_12 - HO_12 + FO_12 = 0;$
 [_1] $- 84 * A_1 + INO1_1 - OT1_1 - BO1_1 = - 2547;$
 [_133] $- 625 * A_1 - 625 * B_1 + MAAS_1 = 0;$
 [_134] $- 625 * A_2 - 625 * B_2 + MAAS_2 = 0;$
 [_135] $- 625 * A_3 - 625 * B_3 + MAAS_3 = 0;$
 [_136] $- 625 * A_4 - 625 * B_4 + MAAS_4 = 0;$
 [_137] $- 625 * A_5 - 625 * B_5 + MAAS_5 = 0;$
 [_138] $- 625 * A_6 - 625 * B_6 + MAAS_6 = 0;$
 [_139] $- 625 * A_7 - 625 * B_7 + MAAS_7 = 0;$
 [_140] $- 625 * A_8 - 625 * B_8 + MAAS_8 = 0;$
 [_141] $- 625 * A_9 - 625 * B_9 + MAAS_9 = 0;$
 [_142] $- 625 * A_10 - 625 * B_10 + MAAS_10 = 0;$
 [_143] $- 625 * A_11 - 625 * B_11 + MAAS_11 = 0;$
 [_144] $- 625 * A_12 - 625 * B_12 + MAAS_12 = 0;$
 [_145] $- 14.88095238095238 * OT1_1 - 10.68376068376069 * OT2_1 + FM_1 =$
 0;

$[_{146}] - 14.88095238095238 * OT1_2 - 10.68376068376069 * OT2_2 + FM_2 = 0 ;$
 $[_{147}] - 14.88095238095238 * OT1_3 - 10.68376068376069 * OT2_3 + FM_3 = 0 ;$
 $[_{148}] - 14.88095238095238 * OT1_4 - 10.68376068376069 * OT2_4 + FM_4 = 0 ;$
 $[_{149}] - 14.88095238095238 * OT1_5 - 10.68376068376069 * OT2_5 + FM_5 = 0 ;$
 $[_{150}] - 14.88095238095238 * OT1_6 - 10.68376068376069 * OT2_6 + FM_6 = 0 ;$
 $[_{151}] - 14.88095238095238 * OT1_7 - 10.68376068376069 * OT2_7 + FM_7 = 0 ;$
 $[_{152}] - 14.88095238095238 * OT1_8 - 10.68376068376069 * OT2_8 + FM_8 = 0 ;$
 $[_{153}] - 14.88095238095238 * OT1_9 - 10.68376068376069 * OT2_9 + FM_9 = 0 ;$
 $[_{154}] - 14.88095238095238 * OT1_10 - 10.68376068376069 * OT2_10 + FM_10 = 0 ;$
 $[_{155}] - 14.88095238095238 * OT1_11 - 10.68376068376069 * OT2_11 + FM_11 = 0 ;$
 $[_{156}] - 14.88095238095238 * OT1_12 - 10.68376068376069 * OT2_12 + FM_12 = 0 ;$
 $[_{157}] - 28 * INO1_1 - 20 * INO2_1 + ENVANTER_1 = 0 ;$
 $[_{158}] - 28 * INO1_2 - 20 * INO2_2 + ENVANTER_2 = 0 ;$
 $[_{159}] - 28 * INO1_3 - 20 * INO2_3 + ENVANTER_3 = 0 ;$
 $[_{160}] - 28 * INO1_4 - 20 * INO2_4 + ENVANTER_4 = 0 ;$
 $[_{161}] - 28 * INO1_5 - 20 * INO2_5 + ENVANTER_5 = 0 ;$
 $[_{162}] - 28 * INO1_6 - 20 * INO2_6 + ENVANTER_6 = 0 ;$
 $[_{163}] - 28 * INO1_7 - 20 * INO2_7 + ENVANTER_7 = 0 ;$
 $[_{164}] - 28 * INO1_8 - 20 * INO2_8 + ENVANTER_8 = 0 ;$
 $[_{165}] - 28 * INO1_9 - 20 * INO2_9 + ENVANTER_9 = 0 ;$
 $[_{166}] - 28 * INO1_10 - 20 * INO2_10 + ENVANTER_10 = 0 ;$
 $[_{167}] - 28 * INO1_11 - 20 * INO2_11 + ENVANTER_11 = 0 ;$

[_168] - 28 * INO1_12 - 20 * INO2_12 + ENVANTER_12 = 0 ;
 [_169] - 40 * BO1_1 - 40 * BO2_1 + BAKIYE_1 = 0 ;
 [_170] - 40 * BO1_2 - 40 * BO2_2 + BAKIYE_2 = 0 ;
 [_171] - 40 * BO1_3 - 40 * BO2_3 + BAKIYE_3 = 0 ;
 [_172] - 40 * BO1_4 - 40 * BO2_4 + BAKIYE_4 = 0 ;
 [_173] - 40 * BO1_5 - 40 * BO2_5 + BAKIYE_5 = 0 ;
 [_174] - 40 * BO1_6 - 40 * BO2_6 + BAKIYE_6 = 0 ;
 [_175] - 40 * BO1_7 - 40 * BO2_7 + BAKIYE_7 = 0 ;
 [_176] - 40 * BO1_8 - 40 * BO2_8 + BAKIYE_8 = 0 ;
 [_177] - 40 * BO1_9 - 40 * BO2_9 + BAKIYE_9 = 0 ;
 [_178] - 40 * BO1_10 - 40 * BO2_10 + BAKIYE_10 = 0 ;
 [_179] - 40 * BO1_11 - 40 * BO2_11 + BAKIYE_11 = 0 ;
 [_180] - 40 * BO1_12 - 40 * BO2_12 + BAKIYE_12 = 0 ;
 [_181] - 200 * HO_1 + ISEALMA_1 = 0 ;
 [_182] - 200 * HO_2 + ISEALMA_2 = 0 ;
 [_183] - 200 * HO_3 + ISEALMA_3 = 0 ;
 [_184] - 200 * HO_4 + ISEALMA_4 = 0 ;
 [_185] - 200 * HO_5 + ISEALMA_5 = 0 ;
 [_186] - 200 * HO_6 + ISEALMA_6 = 0 ;
 [_187] - 200 * HO_7 + ISEALMA_7 = 0 ;
 [_188] - 200 * HO_8 + ISEALMA_8 = 0 ;
 [_189] - 200 * HO_9 + ISEALMA_9 = 0 ;
 [_190] - 200 * HO_10 + ISEALMA_10 = 0 ;
 [_191] - 200 * HO_11 + ISEALMA_11 = 0 ;
 [_192] - 200 * HO_12 + ISEALMA_12 = 0 ;
 [_193] - 50000 * FO_1 + ISTENCIKARMA_1 = 0 ;
 [_194] - 50000 * FO_2 + ISTENCIKARMA_2 = 0 ;
 [_195] - 50000 * FO_3 + ISTENCIKARMA_3 = 0 ;
 [_196] - 50000 * FO_4 + ISTENCIKARMA_4 = 0 ;
 [_197] - 50000 * FO_5 + ISTENCIKARMA_5 = 0 ;
 [_198] - 50000 * FO_6 + ISTENCIKARMA_6 = 0 ;
 [_199] - 50000 * FO_7 + ISTENCIKARMA_7 = 0 ;
 [_200] - 50000 * FO_8 + ISTENCIKARMA_8 = 0 ;

[_201] - 50000 * FO_9 + ISTENCIKARMA_9 = 0 ;
 [_202] - 50000 * FO_10 + ISTENCIKARMA_10 = 0 ;
 [_203] - 50000 * FO_11 + ISTENCIKARMA_11 = 0 ;
 [_204] - 50000 * FO_12 + ISTENCIKARMA_12 = 0 ;
 @GIN(A_1); @GIN(B_1); @GIN(HO_1); @GIN(FO_1); @GIN(
 INO1_1); @GIN(INO2_1); @FREE(OT1_1); @FREE(OT2_1);
 @GIN(BO1_1); @GIN(BO2_1); @GIN(A_2); @GIN(B_2); @GIN(
 HO_2); @GIN(FO_2); @GIN(INO1_2); @GIN(INO2_2); @FREE(
 OT1_2); @FREE(OT2_2); @GIN(BO1_2); @GIN(BO2_2); @GIN(
 A_3); @GIN(B_3); @GIN(HO_3); @GIN(FO_3); @GIN(
 INO1_3); @GIN(INO2_3); @FREE(OT1_3); @FREE(OT2_3);
 @GIN(BO1_3); @GIN(BO2_3); @GIN(A_4); @GIN(B_4); @GIN(
 HO_4); @GIN(FO_4); @GIN(INO1_4); @GIN(INO2_4); @FREE(
 OT1_4); @FREE(OT2_4); @GIN(BO1_4); @GIN(BO2_4); @GIN(
 A_5); @GIN(B_5); @GIN(HO_5); @GIN(FO_5); @GIN(
 INO1_5); @GIN(INO2_5); @FREE(OT1_5); @FREE(OT2_5);
 @GIN(BO1_5); @GIN(BO2_5); @GIN(A_6); @GIN(B_6); @GIN(
 HO_6); @GIN(FO_6); @GIN(INO1_6); @GIN(INO2_6); @FREE(
 OT1_6); @FREE(OT2_6); @GIN(BO1_6); @GIN(BO2_6); @GIN(
 A_7); @GIN(B_7); @GIN(HO_7); @GIN(FO_7); @GIN(
 INO1_7); @GIN(INO2_7); @FREE(OT1_7); @FREE(OT2_7);
 @GIN(BO1_7); @GIN(BO2_7); @GIN(A_8); @GIN(B_8); @GIN(
 HO_8); @GIN(FO_8); @GIN(INO1_8); @GIN(INO2_8); @FREE(
 OT1_8); @FREE(OT2_8); @GIN(BO1_8); @GIN(BO2_8); @GIN(
 A_9); @GIN(B_9); @GIN(HO_9); @GIN(FO_9); @GIN(
 INO1_9); @GIN(INO2_9); @FREE(OT1_9); @FREE(OT2_9);
 @GIN(BO1_9); @GIN(BO2_9); @GIN(A_10); @GIN(B_10);
 @GIN(HO_10); @GIN(FO_10); @GIN(INO1_10); @GIN(
 INO2_10); @FREE(OT1_10); @FREE(OT2_10); @GIN(BO1_10);
 @GIN(BO2_10); @GIN(A_11); @GIN(B_11); @GIN(HO_11);
 @GIN(FO_11); @GIN(INO1_11); @GIN(INO2_11); @FREE(
 OT1_11); @FREE(OT2_11); @GIN(BO1_11); @GIN(BO2_11);
 @GIN(A_12); @GIN(B_12); @GIN(HO_12); @GIN(FO_12);

```

@GIN( INO1_12); @GIN( INO2_12); @FREE( OT1_12); @FREE(
OT2_12); @GIN( BO1_12); @GIN( BO2_12);
END

```

A-2 Modelin Çözüm Raporu

Global optimal solution found.

Objective value: 352845.4
Extended solver steps: 52667
Total solver iterations: 161182

Variable	Value	Reduced Cost
PQ1(1)	84.00000	0.000000
PQ1(2)	84.00000	0.000000
PQ1(3)	84.00000	0.000000
PQ1(4)	84.00000	0.000000
PQ1(5)	84.00000	0.000000
PQ1(6)	84.00000	0.000000
PQ1(7)	84.00000	0.000000
PQ1(8)	84.00000	0.000000
PQ1(9)	84.00000	0.000000
PQ1(10)	84.00000	0.000000
PQ1(11)	84.00000	0.000000
PQ1(12)	84.00000	0.000000
PQ2(1)	117.0000	0.000000
PQ2(2)	117.0000	0.000000
PQ2(3)	117.0000	0.000000
PQ2(4)	117.0000	0.000000
PQ2(5)	117.0000	0.000000
PQ2(6)	117.0000	0.000000
PQ2(7)	117.0000	0.000000
PQ2(8)	117.0000	0.000000
PQ2(9)	117.0000	0.000000

PQ2(10)	117.0000	0.000000
PQ2(11)	117.0000	0.000000
PQ2(12)	117.0000	0.000000
SA(1)	625.0000	0.000000
SA(2)	625.0000	0.000000
SA(3)	625.0000	0.000000
SA(4)	625.0000	0.000000
SA(5)	625.0000	0.000000
SA(6)	625.0000	0.000000
SA(7)	625.0000	0.000000
SA(8)	625.0000	0.000000
SA(9)	625.0000	0.000000
SA(10)	625.0000	0.000000
SA(11)	625.0000	0.000000
SA(12)	625.0000	0.000000
D1(1)	2547.000	0.000000
D1(2)	2116.000	0.000000
D1(3)	2996.000	0.000000
D1(4)	2994.000	0.000000
D1(5)	2445.000	0.000000
D1(6)	3051.000	0.000000
D1(7)	2904.000	0.000000
D1(8)	2979.000	0.000000
D1(9)	2979.000	0.000000
D1(10)	2979.000	0.000000
D1(11)	3021.000	0.000000
D1(12)	3015.000	0.000000
D2(1)	1438.000	0.000000
D2(2)	1053.000	0.000000
D2(3)	1456.000	0.000000
D2(4)	1443.000	0.000000
D2(5)	1430.000	0.000000
D2(6)	1443.000	0.000000

D2(7)	1443.000	0.000000
D2(8)	1378.000	0.000000
D2(9)	1209.000	0.000000
D2(10)	1196.000	0.000000
D2(11)	1196.000	0.000000
D2(12)	1157.000	0.000000
TO(1)	38.00000	0.000000
TO(2)	38.00000	0.000000
TO(3)	41.00000	0.000000
TO(4)	41.00000	0.000000
TO(5)	41.00000	0.000000
TO(6)	41.00000	0.000000
TO(7)	41.00000	0.000000
TO(8)	41.00000	0.000000
TO(9)	41.00000	0.000000
TO(10)	41.00000	0.000000
TO(11)	41.00000	0.000000
TO(12)	41.00000	0.000000
A(1)	27.00000	-625.0000
A(2)	26.00000	-625.0000
A(3)	32.00000	-625.0000
A(4)	32.00000	-625.0000
A(5)	30.00000	-625.0000
A(6)	32.00000	-625.0000
A(7)	32.00000	-625.0000
A(8)	32.00000	-625.0000
A(9)	32.00000	-625.0000
A(10)	32.00000	-625.0000
A(11)	33.00000	-625.0000
A(12)	33.00000	-625.0000
B(1)	11.00000	-625.0000
B(2)	12.00000	-625.0000
B(3)	9.000000	-625.0000

B(4)	9.000000	-625.0000
B(5)	11.00000	-625.0000
B(6)	9.000000	-625.0000
B(7)	9.000000	-625.0000
B(8)	9.000000	-625.0000
B(9)	9.000000	-625.0000
B(10)	9.000000	-625.0000
B(11)	8.000000	-625.0000
B(12)	8.000000	-625.0000
INC1(1)	28.00000	0.000000
INC1(2)	28.00000	0.000000
INC1(3)	28.00000	0.000000
INC1(4)	28.00000	0.000000
INC1(5)	28.00000	0.000000
INC1(6)	28.00000	0.000000
INC1(7)	28.00000	0.000000
INC1(8)	28.00000	0.000000
INC1(9)	28.00000	0.000000
INC1(10)	28.00000	0.000000
INC1(11)	28.00000	0.000000
INC1(12)	28.00000	0.000000
INC2(1)	20.00000	0.000000
INC2(2)	20.00000	0.000000
INC2(3)	20.00000	0.000000
INC2(4)	20.00000	0.000000
INC2(5)	20.00000	0.000000
INC2(6)	20.00000	0.000000
INC2(7)	20.00000	0.000000
INC2(8)	20.00000	0.000000
INC2(9)	20.00000	0.000000
INC2(10)	20.00000	0.000000
INC2(11)	20.00000	0.000000
INC2(12)	20.00000	0.000000

HO(1)	0.000000	200.0000
HO(2)	0.000000	200.0000
HO(3)	3.000000	200.0000
HO(4)	0.000000	200.0000
HO(5)	0.000000	200.0000
HO(6)	0.000000	200.0000
HO(7)	0.000000	200.0000
HO(8)	0.000000	200.0000
HO(9)	0.000000	200.0000
HO(10)	0.000000	200.0000
HO(11)	0.000000	200.0000
HO(12)	0.000000	200.0000
HC(1)	200.0000	0.000000
HC(2)	200.0000	0.000000
HC(3)	200.0000	0.000000
HC(4)	200.0000	0.000000
HC(5)	200.0000	0.000000
HC(6)	200.0000	0.000000
HC(7)	200.0000	0.000000
HC(8)	200.0000	0.000000
HC(9)	200.0000	0.000000
HC(10)	200.0000	0.000000
HC(11)	200.0000	0.000000
HC(12)	200.0000	0.000000
FO(1)	0.000000	50000.00
FO(2)	0.000000	50000.00
FO(3)	0.000000	50000.00
FO(4)	0.000000	50000.00
FO(5)	0.000000	50000.00
FO(6)	0.000000	50000.00
FO(7)	0.000000	50000.00
FO(8)	0.000000	50000.00
FO(9)	0.000000	50000.00

FO(10)	0.000000	50000.00
FO(11)	0.000000	50000.00
FO(12)	0.000000	50000.00
FC(1)	50000.00	0.000000
FC(2)	50000.00	0.000000
FC(3)	50000.00	0.000000
FC(4)	50000.00	0.000000
FC(5)	50000.00	0.000000
FC(6)	50000.00	0.000000
FC(7)	50000.00	0.000000
FC(8)	50000.00	0.000000
FC(9)	50000.00	0.000000
FC(10)	50000.00	0.000000
FC(11)	50000.00	0.000000
FC(12)	50000.00	0.000000
BC1(1)	40.00000	0.000000
BC1(2)	40.00000	0.000000
BC1(3)	40.00000	0.000000
BC1(4)	40.00000	0.000000
BC1(5)	40.00000	0.000000
BC1(6)	40.00000	0.000000
BC1(7)	40.00000	0.000000
BC1(8)	40.00000	0.000000
BC1(9)	40.00000	0.000000
BC1(10)	40.00000	0.000000
BC1(11)	40.00000	0.000000
BC1(12)	40.00000	0.000000
BC2(1)	40.00000	0.000000
BC2(2)	40.00000	0.000000
BC2(3)	40.00000	0.000000
BC2(4)	40.00000	0.000000
BC2(5)	40.00000	0.000000
BC2(6)	40.00000	0.000000

BC2(7)	40.00000	0.000000
BC2(8)	40.00000	0.000000
BC2(9)	40.00000	0.000000
BC2(10)	40.00000	0.000000
BC2(11)	40.00000	0.000000
BC2(12)	40.00000	0.000000
INO1(1)	0.000000	28.00000
INO1(2)	30.00000	28.00000
INO1(3)	6.000000	28.00000
INO1(4)	0.000000	28.00000
INO1(5)	74.00000	28.00000
INO1(6)	0.000000	28.00000
INO1(7)	0.000000	29.35281
INO1(8)	0.000000	28.00000
INO1(9)	0.000000	28.00000
INO1(10)	0.000000	28.00000
INO1(11)	7.000000	28.00000
INO1(12)	42.00000	41.52814
INO2(1)	0.000000	20.00000
INO2(2)	336.0000	20.00000
INO2(3)	0.000000	21.78063
INO2(4)	0.000000	20.00000
INO2(5)	100.0000	20.00000
INO2(6)	15.00000	20.00000
INO2(7)	0.000000	20.00000
INO2(8)	0.000000	20.00000
INO2(9)	2.000000	20.00000
INO2(10)	70.00000	20.00000
INO2(11)	0.000000	20.00000
INO2(12)	0.000000	28.90313
AC(1)	400.0000	0.000000
AC(2)	400.0000	0.000000
AC(3)	400.0000	0.000000

AC(4)	400.0000	0.000000
AC(5)	400.0000	0.000000
AC(6)	400.0000	0.000000
AC(7)	400.0000	0.000000
AC(8)	400.0000	0.000000
AC(9)	400.0000	0.000000
AC(10)	400.0000	0.000000
AC(11)	400.0000	0.000000
AC(12)	400.0000	0.000000
K1(1)	1.000000	0.000000
K1(2)	1.000000	0.000000
K1(3)	1.000000	0.000000
K1(4)	1.000000	0.000000
K1(5)	1.000000	0.000000
K1(6)	1.000000	0.000000
K1(7)	1.000000	0.000000
K1(8)	1.100000	0.000000
K1(9)	1.100000	0.000000
K1(10)	1.100000	0.000000
K1(11)	1.100000	0.000000
K1(12)	1.100000	0.000000
K2(1)	1.000000	0.000000
K2(2)	1.000000	0.000000
K2(3)	1.000000	0.000000
K2(4)	1.200000	0.000000
K2(5)	1.200000	0.000000
K2(6)	1.200000	0.000000
K2(7)	1.200000	0.000000
K2(8)	1.200000	0.000000
K2(9)	1.200000	0.000000
K2(10)	1.200000	0.000000
K2(11)	1.200000	0.000000
K2(12)	1.200000	0.000000

OTC1(1)	1250.000	0.000000
OTC1(2)	1250.000	0.000000
OTC1(3)	1250.000	0.000000
OTC1(4)	1250.000	0.000000
OTC1(5)	1250.000	0.000000
OTC1(6)	1250.000	0.000000
OTC1(7)	1250.000	0.000000
OTC1(8)	1250.000	0.000000
OTC1(9)	1250.000	0.000000
OTC1(10)	1250.000	0.000000
OTC1(11)	1250.000	0.000000
OTC1(12)	1250.000	0.000000
OTC2(1)	1250.000	0.000000
OTC2(2)	1250.000	0.000000
OTC2(3)	1250.000	0.000000
OTC2(4)	1250.000	0.000000
OTC2(5)	1250.000	0.000000
OTC2(6)	1250.000	0.000000
OTC2(7)	1250.000	0.000000
OTC2(8)	1250.000	0.000000
OTC2(9)	1250.000	0.000000
OTC2(10)	1250.000	0.000000
OTC2(11)	1250.000	0.000000
OTC2(12)	1250.000	0.000000
OT1(1)	241.0000	0.000000
OT1(2)	0.000000	0.000000
OT1(3)	284.0000	0.000000
OT1(4)	284.0000	0.000000
OT1(5)	15.00000	0.000000
OT1(6)	289.0000	0.000000
OT1(7)	216.0000	0.000000
OT1(8)	20.18182	0.000000
OT1(9)	20.18182	0.000000

OT1(10)	0.1818182	0.000000
OT1(11)	0.7272727	0.000000
OT1(12)	0.7272727	0.000000
OT2(1)	136.0000	0.000000
OT2(2)	0.000000	0.000000
OT2(3)	67.00000	0.000000
OT2(4)	137.0000	0.000000
OT2(5)	0.5000000	0.000000
OT2(6)	78.66667	0.000000
OT2(7)	137.0000	0.000000
OT2(8)	51.16667	0.000000
OT2(9)	0.3333333	0.000000
OT2(10)	0.3333333	0.000000
OT2(11)	2.333333	0.000000
OT2(12)	28.16667	0.000000
BO1(1)	38.00000	40.00000
BO1(2)	0.000000	40.00000
BO1(3)	0.000000	40.00000
BO1(4)	16.00000	40.00000
BO1(5)	0.000000	40.00000
BO1(6)	0.000000	40.00000
BO1(7)	0.000000	38.64719
BO1(8)	0.000000	40.00000
BO1(9)	0.000000	40.00000
BO1(10)	22.00000	40.00000
BO1(11)	0.000000	40.00000
BO1(12)	0.000000	26.47186
BO2(1)	15.00000	40.00000
BO2(2)	0.000000	40.00000
BO2(3)	0.000000	38.21937
BO2(4)	15.00000	40.00000
BO2(5)	0.000000	40.00000
BO2(6)	0.000000	40.00000

BO2(7)	0.000000	40.00000
BO2(8)	53.00000	40.00000
BO2(9)	0.000000	40.00000
BO2(10)	0.000000	40.00000
BO2(11)	0.000000	40.00000
BO2(12)	0.000000	31.09687
MAAS(1)	23750.00	0.000000
MAAS(2)	23750.00	0.000000
MAAS(3)	25625.00	0.000000
MAAS(4)	25625.00	0.000000
MAAS(5)	25625.00	0.000000
MAAS(6)	25625.00	0.000000
MAAS(7)	25625.00	0.000000
MAAS(8)	25625.00	0.000000
MAAS(9)	25625.00	0.000000
MAAS(10)	25625.00	0.000000
MAAS(11)	25625.00	0.000000
MAAS(12)	25625.00	0.000000
FM(1)	5039.301	0.000000
FM(2)	0.000000	0.000000
FM(3)	4942.002	0.000000
FM(4)	5689.866	0.000000
FM(5)	228.5562	0.000000
FM(6)	5141.051	0.000000
FM(7)	4677.961	0.000000
FM(8)	846.9771	0.000000
FM(9)	303.8859	0.000000
FM(10)	6.266881	0.000000
FM(11)	35.75129	0.000000
FM(12)	311.7484	0.000000
ENVANTER(1)	0.000000	0.000000
ENVANTER(2)	7560.000	0.000000
ENVANTER(3)	168.0000	0.000000

ENVANTER(4)	0.000000	0.000000
ENVANTER(5)	4072.000	0.000000
ENVANTER(6)	300.0000	0.000000
ENVANTER(7)	0.000000	0.000000
ENVANTER(8)	0.000000	0.000000
ENVANTER(9)	40.00000	0.000000
ENVANTER(10)	1400.000	0.000000
ENVANTER(11)	196.0000	0.000000
ENVANTER(12)	1176.000	0.000000
BAKIYE(1)	2120.000	0.000000
BAKIYE(2)	0.000000	0.000000
BAKIYE(3)	0.000000	0.000000
BAKIYE(4)	1240.000	0.000000
BAKIYE(5)	0.000000	0.000000
BAKIYE(6)	0.000000	0.000000
BAKIYE(7)	0.000000	0.000000
BAKIYE(8)	2120.000	0.000000
BAKIYE(9)	0.000000	0.000000
BAKIYE(10)	880.0000	0.000000
BAKIYE(11)	0.000000	0.000000
BAKIYE(12)	0.000000	0.000000
ISEALMA(1)	0.000000	0.000000
ISEALMA(2)	0.000000	0.000000
ISEALMA(3)	600.0000	0.000000
ISEALMA(4)	0.000000	0.000000
ISEALMA(5)	0.000000	0.000000
ISEALMA(6)	0.000000	0.000000
ISEALMA(7)	0.000000	0.000000
ISEALMA(8)	0.000000	0.000000
ISEALMA(9)	0.000000	0.000000
ISEALMA(10)	0.000000	0.000000
ISEALMA(11)	0.000000	0.000000
ISEALMA(12)	0.000000	0.000000

ISTENCIKARMA(1)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(2)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(3)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(4)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(5)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(6)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(7)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(8)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(9)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(10)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(11)	0.000000	0.000000
ISTENCIKARMA(12)	0.000000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	0.000000	14.88095
2	0.000000	14.88095
3	0.000000	14.88095
4	0.000000	14.88095
5	0.000000	14.88095
6	0.000000	14.88095
7	0.000000	14.88095
8	0.000000	13.52814
9	0.000000	13.52814
10	0.000000	13.52814
11	0.000000	13.52814
12	0.000000	13.52814
13	0.000000	10.68376
14	0.000000	10.68376
15	0.000000	10.68376
16	0.000000	8.903134
17	0.000000	8.903134
18	0.000000	8.903134
19	0.000000	8.903134

20	0.000000	8.903134
21	0.000000	8.903134
22	0.000000	8.903134
23	0.000000	8.903134
24	0.000000	8.903134
25	400.0000	0.000000
26	373.1125	0.000000
27	399.6625	0.000000
28	400.0000	0.000000
29	388.3375	0.000000
30	398.8750	0.000000
31	400.0000	0.000000
32	400.0000	0.000000
33	399.8500	0.000000
34	394.7500	0.000000
35	399.6062	0.000000
36	397.6375	0.000000
37	0.3788771E-03	0.000000
38	0.9500000E-01	0.000000
39	0.2069426E-03	0.000000
40	0.1436206E-03	0.000000
41	0.8886503E-01	0.000000
42	0.2769584E-03	0.000000
43	0.2061983E-01	0.000000
44	0.8822530E-01	0.000000
45	0.8822530E-01	0.000000
46	0.9493897E-01	0.000000
47	0.9475926E-01	0.000000
48	0.9475878E-01	0.000000
49	241.0000	0.000000
50	0.000000	0.000000
51	284.0000	0.000000
52	284.0000	0.000000

53	15.00000	0.000000
54	289.0000	0.000000
55	216.0000	0.000000
56	20.18182	0.000000
57	20.18182	0.000000
58	0.1818182	0.000000
59	0.7272727	0.000000
60	0.7272727	0.000000
61	0.4242003E-03	0.000000
62	0.9500000E-01	0.000000
63	0.4898352E-01	0.000000
64	0.5890506E-04	0.000000
65	0.9465035E-01	0.000000
66	0.4048395E-01	0.000000
67	0.5890506E-04	0.000000
68	0.5786889E-01	0.000000
69	0.9472429E-01	0.000000
70	0.9472129E-01	0.000000
71	0.9304905E-01	0.000000
72	0.7065543E-01	0.000000
73	136.0000	0.000000
74	0.000000	0.000000
75	67.00000	0.000000
76	137.0000	0.000000
77	0.5000000	0.000000
78	78.66667	0.000000
79	137.0000	0.000000
80	51.16667	0.000000
81	0.3333333	0.000000
82	0.3333333	0.000000
83	2.333333	0.000000
84	28.16667	0.000000
85	162.0000	0.000000

86	200.0000	0.000000
87	200.0000	0.000000
88	184.0000	0.000000
89	200.0000	0.000000
90	200.0000	0.000000
91	200.0000	0.000000
92	200.0000	0.000000
93	200.0000	0.000000
94	178.0000	0.000000
95	200.0000	0.000000
96	200.0000	0.000000
97	185.0000	0.000000
98	200.0000	0.000000
99	200.0000	0.000000
100	185.0000	0.000000
101	200.0000	0.000000
102	200.0000	0.000000
103	200.0000	0.000000
104	147.0000	0.000000
105	200.0000	0.000000
106	200.0000	0.000000
107	200.0000	0.000000
108	200.0000	0.000000
109	0.000000	0.000000
110	0.000000	0.000000
111	0.000000	0.000000
112	0.000000	0.000000
113	0.000000	0.000000
114	0.000000	0.000000
115	0.000000	0.000000
116	0.000000	0.000000
117	0.000000	0.000000
118	0.000000	0.000000

119	0.000000	0.000000
120	0.000000	0.000000
121	0.000000	0.000000
122	0.000000	0.000000
123	0.000000	0.000000
124	0.000000	0.000000
125	0.000000	0.000000
126	0.000000	0.000000
127	0.000000	0.000000
128	0.000000	0.000000
129	0.000000	0.000000
130	0.000000	0.000000
131	0.000000	0.000000
132	352845.4	-1.000000
133	0.000000	0.000000
134	0.000000	0.000000
135	0.000000	0.000000
136	0.000000	0.000000
137	0.000000	0.000000
138	0.000000	0.000000
139	0.000000	0.000000
140	0.000000	0.000000
141	0.000000	0.000000
142	0.000000	0.000000
143	0.000000	0.000000
144	0.000000	0.000000
145	0.000000	0.000000
146	0.000000	0.000000
147	0.000000	0.000000
148	0.000000	0.000000
149	0.000000	0.000000
150	0.000000	0.000000
151	0.000000	0.000000

152	0.000000	0.000000
153	0.000000	0.000000
154	0.000000	0.000000
155	0.000000	0.000000
156	0.000000	0.000000
157	0.000000	0.000000
158	0.000000	0.000000
159	0.000000	0.000000
160	0.000000	0.000000
161	0.000000	0.000000
162	0.000000	0.000000
163	0.000000	0.000000
164	0.000000	0.000000
165	0.000000	0.000000
166	0.000000	0.000000
167	0.000000	0.000000
168	0.000000	0.000000
169	0.000000	0.000000
170	0.000000	0.000000
171	0.000000	0.000000
172	0.000000	0.000000
173	0.000000	0.000000
174	0.000000	0.000000
175	0.000000	0.000000
176	0.000000	0.000000
177	0.000000	0.000000
178	0.000000	0.000000
179	0.000000	0.000000
180	0.000000	0.000000
181	0.000000	0.000000
182	0.000000	0.000000
183	0.000000	0.000000
184	0.000000	0.000000

185	0.000000	0.000000
186	0.000000	0.000000
187	0.000000	0.000000
188	0.000000	0.000000
189	0.000000	0.000000
190	0.000000	0.000000
191	0.000000	0.000000
192	0.000000	0.000000
193	0.000000	0.000000
194	0.000000	0.000000
195	0.000000	0.000000
196	0.000000	0.000000
197	0.000000	0.000000
198	0.000000	0.000000
199	0.000000	0.000000
200	0.000000	0.000000
201	0.000000	0.000000
202	0.000000	0.000000
203	0.000000	0.000000
204	0.000000	0.000000

LİNEER ATAMA MODELİ
B-1 Modelin Açılımı

MODEL:

$$\begin{aligned}
 [_1] \text{ MIN} = & 2.33 * \text{DEGER_3759_1} + 2.31 * \text{DEGER_3759_2} + 0.55 * \\
 & \text{DEGER_3759_3} + 0.65 * \text{DEGER_3759_4} + 2.6 * \text{DEGER_3759_5} + 2.65 * \\
 & \text{DEGER_3759_6} + 2.74 * \text{DEGER_3759_7} + 2.22 * \text{DEGER_3759_8} + 1.07 * \\
 & \text{DEGER_3759_9} + 2.33 * \text{DEGER_4237_1} + 1.07 * \text{DEGER_4237_2} + 1.16 * \\
 & \text{DEGER_4237_3} + 1.04 * \text{DEGER_4237_4} + 2.48 * \text{DEGER_4237_5} + 2.65 * \\
 & \text{DEGER_4237_6} + 2.74 * \text{DEGER_4237_7} + 2.22 * \text{DEGER_4237_8} + 1.07 * \\
 & \text{DEGER_4237_9} + 2.33 * \text{DEGER_3700_1} + 1.14 * \text{DEGER_3700_2} + 1.16 * \\
 & \text{DEGER_3700_3} + 0.89 * \text{DEGER_3700_4} + 2.48 * \text{DEGER_3700_5} + 2.65 * \\
 & \text{DEGER_3700_6} + 2.74 * \text{DEGER_3700_7} + 2.22 * \text{DEGER_3700_8} + 1.07 * \\
 & \text{DEGER_5483_6} + 2.74 * \text{DEGER_5483_7} + 1.34 * \text{DEGER_5483_8} + 1.07 * \\
 & \text{DEGER_5483_9} + 2.33 * \text{DEGER_5590_1} + 2.31 * \text{DEGER_5590_2} + 1.16 * \\
 & \text{DEGER_5590_3} + 1.18 * \text{DEGER_5590_4} + 2.48 * \text{DEGER_5590_5} + 2.65 * \\
 & \text{DEGER_5590_6} + 1.38 * \text{DEGER_5590_7} + 2.22 * \text{DEGER_5590_8} + 0.64 * \\
 & \text{DEGER_5590_9} + 1.08 * \text{DEGER_5677_1} + 2.31 * \text{DEGER_5677_2} + 0.75 * \\
 & \text{DEGER_5677_3} + 1.18 * \text{DEGER_5677_4} + 2.48 * \text{DEGER_5677_5} + 2.65 * \\
 & \text{DEGER_5677_6} + 2.74 * \text{DEGER_5677_7} + 1.08 * \text{DEGER_5677_8} + 1.07 * \\
 & \text{DEGER_5677_9} + 1.03 * \text{DEGER_5765_1} + 1.37 * \text{DEGER_5765_2} + 1.16 * \\
 & \text{DEGER_5765_3} + 1.17 * \text{DEGER_5765_4} + 2.48 * \text{DEGER_5765_5} + 1.56 * \\
 & \text{DEGER_5765_6} + 2.74 * \text{DEGER_5765_7} + 2.22 * \text{DEGER_5765_8} + 1.07 * \\
 & \text{DEGER_5765_9} + 2.33 * \text{DEGER_5991_1} + 2.31 * \text{DEGER_5991_2} + 1.16 *
 \end{aligned}$$

DEGER_5991_3 + 1.18 * DEGER_5991_4 + 2.48 * DEGER_5991_5 + 1.88 *
 DEGER_5991_6 + 2.74 * DEGER_5991_7 + 2.22 * DEGER_5991_8 +
 0.68000000000000001 * DEGER_5991_9 + 2.33 * DEGER_6822_1 + 2.31 *
 DEGER_6822_2 + 1.16 * DEGER_6822_3 + 1.18 * DEGER_6822_4 + 2.48 *
 DEGER_6822_5 + 1.38 * DEGER_6822_6 + 2.74 * DEGER_6822_7 + 1.37 *
 DEGER_6822_8 + 1.07 * DEGER_6822_9 + 2.33 * DEGER_5205_1 + 2.31 *
 DEGER_5205_2 + 1.16 * DEGER_5205_3 + 1.18 * DEGER_5205_4 + 2.48 *
 DEGER_5205_5 + 2.65 * DEGER_5205_6 + 1.73 * DEGER_5205_7 + 1.36 *
 DEGER_5205_8 + 1.07 * DEGER_5205_9 + 2.33 * DEGER_6832_1 + 1.28 *
 DEGER_6832_2 + 0.66 * DEGER_6832_3 + 1.18 * DEGER_6832_4 + 2.27 *
 DEGER_6832_5 + 1.44 * DEGER_6832_6 + 2.74 * DEGER_6832_7 + 2.22 *
 DEGER_6832_8 + 1.07 * DEGER_6832_9 + 2.33 * DEGER_6889_1 + 2.31 *
 DEGER_6889_2 + 1.16 * DEGER_6889_3 + 1.18 * DEGER_6889_4 + 2.48 *
 DEGER_6889_5 + 1.79 * DEGER_6889_6 + 2.74 * DEGER_6889_7 + 1.16 *
 DEGER_6889_8 + 1.07 * DEGER_6889_9 + 2.33 * DEGER_5010_1 + 2.31 *
 DEGER_5010_2 + 1.16 * DEGER_5010_3 + 1.18 * DEGER_5010_4 + 2.48 *
 DEGER_5010_5 + 1.37 * DEGER_5010_6 + 2.74 * DEGER_5010_7 + 1.32 *
 DEGER_5010_8 + 0.95 * DEGER_5010_9 + 1.17 * DEGER_5439_1 + 2.31 *
 DEGER_5439_2 + 1.16 * DEGER_5439_3 + 1.18 * DEGER_5439_4 + 2.48 *
 DEGER_5439_5 + 1.86 * DEGER_5439_6 + 1.52 * DEGER_5439_7 + 2.22 *
 DEGER_5439_8 + 1.07 * DEGER_5439_9 + DEGER_6053_1 + 1.08 * DEGER_6053_2
 + 1.16 * DEGER_6053_3 + 1.18 * DEGER_6053_4 + 2.48 * DEGER_6053_5 + 1.72
 * DEGER_6053_6 + 1.39 * DEGER_6053_7 + 2.22 * DEGER_6053_8 + 1.07 *
 DEGER_6053_9 + 2.33 * DEGER_4106_1 + 1.08 * DEGER_4106_2 + 1.16 *
 DEGER_4106_3 + 1.18 * DEGER_4106_4 + 2.24 * DEGER_4106_5 + 2.65 *
 DEGER_4106_6 + 2.74 * DEGER_4106_7 + 1.12 * DEGER_4106_8 + 1.07 *
 DEGER_4106_9 + 1.09 * DEGER_5243_1 + 1.08 * DEGER_5243_2 + 0.7 *
 DEGER_5243_3 + 0.83 * DEGER_5243_4 + 1.81 * DEGER_5243_5 + 2.65 *
 DEGER_5243_6 + 1.39 * DEGER_5243_7 + 2.22 * DEGER_5243_8 + 1.07 *
 DEGER_5243_9 + 2.33 * DEGER_5437_1 + 1.03 * DEGER_5437_2 + 0.69 *
 DEGER_5437_3 + 1.18 * DEGER_5437_4 + 2.56 * DEGER_5437_5 + 1.54 *
 DEGER_5437_6 + 2.74 * DEGER_5437_7 + 2.22 * DEGER_5437_8 + 1.07 *
 DEGER_5437_9 + 2.33 * DEGER_5493_1 + 1.56 * DEGER_5493_2 + 1.16 *

DEGER_5493_3 + 1.18 * DEGER_5493_4 + 1.6 * DEGER_5493_5 + 2.65 *
 DEGER_5493_6 + 2.74 * DEGER_5493_7 + 1.21 * DEGER_5493_8 + 0.75 *
 DEGER_5493_9 + 2.33 * DEGER_5494_1 + 1.71 * DEGER_5494_2 + 1.16 *
 DEGER_5494_3 + 1.18 * DEGER_5494_4 + 2.48 * DEGER_5494_5 + 2.65 *
 DEGER_5494_6 + 1.38 * DEGER_5494_7 + 2.22 * DEGER_5494_8 + 1.07 *
 DEGER_5494_9 + 1.16 * DEGER_5545_1 + 2.31 * DEGER_5545_2 + 1.16 *
 DEGER_5545_3 + 1.18 * DEGER_5545_4 + 1.54 * DEGER_5545_5 + 1.37 *
 DEGER_5545_6 + 2.74 * DEGER_5545_7 + 2.22 * DEGER_5545_8 + 1.05 *
 DEGER_5545_9 + 2.33 * DEGER_3271_1 + 2.31 * DEGER_3271_2 + 1.16 *
 DEGER_3271_3 + 0.69 * DEGER_3271_4 + 2.48 * DEGER_3271_5 + 2.14 *
 DEGER_3271_6 + 2.74 * DEGER_3271_7 + 2.22 * DEGER_3271_8 + 0.91 *
 DEGER_3271_9 + 2.33 * DEGER_3806_1 + 2.31 * DEGER_3806_2 + 1.16 *
 DEGER_3806_3 + 1.18 * DEGER_3806_4 + 2.15 * DEGER_3806_5 + 1.69 *
 DEGER_3806_6 + 2.74 * DEGER_3806_7 + 2.22 * DEGER_3806_8 + 0.66 *
 DEGER_3806_9 + 2.33 * DEGER_5879_1 + 2.31 * DEGER_5879_2 + 1.16 *
 DEGER_5879_3 + 1.18 * DEGER_5879_4 + 2.48 * DEGER_5879_5 + 1.49 *
 DEGER_5879_6 + 2.74 * DEGER_5879_7 + 2.22 * DEGER_5879_8 + 1.07 *
 DEGER_5879_9 + 1.16 * DEGER_5889_1 + 2.31 * DEGER_5889_2 +
 0.6800000000000001 * DEGER_5889_3 + 0.8100000000000001 * DEGER_5889_4 +
 2.48 * DEGER_5889_5 + 1.32 * DEGER_5889_6 + 2.74 * DEGER_5889_7 + 2.22 *
 DEGER_5889_8 + 1.07 * DEGER_5889_9 + 2.33 * DEGER_6175_1 + 2.31 *
 DEGER_6175_2 + 1.16 * DEGER_6175_3 + 1.18 * DEGER_6175_4 + 2.48 *
 DEGER_6175_5 + 2.65 * DEGER_6175_6 + 2.74 * DEGER_6175_7 + 1.07 *
 DEGER_6175_8 + 1.04 * DEGER_6175_9 + 1.31 * DEGER_6176_1 + 2.31 *
 DEGER_6176_2 + 0.85 * DEGER_6176_3 + 1.18 * DEGER_6176_4 + 2.48 *
 DEGER_6176_5 + 2.65 * DEGER_6176_6 + 2.74 * DEGER_6176_7 + 1.2 *
 DEGER_6176_8 + 1.07 * DEGER_6176_9 + 2.33 * DEGER_6724_1 + 2.31 *
 DEGER_6724_2 + 1.16 * DEGER_6724_3 + 1.18 * DEGER_6724_4 + 2.48 *
 DEGER_6724_5 + 2.65 * DEGER_6724_6 + 2.74 * DEGER_6724_7 + 2.22 *
 DEGER_6724_8 + 0.67 * DEGER_6724_9 + 1.61 * DEGER_6876_1 + 1.86 *
 DEGER_6876_2 + 1.16 * DEGER_6876_3 + 1.18 * DEGER_6876_4 + 2.48 *
 DEGER_6876_5 + 2.65 * DEGER_6876_6 + 2.74 * DEGER_6876_7 + 2.22 *
 DEGER_6876_8 + 1.07 * DEGER_6876_9 + 2.33 * DEGER_4069_1 + 2.31 *

DEGER_4069_2 + 1.16 * DEGER_4069_3 + 1.18 * DEGER_4069_4 + 2.48 *
 DEGER_4069_5 + 2.65 * DEGER_4069_6 + 1.58 * DEGER_4069_7 + 1.1 *
 DEGER_4069_8 + 1.07 * DEGER_4069_9 + 2.33 * DEGER_6823_1 + 2.31 *
 DEGER_6823_2 + 1.16 * DEGER_6823_3 + 1.14 * DEGER_6823_4 + 2.48 *
 DEGER_6823_5 + 2.65 * DEGER_6823_6 + 2.74 * DEGER_6823_7 + 2.22 *
 DEGER_6823_8 + 0.96 * DEGER_6823_9 + 2.33 * DEGER_5768_1 + 2.31 *
 DEGER_5768_2 + 0.82 * DEGER_5768_3 + 1.18 * DEGER_5768_4 + 2.48 *
 DEGER_5768_5 + 2.65 * DEGER_5768_6 + 1.45 * DEGER_5768_7 + 2.22 *
 DEGER_5768_8 + 1.07 * DEGER_5768_9 + 2.33 * DEGER_6722_1 + 2.31 *
 DEGER_6722_2 + 1.16 * DEGER_6722_3 + 1.18 * DEGER_6722_4 + 2.48 *
 DEGER_6722_5 + 2.65 * DEGER_6722_6 + 2.74 * DEGER_6722_7 + 2.22 *
 DEGER_6722_8 + 1.03 * DEGER_6722_9 + 2.33 * DEGER_7021_1 + 2.31 *
 DEGER_7021_2 + 0.8 * DEGER_7021_3 + 1.18 * DEGER_7021_4 + 2.48 *
 DEGER_7021_5 + 1.42 * DEGER_7021_6 + 2.74 * DEGER_7021_7 + 2.22 *
 DEGER_7021_8 + 1.07 * DEGER_7021_9 + 2.33 * DEGER_7028_1 + 2.31 *
 DEGER_7028_2 + 1.16 * DEGER_7028_3 + 1.18 * DEGER_7028_4 + 2.48 *
 DEGER_7028_5 + 1.7 * DEGER_7028_6 + 2.74 * DEGER_7028_7 + 2.22 *
 DEGER_7028_8 + 0.55 * DEGER_7028_9 + 2.33 * DEGER_7029_1 + 2.31 *
 DEGER_7029_2 + 0.84 * DEGER_7029_3 + 1.18 * DEGER_7029_4 + 1.88 *
 DEGER_7029_5 + 1.52 * DEGER_7029_6 + 2.74 * DEGER_7029_7 + 2.22 *
 DEGER_7029_8 + 1.07 * DEGER_7029_9 + 2.33 * DEGER_2686_1 + 2.31 *
 DEGER_2686_2 + 1.16 * DEGER_2686_3 + 1.18 * DEGER_2686_4 + 2.6 *
 DEGER_2686_5 + 1.26 * DEGER_2686_6 + 2.74 * DEGER_2686_7 + 2.22 *
 DEGER_2686_8 + 1.07 * DEGER_2686_9 + 2.33 * DEGER_3889_1 + 2.31 *
 DEGER_3889_2 + 0.8 * DEGER_3889_3 + 1.18 * DEGER_3889_4 + 2.06 *
 DEGER_3889_5 + 2.65 * DEGER_3889_6 + 2.74 * DEGER_3889_7 + 2.22 *
 DEGER_3889_8 + 1.07 * DEGER_3889_9 + 2.33 * DEGER_2641_1 + 2.31 *
 DEGER_2641_2 + 1.16 * DEGER_2641_3 + 1.18 * DEGER_2641_4 + 1.5 *
 DEGER_2641_5 + 2.65 * DEGER_2641_6 + 2.74 * DEGER_2641_7 + 1.08 *
 DEGER_2641_8 + 0.84 * DEGER_2641_9 + 2.33 * DEGER_4465_1 + 2.31 *
 DEGER_4465_2 + 1.16 * DEGER_4465_3 + 1.18 * DEGER_4465_4 + 2.03 *
 DEGER_4465_5 + 2.2 * DEGER_4465_6 + 2.74 * DEGER_4465_7 + 2.22 *
 DEGER_4465_8 + 1.07 * DEGER_4465_9 + 2.33 * DEGER_4469_1 + 1.94 *

DEGER_4469_2 + 1.16 * DEGER_4469_3 + 1.18 * DEGER_4469_4 + 1.52 *
 DEGER_4469_5 + 2.65 * DEGER_4469_6 + 2.74 * DEGER_4469_7 + 2.22 *
 DEGER_4469_8 + 1.07 * DEGER_4469_9 + 2.33 * DEGER_4576_1 + 2.31 *
 DEGER_4576_2 + 0.87 * DEGER_4576_3 + 1.18 * DEGER_4576_4 + 2.32 *
 DEGER_4576_5 + 2.65 * DEGER_4576_6 + 2.74 * DEGER_4576_7 + 1.05 *
 DEGER_4576_8 + 1.07 * DEGER_4576_9 + 2.33 * DEGER_4611_1 + 1.92 *
 DEGER_4611_2 + 1.16 * DEGER_4611_3 + 1.18 * DEGER_4611_4 + 2.48 *
 DEGER_4611_5 + 1.43 * DEGER_4611_6 + 2.74 * DEGER_4611_7 + 1.42 *
 DEGER_4611_8 + 1.07 * DEGER_4611_9 + 2.33 * DEGER_4952_1 + 2.31 *
 DEGER_4952_2 + 1.16 * DEGER_4952_3 + 1.18 * DEGER_4952_4 + 2.48 *
 DEGER_4952_5 + 1.49 * DEGER_4952_6 + 2.74 * DEGER_4952_7 + 1.36 *
 DEGER_4952_8 + 1.07 * DEGER_4952_9 + 2.33 * DEGER_5055_1 + 2.31 *
 DEGER_5055_2 + 1.16 * DEGER_5055_3 + 1.18 * DEGER_5055_4 + 2.69 *
 DEGER_5055_5 + 2.65 * DEGER_5055_6 + 2.74 * DEGER_5055_7 + 2.22 *
 DEGER_5055_8 + 1.05 * DEGER_5055_9 ;
 [_2] 0.1066098081023454 * DEGER_3759_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_4237_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_3700_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_4352_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_5335_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_5483_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_5590_1 + 0.2295212530942334 *
 DEGER_5677_1 + 0.2404889621578594 * DEGER_5765_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_5991_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_6822_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_5205_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_6832_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_6889_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_5010_1 + 0.2119511181375262 *
 DEGER_5439_1 + 0.2484830729603453 * DEGER_6053_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_4106_1 + 0.2281110353275561 * DEGER_5243_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_5437_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_5493_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_5494_1 + 0.2140311548029554 * DEGER_5545_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_3271_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_3806_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_5879_1 + 0.2140311548029554 * DEGER_5889_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_6175_1 + 0.1895205017593188 * DEGER_6176_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_6724_1 + 0.1539608428309211 * DEGER_6876_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_4069_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_6823_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_5768_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_6722_1 + 0.1066098081023454 *

DEGER_7021_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_7028_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_7029_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_2686_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_3889_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_2641_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_4465_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_4469_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_4576_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_4611_1 + 0.1066098081023454 *
 DEGER_4952_1 + 0.1066098081023454 * DEGER_5055_1 = 425 ;
 [_3] 0.1072961373390558 * DEGER_3759_2 + 0.2320185614849188 *
 DEGER_4237_2 + 0.2173913043478261 * DEGER_3700_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_4352_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_5335_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_5483_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_5590_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_5677_2 + 0.1811594202898551 * DEGER_5765_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_5991_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_6822_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_5205_2 + 0.1937984496124031 * DEGER_6832_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_6889_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_5010_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_5439_2 + 0.2288329519450801 * DEGER_6053_2 + 0.2298850574712644 *
 DEGER_4106_2 + 0.2309468822170901 * DEGER_5243_2 + 0.2415458937198068 *
 DEGER_5437_2 + 0.1589825119236884 * DEGER_5493_2 + 0.1451378809869376 *
 DEGER_5494_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_5545_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_3271_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_3806_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_5879_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_5889_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_6175_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_6176_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_6724_2 + 0.1336898395721925 * DEGER_6876_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_4069_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_6823_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_5768_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_6722_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_7021_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_7028_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_7029_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_2686_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_3889_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_2641_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_4465_2 + 0.1277139208173691 * DEGER_4469_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_4576_2 + 0.1288659793814433 * DEGER_4611_2 + 0.1072961373390558 *
 DEGER_4952_2 + 0.1072961373390558 * DEGER_5055_2 = 425 ;
 [_4] 0.4484304932735426 * DEGER_3759_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_4237_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_3700_3 + 0.3745318352059925 *
 DEGER_4352_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_5335_3 + 0.2145922746781116 *

DEGER_5483_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_5590_3 + 0.3289473684210527 *
 DEGER_5677_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_5765_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_5991_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_6822_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_5205_3 + 0.3773584905660378 * DEGER_6832_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_6889_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_5010_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_5439_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_6053_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_4106_3 + 0.353356890459364 * DEGER_5243_3 + 0.3597122302158274 *
 DEGER_5437_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_5493_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_5494_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_5545_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_3271_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_3806_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_5879_3 + 0.3623188405797102 * DEGER_5889_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_6175_3 + 0.2906976744186047 * DEGER_6176_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_6724_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_6876_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_4069_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_6823_3 + 0.3012048192771085 *
 DEGER_5768_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_6722_3 + 0.3095975232198143 *
 DEGER_7021_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_7028_3 + 0.2967359050445104 *
 DEGER_7029_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_2686_3 + 0.3095975232198143 *
 DEGER_3889_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_2641_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_4465_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_4469_3 + 0.2857142857142857 *
 DEGER_4576_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_4611_3 + 0.2145922746781116 *
 DEGER_4952_3 + 0.2145922746781116 * DEGER_5055_3 = 425 ;
 [_5] 0.3787878787878788 * DEGER_3759_4 + 0.2392344497607656 *
 DEGER_4237_4 + 0.2801120448179272 * DEGER_3700_4 + 0.2109704641350211 *
 DEGER_4352_4 + 0.2109704641350211 * DEGER_5335_4 + 0.4 * DEGER_5483_4 +
 0.2109704641350211 * DEGER_5590_4 + 0.2109704641350211 * DEGER_5677_4 +
 0.211864406779661 * DEGER_5765_4 + 0.2109704641350211 * DEGER_5991_4 +
 0.2109704641350211 * DEGER_6822_4 + 0.2109704641350211 * DEGER_5205_4 +
 0.2109704641350211 * DEGER_6832_4 + 0.2109704641350211 * DEGER_6889_4 +
 0.2109704641350211 * DEGER_5010_4 + 0.2109704641350211 * DEGER_5439_4 +
 0.2109704641350211 * DEGER_6053_4 + 0.2109704641350211 * DEGER_4106_4 +
 0.2985074626865671 * DEGER_5243_4 + 0.2109704641350211 * DEGER_5437_4 +
 0.2109704641350211 * DEGER_5493_4 + 0.2109704641350211 * DEGER_5494_4 +
 0.2109704641350211 * DEGER_5545_4 + 0.3597122302158274 * DEGER_3271_4 +

$0.2109704641350211 * \text{DEGER_3806_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_5879_4} +$
 $0.3058103975535168 * \text{DEGER_5889_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_6175_4} +$
 $0.2109704641350211 * \text{DEGER_6176_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_6724_4} +$
 $0.2109704641350211 * \text{DEGER_6876_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_4069_4} +$
 $0.2173913043478261 * \text{DEGER_6823_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_5768_4} +$
 $0.2109704641350211 * \text{DEGER_6722_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_7021_4} +$
 $0.2109704641350211 * \text{DEGER_7028_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_7029_4} +$
 $0.2109704641350211 * \text{DEGER_2686_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_3889_4} +$
 $0.2109704641350211 * \text{DEGER_2641_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_4465_4} +$
 $0.2109704641350211 * \text{DEGER_4469_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_4576_4} +$
 $0.2109704641350211 * \text{DEGER_4611_4} + 0.2109704641350211 * \text{DEGER_4952_4} +$
 $0.2109704641350211 * \text{DEGER_5055_4} = 425 ;$
 [_6] $0.09551098376313276 * \text{DEGER_3759_5} + 0.1 * \text{DEGER_4237_5} + 0.1 * \text{DEGER_3700_5} +$
 $0.1 * \text{DEGER_4352_5} + 0.1 * \text{DEGER_5335_5} + 0.1 * \text{DEGER_5483_5} +$
 $0.1 * \text{DEGER_5590_5} + 0.1 * \text{DEGER_5677_5} + 0.1 * \text{DEGER_5765_5} +$
 $0.1 * \text{DEGER_5991_5} + 0.1 * \text{DEGER_6822_5} + 0.1 * \text{DEGER_5205_5} +$
 $0.109051254089422 * \text{DEGER_6832_5} + 0.1 * \text{DEGER_6889_5} +$
 $0.1 * \text{DEGER_5010_5} + 0.1 * \text{DEGER_5439_5} + 0.1 * \text{DEGER_6053_5} +$
 $0.1104972375690608 * \text{DEGER_4106_5} + 0.1367989056087551 * \text{DEGER_5243_5} +$
 $0.0968054211035818 * \text{DEGER_5437_5} + 0.1547987616099071 * \text{DEGER_5493_5} +$
 $0.1 * \text{DEGER_5494_5} + 0.1610305958132045 * \text{DEGER_5545_5} + 0.1 * \text{DEGER_3271_5} +$
 $0.1153402537485583 * \text{DEGER_3806_5} + 0.1 * \text{DEGER_5879_5} +$
 $0.1 * \text{DEGER_5889_5} + 0.1 * \text{DEGER_6175_5} + 0.1 * \text{DEGER_6176_5} + 0.1 * \text{DEGER_6724_5} +$
 $0.1 * \text{DEGER_6876_5} + 0.1 * \text{DEGER_4069_5} + 0.1 * \text{DEGER_6823_5} +$
 $0.1 * \text{DEGER_5768_5} + 0.1 * \text{DEGER_6722_5} + 0.1 * \text{DEGER_7021_5} +$
 $0.1 * \text{DEGER_7028_5} + 0.1319261213720317 * \text{DEGER_7029_5} +$
 $0.09551098376313276 * \text{DEGER_2686_5} + 0.1204819277108434 * \text{DEGER_3889_5} +$
 $0.165016501650165 * \text{DEGER_2641_5} + 0.1219512195121951 * \text{DEGER_4465_5} +$
 $0.1626016260162602 * \text{DEGER_4469_5} + 0.1067235859124867 * \text{DEGER_4576_5} +$
 $0.1 * \text{DEGER_4611_5} + 0.1 * \text{DEGER_4952_5} + 0.09233610341643582 * \text{DEGER_5055_5} = 425 ;$
 [_7] $0.09345794392523366 * \text{DEGER_3759_6} + 0.09345794392523366 * \text{DEGER_4237_6} +$
 $0.09345794392523366 * \text{DEGER_3700_6} + 0.09345794392523366$

* DEGER_4352_6 + 0.09345794392523366 * DEGER_5335_6 +
 0.09345794392523366 * DEGER_5483_6 + 0.09345794392523366 * DEGER_5590_6
 + 0.09345794392523366 * DEGER_5677_6 + 0.1587301587301587 * DEGER_5765_6
 + 0.1321003963011889 * DEGER_5991_6 + 0.1798561151079137 * DEGER_6822_6
 + 0.09345794392523366 * DEGER_5205_6 + 0.1724137931034483 * DEGER_6832_6
 + 0.1383125864453665 * DEGER_6889_6 + 0.1814882032667877 * DEGER_5010_6
 + 0.1333333333333333 * DEGER_5439_6 + 0.1440922190201729 * DEGER_6053_6
 + 0.09345794392523366 * DEGER_4106_6 + 0.09345794392523366 *
 DEGER_5243_6 + 0.1612903225806452 * DEGER_5437_6 + 0.09345794392523366 *
 DEGER_5493_6 + 0.09345794392523366 * DEGER_5494_6 + 0.1814882032667877 *
 DEGER_5545_6 + 0.116144018583043 * DEGER_3271_6 + 0.1464128843338214 *
 DEGER_3806_6 + 0.1663893510815308 * DEGER_5879_6 + 0.1876172607879925 *
 DEGER_5889_6 + 0.09345794392523366 * DEGER_6175_6 + 0.09345794392523366
 * DEGER_6176_6 + 0.09345794392523366 * DEGER_6724_6 +
 0.09345794392523366 * DEGER_6876_6 + 0.09345794392523366 * DEGER_4069_6
 + 0.09345794392523366 * DEGER_6823_6 + 0.09345794392523366 *
 DEGER_5768_6 + 0.09345794392523366 * DEGER_6722_6 + 0.1742160278745644 *
 DEGER_7021_6 + 0.145985401459854 * DEGER_7028_6 + 0.1636661211129296 *
 DEGER_7029_6 + 0.1964636542239686 * DEGER_2686_6 + 0.09345794392523366 *
 DEGER_3889_6 + 0.09345794392523366 * DEGER_2641_6 + 0.1128668171557562 *
 DEGER_4465_6 + 0.09345794392523366 * DEGER_4469_6 + 0.09345794392523366
 * DEGER_4576_6 + 0.1739130434782609 * DEGER_4611_6 + 0.1666666666666667
 * DEGER_4952_6 + 0.09345794392523366 * DEGER_5055_6 = 664 ;
 [_8] 0.09041591320072333 * DEGER_3759_7 + 0.09041591320072333 *
 DEGER_4237_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_3700_7 + 0.09041591320072333
 * DEGER_4352_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_5335_7 +
 0.09041591320072333 * DEGER_5483_7 + 0.1792462265980608 * DEGER_5590_7 +
 0.09041591320072333 * DEGER_5677_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_5765_7
 + 0.09041591320072333 * DEGER_5991_7 + 0.09041591320072333 *
 DEGER_6822_7 + 0.1437543135278703 * DEGER_5205_7 + 0.09041591320072333 *
 DEGER_6832_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_6889_7 + 0.09041591320072333
 * DEGER_5010_7 + 0.1632100944790595 * DEGER_5439_7 + 0.1786331207956462
 * DEGER_6053_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_4106_7 + 0.1782944672195816

* DEGER_5243_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_5437_7 +
 0.09041591320072333 * DEGER_5493_7 + 0.1794379858732063 * DEGER_5494_7 +
 0.09041591320072333 * DEGER_5545_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_3271_7
 + 0.09041591320072333 * DEGER_3806_7 + 0.09041591320072333 *
 DEGER_5879_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_5889_7 + 0.09041591320072333
 * DEGER_6175_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_6176_7 +
 0.09041591320072333 * DEGER_6724_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_6876_7
 + 0.1571995096004099 * DEGER_4069_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_6823_7
 + 0.1708199253926894 * DEGER_5768_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_6722_7
 + 0.09041591320072333 * DEGER_7021_7 + 0.09041591320072333 *
 DEGER_7028_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_7029_7 + 0.09041591320072333
 * DEGER_2686_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_3889_7 +
 0.09041591320072333 * DEGER_2641_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_4465_7
 + 0.09041591320072333 * DEGER_4469_7 + 0.09041591320072333 *
 DEGER_4576_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_4611_7 + 0.09041591320072333
 * DEGER_4952_7 + 0.09041591320072333 * DEGER_5055_7 = 240 ;
 [_9] 0.1116071428571429 * DEGER_3759_8 + 0.1116071428571429 *
 DEGER_4237_8 + 0.1116071428571429 * DEGER_3700_8 + 0.1116071428571429 *
 DEGER_4352_8 + 0.2 * DEGER_5335_8 + 0.1848428835489834 * DEGER_5483_8 +
 0.1116071428571429 * DEGER_5590_8 + 0.2288329519450801 * DEGER_5677_8 +
 0.1116071428571429 * DEGER_5765_8 + 0.1116071428571429 * DEGER_5991_8 +
 0.1811594202898551 * DEGER_6822_8 + 0.1828153564899452 * DEGER_5205_8 +
 0.1116071428571429 * DEGER_6832_8 + 0.2132196162046908 * DEGER_6889_8 +
 0.1872659176029963 * DEGER_5010_8 + 0.1116071428571429 * DEGER_5439_8 +
 0.1116071428571429 * DEGER_6053_8 + 0.221729490022173 * DEGER_4106_8 +
 0.1116071428571429 * DEGER_5243_8 + 0.1116071428571429 * DEGER_5437_8 +
 0.205761316872428 * DEGER_5493_8 + 0.1116071428571429 * DEGER_5494_8 +
 0.1116071428571429 * DEGER_5545_8 + 0.1116071428571429 * DEGER_3271_8 +
 0.1116071428571429 * DEGER_3806_8 + 0.1116071428571429 * DEGER_5879_8 +
 0.1116071428571429 * DEGER_5889_8 + 0.2325581395348837 * DEGER_6175_8 +
 0.2061855670103093 * DEGER_6176_8 + 0.1116071428571429 * DEGER_6724_8 +
 0.1116071428571429 * DEGER_6876_8 + 0.2247191011235955 * DEGER_4069_8 +
 0.1116071428571429 * DEGER_6823_8 + 0.1116071428571429 * DEGER_5768_8 +

$0.1116071428571429 * \text{DEGER_6722_8} + 0.1116071428571429 * \text{DEGER_7021_8} +$
 $0.1116071428571429 * \text{DEGER_7028_8} + 0.1116071428571429 * \text{DEGER_7029_8} +$
 $0.1116071428571429 * \text{DEGER_2686_8} + 0.1116071428571429 * \text{DEGER_3889_8} +$
 $0.2298850574712644 * \text{DEGER_2641_8} + 0.1116071428571429 * \text{DEGER_4465_8} +$
 $0.1116071428571429 * \text{DEGER_4469_8} + 0.2352941176470588 * \text{DEGER_4576_8} +$
 $0.1745200698080279 * \text{DEGER_4611_8} + 0.1828153564899452 * \text{DEGER_4952_8} +$
 $0.1116071428571429 * \text{DEGER_5055_8} = 240 ;$
 [_10] $0.2325581395348837 * \text{DEGER_3759_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_4237_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_3700_9} + 0.3597122302158274 * \text{DEGER_4352_9} + 0.2463054187192119 * \text{DEGER_5335_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5483_9} + 0.3846153846153846 * \text{DEGER_5590_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5677_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5765_9} + 0.3663003663003663 * \text{DEGER_5991_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_6822_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5205_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_6832_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_6889_9} + 0.2604166666666667 * \text{DEGER_5010_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5439_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_6053_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_4106_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5243_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5437_9} + 0.3289473684210527 * \text{DEGER_5493_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5494_9} + 0.2352941176470588 * \text{DEGER_5545_9} + 0.2724795640326976 * \text{DEGER_3271_9} + 0.3759398496240601 * \text{DEGER_3806_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5879_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5889_9} + 0.2392344497607656 * \text{DEGER_6175_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_6176_9} + 0.3731343283582089 * \text{DEGER_6724_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_6876_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_4069_9} + 0.2577319587628866 * \text{DEGER_6823_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_5768_9} + 0.2409638554216867 * \text{DEGER_6722_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_7021_9} + 0.4484304932735426 * \text{DEGER_7028_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_7029_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_2686_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_3889_9} + 0.2941176470588235 * \text{DEGER_2641_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_4465_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_4469_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_4576_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_4611_9} + 0.2325581395348837 * \text{DEGER_4952_9} + 0.2352941176470588 * \text{DEGER_5055_9} = 240 ;$
 [_11] $\text{DEGER_3759_2} + \text{DEGER_4237_2} + \text{DEGER_3700_2} + \text{DEGER_4352_2} +$

DEGER_5335_2 + DEGER_5483_2 + DEGER_5590_2 + DEGER_5677_2 +
 DEGER_5765_2
 + DEGER_5991_2 + DEGER_6822_2 + DEGER_5205_2 + DEGER_6832_2 +
 DEGER_6889_2 + DEGER_5010_2 + DEGER_5439_2 + DEGER_6053_2 +
 DEGER_4106_2
 + DEGER_5243_2 + DEGER_5437_2 + DEGER_5493_2 + DEGER_5494_2 +
 DEGER_5545_2 + DEGER_3271_2 + DEGER_3806_2 + DEGER_5879_2 +
 DEGER_5889_2
 + DEGER_6175_2 + DEGER_6176_2 + DEGER_6724_2 + DEGER_6876_2 +
 DEGER_4069_2 + DEGER_6823_2 + DEGER_5768_2 + DEGER_6722_2 +
 DEGER_7021_2
 + DEGER_7028_2 + DEGER_7029_2 + DEGER_2686_2 + DEGER_3889_2 +
 DEGER_2641_2 + DEGER_4465_2 + DEGER_4469_2 + DEGER_4576_2 +
 DEGER_4611_2
 + DEGER_4952_2 + DEGER_5055_2 <= 3360 ;
 [_12] DEGER_3759_1 + DEGER_3759_2 + DEGER_3759_3 + DEGER_3759_4 +
 DEGER_3759_5 + DEGER_3759_6 + DEGER_3759_7 + DEGER_3759_8 +
 DEGER_3759_9
 <= 420 ;
 [_13] DEGER_4237_1 + DEGER_4237_2 + DEGER_4237_3 + DEGER_4237_4 +
 DEGER_4237_5 + DEGER_4237_6 + DEGER_4237_7 + DEGER_4237_8 +
 DEGER_4237_9
 <= 420 ;
 [_14] DEGER_3700_1 + DEGER_3700_2 + DEGER_3700_3 + DEGER_3700_4 +
 DEGER_3700_5 + DEGER_3700_6 + DEGER_3700_7 + DEGER_3700_8 +
 DEGER_3700_9
 <= 420 ;
 [_15] DEGER_4352_1 + DEGER_4352_2 + DEGER_4352_3 + DEGER_4352_4 +
 DEGER_4352_5 + DEGER_4352_6 + DEGER_4352_7 + DEGER_4352_8 +
 DEGER_4352_9
 <= 420 ;
 [_16] DEGER_5335_1 + DEGER_5335_2 + DEGER_5335_3 + DEGER_5335_4 +
 DEGER_5335_5 + DEGER_5335_6 + DEGER_5335_7 + DEGER_5335_8 +
 DEGER_5335_9
 <= 420 ;
 [_17] DEGER_5483_1 + DEGER_5483_2 + DEGER_5483_3 + DEGER_5483_4 +

DEGER_5483_5 + DEGER_5483_6 + DEGER_5483_7 + DEGER_5483_8 +
DEGER_5483_9

<= 420 ;

[_18] DEGER_5590_1 + DEGER_5590_2 + DEGER_5590_3 + DEGER_5590_4 +
DEGER_5590_5 + DEGER_5590_6 + DEGER_5590_7 + DEGER_5590_8 +
DEGER_5590_9

<= 420 ;

[_19] DEGER_5677_1 + DEGER_5677_2 + DEGER_5677_3 + DEGER_5677_4 +
DEGER_5677_5 + DEGER_5677_6 + DEGER_5677_7 + DEGER_5677_8 +
DEGER_5677_9

<= 420 ;

[_20] DEGER_5765_1 + DEGER_5765_2 + DEGER_5765_3 + DEGER_5765_4 +
DEGER_5765_5 + DEGER_5765_6 + DEGER_5765_7 + DEGER_5765_8 +
DEGER_5765_9

<= 420 ;

[_21] DEGER_5991_1 + DEGER_5991_2 + DEGER_5991_3 + DEGER_5991_4 +
DEGER_5991_5 + DEGER_5991_6 + DEGER_5991_7 + DEGER_5991_8 +
DEGER_5991_9

<= 420 ;

[_22] DEGER_6822_1 + DEGER_6822_2 + DEGER_6822_3 + DEGER_6822_4 +
DEGER_6822_5 + DEGER_6822_6 + DEGER_6822_7 + DEGER_6822_8 +
DEGER_6822_9

<= 420 ;

[_23] DEGER_5205_1 + DEGER_5205_2 + DEGER_5205_3 + DEGER_5205_4 +
DEGER_5205_5 + DEGER_5205_6 + DEGER_5205_7 + DEGER_5205_8 +
DEGER_5205_9

<= 420 ;

[_24] DEGER_6832_1 + DEGER_6832_2 + DEGER_6832_3 + DEGER_6832_4 +
DEGER_6832_5 + DEGER_6832_6 + DEGER_6832_7 + DEGER_6832_8 +
DEGER_6832_9

<= 420 ;

[_25] DEGER_6889_1 + DEGER_6889_2 + DEGER_6889_3 + DEGER_6889_4 +
DEGER_6889_5 + DEGER_6889_6 + DEGER_6889_7 + DEGER_6889_8 +
DEGER_6889_9

<= 420 ;

[_26] DEGER_5010_1 + DEGER_5010_2 + DEGER_5010_3 + DEGER_5010_4 +

DEGER_5010_5 + DEGER_5010_6 + DEGER_5010_7 + DEGER_5010_8 +
DEGER_5010_9

<= 420 ;

[_27] DEGER_5439_1 + DEGER_5439_2 + DEGER_5439_3 + DEGER_5439_4 +
DEGER_5439_5 + DEGER_5439_6 + DEGER_5439_7 + DEGER_5439_8 +
DEGER_5439_9

<= 420 ;

[_28] DEGER_6053_1 + DEGER_6053_2 + DEGER_6053_3 + DEGER_6053_4 +
DEGER_6053_5 + DEGER_6053_6 + DEGER_6053_7 + DEGER_6053_8 +
DEGER_6053_9

<= 420 ;

[_29] DEGER_4106_1 + DEGER_4106_2 + DEGER_4106_3 + DEGER_4106_4 +
DEGER_4106_5 + DEGER_4106_6 + DEGER_4106_7 + DEGER_4106_8 +
DEGER_4106_9

<= 420 ;

[_30] DEGER_5243_1 + DEGER_5243_2 + DEGER_5243_3 + DEGER_5243_4 +
DEGER_5243_5 + DEGER_5243_6 + DEGER_5243_7 + DEGER_5243_8 +
DEGER_5243_9

<= 420 ;

[_31] DEGER_5437_1 + DEGER_5437_2 + DEGER_5437_3 + DEGER_5437_4 +
DEGER_5437_5 + DEGER_5437_6 + DEGER_5437_7 + DEGER_5437_8 +
DEGER_5437_9

<= 420 ;

[_32] DEGER_5493_1 + DEGER_5493_2 + DEGER_5493_3 + DEGER_5493_4 +
DEGER_5493_5 + DEGER_5493_6 + DEGER_5493_7 + DEGER_5493_8 +
DEGER_5493_9

<= 420 ;

[_33] DEGER_5494_1 + DEGER_5494_2 + DEGER_5494_3 + DEGER_5494_4 +
DEGER_5494_5 + DEGER_5494_6 + DEGER_5494_7 + DEGER_5494_8 +
DEGER_5494_9

<= 420 ;

[_34] DEGER_5545_1 + DEGER_5545_2 + DEGER_5545_3 + DEGER_5545_4 +
DEGER_5545_5 + DEGER_5545_6 + DEGER_5545_7 + DEGER_5545_8 +
DEGER_5545_9

<= 420 ;

[_35] DEGER_3271_1 + DEGER_3271_2 + DEGER_3271_3 + DEGER_3271_4 +

DEGER_3271_5 + DEGER_3271_6 + DEGER_3271_7 + DEGER_3271_8 +
DEGER_3271_9

<= 420 ;

[_36] DEGER_3806_1 + DEGER_3806_2 + DEGER_3806_3 + DEGER_3806_4 +
DEGER_3806_5 + DEGER_3806_6 + DEGER_3806_7 + DEGER_3806_8 +
DEGER_3806_9

<= 420 ;

[_37] DEGER_5879_1 + DEGER_5879_2 + DEGER_5879_3 + DEGER_5879_4 +
DEGER_5879_5 + DEGER_5879_6 + DEGER_5879_7 + DEGER_5879_8 +
DEGER_5879_9

<= 420 ;

[_38] DEGER_5889_1 + DEGER_5889_2 + DEGER_5889_3 + DEGER_5889_4 +
DEGER_5889_5 + DEGER_5889_6 + DEGER_5889_7 + DEGER_5889_8 +
DEGER_5889_9

<= 420 ;

[_39] DEGER_6175_1 + DEGER_6175_2 + DEGER_6175_3 + DEGER_6175_4 +
DEGER_6175_5 + DEGER_6175_6 + DEGER_6175_7 + DEGER_6175_8 +
DEGER_6175_9

<= 420 ;

[_40] DEGER_6176_1 + DEGER_6176_2 + DEGER_6176_3 + DEGER_6176_4 +
DEGER_6176_5 + DEGER_6176_6 + DEGER_6176_7 + DEGER_6176_8 +
DEGER_6176_9

<= 420 ;

[_41] DEGER_6724_1 + DEGER_6724_2 + DEGER_6724_3 + DEGER_6724_4 +
DEGER_6724_5 + DEGER_6724_6 + DEGER_6724_7 + DEGER_6724_8 +
DEGER_6724_9

<= 420 ;

[_42] DEGER_6876_1 + DEGER_6876_2 + DEGER_6876_3 + DEGER_6876_4 +
DEGER_6876_5 + DEGER_6876_6 + DEGER_6876_7 + DEGER_6876_8 +
DEGER_6876_9

<= 420 ;

[_43] DEGER_4069_1 + DEGER_4069_2 + DEGER_4069_3 + DEGER_4069_4 +
DEGER_4069_5 + DEGER_4069_6 + DEGER_4069_7 + DEGER_4069_8 +
DEGER_4069_9

<= 420 ;

[_44] DEGER_6823_1 + DEGER_6823_2 + DEGER_6823_3 + DEGER_6823_4 +

DEGER_6823_5 + DEGER_6823_6 + DEGER_6823_7 + DEGER_6823_8 +
DEGER_6823_9

<= 420 ;

[_45] DEGER_5768_1 + DEGER_5768_2 + DEGER_5768_3 + DEGER_5768_4 +
DEGER_5768_5 + DEGER_5768_6 + DEGER_5768_7 + DEGER_5768_8 +
DEGER_5768_9

<= 420 ;

[_46] DEGER_6722_1 + DEGER_6722_2 + DEGER_6722_3 + DEGER_6722_4 +
DEGER_6722_5 + DEGER_6722_6 + DEGER_6722_7 + DEGER_6722_8 +
DEGER_6722_9

<= 420 ;

[_47] DEGER_7021_1 + DEGER_7021_2 + DEGER_7021_3 + DEGER_7021_4 +
DEGER_7021_5 + DEGER_7021_6 + DEGER_7021_7 + DEGER_7021_8 +
DEGER_7021_9

<= 420 ;

[_48] DEGER_7028_1 + DEGER_7028_2 + DEGER_7028_3 + DEGER_7028_4 +
DEGER_7028_5 + DEGER_7028_6 + DEGER_7028_7 + DEGER_7028_8 +
DEGER_7028_9

<= 420 ;

[_49] DEGER_7029_1 + DEGER_7029_2 + DEGER_7029_3 + DEGER_7029_4 +
DEGER_7029_5 + DEGER_7029_6 + DEGER_7029_7 + DEGER_7029_8 +
DEGER_7029_9

<= 420 ;

[_50] DEGER_2686_1 + DEGER_2686_2 + DEGER_2686_3 + DEGER_2686_4 +
DEGER_2686_5 + DEGER_2686_6 + DEGER_2686_7 + DEGER_2686_8 +
DEGER_2686_9

<= 420 ;

[_51] DEGER_3889_1 + DEGER_3889_2 + DEGER_3889_3 + DEGER_3889_4 +
DEGER_3889_5 + DEGER_3889_6 + DEGER_3889_7 + DEGER_3889_8 +
DEGER_3889_9

<= 420 ;

[_52] DEGER_2641_1 + DEGER_2641_2 + DEGER_2641_1 + DEGER_2641_4 +
DEGER_2641_5 + DEGER_2641_6 + DEGER_2641_7 + DEGER_2641_8 +
DEGER_2641_9

<= 420 ;

[_53] DEGER_4465_10 + DEGER_4465_2 + DEGER_4465_3 + DEGER_4465_4 +

```

    DEGER_4465_5 + DEGER_4465_6 + DEGER_4465_7 + DEGER_4465_8 +
DEGER_4465_9
    <= 420 ;
    [_54] DEGER_4469_1 + DEGER_4469_2 + DEGER_4469_3 + DEGER_4469_4 +
    DEGER_4469_5 + DEGER_4469_6 + DEGER_4469_7 + DEGER_4469_8 +
DEGER_4469_9
    <= 420 ;
    [_55] DEGER_4576_1 + DEGER_4576_2 + DEGER_4576_3 + DEGER_4576_4 +
    DEGER_4576_5 + DEGER_4576_6 + DEGER_4576_7 + DEGER_4576_8 +
DEGER_4576_9
    <= 420 ;
    [_56] DEGER_4611_1 + DEGER_4611_2 + DEGER_4611_3 + DEGER_4611_4 +
    DEGER_4611_5 + DEGER_4611_6 + DEGER_4611_7 + DEGER_4611_8 +
DEGER_4611_9
    <= 420 ;
    [_57] DEGER_4952_1 + DEGER_4952_2 + DEGER_4952_3 + DEGER_4952_4 +
    DEGER_4952_5 + DEGER_4952_6 + DEGER_4952_7 + DEGER_4952_8 +
DEGER_4952_9
    <= 420 ;
    [_58] DEGER_5055_1 + DEGER_5055_2 + DEGER_5055_3 + DEGER_5055_4 +
    DEGER_5055_5 + DEGER_5055_6 + DEGER_5055_7 + DEGER_5055_8 +
DEGER_5055_9
    <= 420 ;
END

```

B-2 Modelin Çözüm Raporu

Global optimal solution found.

Objective value: 19182.70

Total solver iterations: 0

Variable	Value	Reduced Cost
KAPASITE(3759)	420.0000	0.000000
KAPASITE(4237)	420.0000	0.000000
KAPASITE(3700)	420.0000	0.000000
KAPASITE(4352)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5335)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5483)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5590)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5677)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5765)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5991)	420.0000	0.000000
KAPASITE(6822)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5205)	420.0000	0.000000
KAPASITE(6832)	420.0000	0.000000
KAPASITE(6889)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5010)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5439)	420.0000	0.000000
KAPASITE(6053)	420.0000	0.000000
KAPASITE(4106)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5243)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5437)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5493)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5494)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5545)	420.0000	0.000000
KAPASITE(3271)	420.0000	0.000000
KAPASITE(3806)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5879)	420.0000	0.000000

KAPASITE(5889)	420.0000	0.000000
KAPASITE(6175)	420.0000	0.000000
KAPASITE(6176)	420.0000	0.000000
KAPASITE(6724)	420.0000	0.000000
KAPASITE(6876)	420.0000	0.000000
KAPASITE(4069)	420.0000	0.000000
KAPASITE(6823)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5768)	420.0000	0.000000
KAPASITE(6722)	420.0000	0.000000
KAPASITE(7021)	420.0000	0.000000
KAPASITE(7028)	420.0000	0.000000
KAPASITE(7029)	420.0000	0.000000
KAPASITE(2686)	420.0000	0.000000
KAPASITE(3889)	420.0000	0.000000
KAPASITE(2641)	420.0000	0.000000
KAPASITE(4465)	420.0000	0.000000
KAPASITE(4469)	420.0000	0.000000
KAPASITE(4576)	420.0000	0.000000
KAPASITE(4611)	420.0000	0.000000
KAPASITE(4952)	420.0000	0.000000
KAPASITE(5055)	420.0000	0.000000
TALEP(1)	425.0000	0.000000
TALEP(2)	425.0000	0.000000
TALEP(3)	425.0000	0.000000
TALEP(4)	425.0000	0.000000
TALEP(5)	425.0000	0.000000
TALEP(6)	664.0000	0.000000
TALEP(7)	240.0000	0.000000
TALEP(8)	240.0000	0.000000
TALEP(9)	240.0000	0.000000
MALİYET(3759, 1)	2.330000	0.000000
MALİYET(3759, 2)	2.310000	0.000000
MALİYET(3759, 3)	0.5500000	0.000000

MALIYET(3759, 4)	0.6500000	0.000000
MALIYET(3759, 5)	2.600000	0.000000
MALIYET(3759, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(3759, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(3759, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(3759, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(4237, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(4237, 2)	1.070000	0.000000
MALIYET(4237, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(4237, 4)	1.040000	0.000000
MALIYET(4237, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(4237, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(4237, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(4237, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(4237, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(3700, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(3700, 2)	1.140000	0.000000
MALIYET(3700, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(3700, 4)	0.8900000	0.000000
MALIYET(3700, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(3700, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(3700, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(3700, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(3700, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(4352, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(4352, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(4352, 3)	0.6600000	0.000000
MALIYET(4352, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(4352, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(4352, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(4352, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(4352, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(4352, 9)	0.6900000	0.000000

MALIYET(5335, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5335, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5335, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5335, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5335, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5335, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(5335, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5335, 8)	1.240000	0.000000
MALIYET(5335, 9)	1.010000	0.000000
MALIYET(5483, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5483, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5483, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5483, 4)	0.6200000	0.000000
MALIYET(5483, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5483, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(5483, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5483, 8)	1.340000	0.000000
MALIYET(5483, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(5590, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5590, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5590, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5590, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5590, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5590, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(5590, 7)	1.380000	0.000000
MALIYET(5590, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5590, 9)	0.6400000	0.000000
MALIYET(5677, 1)	1.080000	0.000000
MALIYET(5677, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5677, 3)	0.7500000	0.000000
MALIYET(5677, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5677, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5677, 6)	2.650000	0.000000

MALIYET(5677, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5677, 8)	1.080000	0.000000
MALIYET(5677, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(5765, 1)	1.030000	0.000000
MALIYET(5765, 2)	1.370000	0.000000
MALIYET(5765, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5765, 4)	1.170000	0.000000
MALIYET(5765, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5765, 6)	1.560000	0.000000
MALIYET(5765, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5765, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5765, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(5991, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5991, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5991, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5991, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5991, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5991, 6)	1.880000	0.000000
MALIYET(5991, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5991, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5991, 9)	0.6800000	0.000000
MALIYET(6822, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(6822, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(6822, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(6822, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(6822, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(6822, 6)	1.380000	0.000000
MALIYET(6822, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(6822, 8)	1.370000	0.000000
MALIYET(6822, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(5205, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5205, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5205, 3)	1.160000	0.000000

MALIYET(5205, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5205, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5205, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(5205, 7)	1.730000	0.000000
MALIYET(5205, 8)	1.360000	0.000000
MALIYET(5205, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(6832, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(6832, 2)	1.280000	0.000000
MALIYET(6832, 3)	0.6600000	0.000000
MALIYET(6832, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(6832, 5)	2.270000	0.000000
MALIYET(6832, 6)	1.440000	0.000000
MALIYET(6832, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(6832, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(6832, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(6889, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(6889, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(6889, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(6889, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(6889, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(6889, 6)	1.790000	0.000000
MALIYET(6889, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(6889, 8)	1.160000	0.000000
MALIYET(6889, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(5010, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5010, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5010, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5010, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5010, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5010, 6)	1.370000	0.000000
MALIYET(5010, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5010, 8)	1.320000	0.000000
MALIYET(5010, 9)	0.9500000	0.000000

MALIYET(5439, 1)	1.170000	0.000000
MALIYET(5439, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5439, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5439, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5439, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5439, 6)	1.860000	0.000000
MALIYET(5439, 7)	1.520000	0.000000
MALIYET(5439, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5439, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(6053, 1)	1.000000	0.000000
MALIYET(6053, 2)	1.080000	0.000000
MALIYET(6053, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(6053, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(6053, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(6053, 6)	1.720000	0.000000
MALIYET(6053, 7)	1.390000	0.000000
MALIYET(6053, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(6053, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(4106, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(4106, 2)	1.080000	0.000000
MALIYET(4106, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(4106, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(4106, 5)	2.240000	0.000000
MALIYET(4106, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(4106, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(4106, 8)	1.120000	0.000000
MALIYET(4106, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(5243, 1)	1.090000	0.000000
MALIYET(5243, 2)	1.080000	0.000000
MALIYET(5243, 3)	0.7000000	0.000000
MALIYET(5243, 4)	0.8300000	0.000000
MALIYET(5243, 5)	1.810000	0.000000
MALIYET(5243, 6)	2.650000	0.000000

MALIYET(5243, 7)	1.390000	0.000000
MALIYET(5243, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5243, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(5437, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5437, 2)	1.030000	0.000000
MALIYET(5437, 3)	0.6900000	0.000000
MALIYET(5437, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5437, 5)	2.560000	0.000000
MALIYET(5437, 6)	1.540000	0.000000
MALIYET(5437, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5437, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5437, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(5493, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5493, 2)	1.560000	0.000000
MALIYET(5493, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5493, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5493, 5)	1.600000	0.000000
MALIYET(5493, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(5493, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5493, 8)	1.210000	0.000000
MALIYET(5493, 9)	0.7500000	0.000000
MALIYET(5494, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5494, 2)	1.710000	0.000000
MALIYET(5494, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5494, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5494, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5494, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(5494, 7)	1.380000	0.000000
MALIYET(5494, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5494, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(5545, 1)	1.160000	0.000000
MALIYET(5545, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5545, 3)	1.160000	0.000000

MALIYET(5545, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5545, 5)	1.540000	0.000000
MALIYET(5545, 6)	1.370000	0.000000
MALIYET(5545, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5545, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5545, 9)	1.050000	0.000000
MALIYET(3271, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(3271, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(3271, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(3271, 4)	0.6900000	0.000000
MALIYET(3271, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(3271, 6)	2.140000	0.000000
MALIYET(3271, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(3271, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(3271, 9)	0.9100000	0.000000
MALIYET(3806, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(3806, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(3806, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(3806, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(3806, 5)	2.150000	0.000000
MALIYET(3806, 6)	1.690000	0.000000
MALIYET(3806, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(3806, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(3806, 9)	0.6600000	0.000000
MALIYET(5879, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5879, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5879, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5879, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5879, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5879, 6)	1.490000	0.000000
MALIYET(5879, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5879, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5879, 9)	1.070000	0.000000

MALIYET(5889, 1)	1.160000	0.000000
MALIYET(5889, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5889, 3)	0.6800000	0.000000
MALIYET(5889, 4)	0.8100000	0.000000
MALIYET(5889, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5889, 6)	1.320000	0.000000
MALIYET(5889, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5889, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5889, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(6175, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(6175, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(6175, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(6175, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(6175, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(6175, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(6175, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(6175, 8)	1.070000	0.000000
MALIYET(6175, 9)	1.040000	0.000000
MALIYET(6176, 1)	1.310000	0.000000
MALIYET(6176, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(6176, 3)	0.8500000	0.000000
MALIYET(6176, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(6176, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(6176, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(6176, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(6176, 8)	1.200000	0.000000
MALIYET(6176, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(6724, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(6724, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(6724, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(6724, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(6724, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(6724, 6)	2.650000	0.000000

MALIYET(6724, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(6724, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(6724, 9)	0.6700000	0.000000
MALIYET(6876, 1)	1.610000	0.000000
MALIYET(6876, 2)	1.860000	0.000000
MALIYET(6876, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(6876, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(6876, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(6876, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(6876, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(6876, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(6876, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(4069, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(4069, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(4069, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(4069, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(4069, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(4069, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(4069, 7)	1.580000	0.000000
MALIYET(4069, 8)	1.100000	0.000000
MALIYET(4069, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(6823, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(6823, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(6823, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(6823, 4)	1.140000	0.000000
MALIYET(6823, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(6823, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(6823, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(6823, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(6823, 9)	0.9600000	0.000000
MALIYET(5768, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5768, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5768, 3)	0.8200000	0.000000

MALIYET(5768, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5768, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(5768, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(5768, 7)	1.450000	0.000000
MALIYET(5768, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5768, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(6722, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(6722, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(6722, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(6722, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(6722, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(6722, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(6722, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(6722, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(6722, 9)	1.030000	0.000000
MALIYET(7021, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(7021, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(7021, 3)	0.8000000	0.000000
MALIYET(7021, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(7021, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(7021, 6)	1.420000	0.000000
MALIYET(7021, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(7021, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(7021, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(7028, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(7028, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(7028, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(7028, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(7028, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(7028, 6)	1.700000	0.000000
MALIYET(7028, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(7028, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(7028, 9)	0.5500000	0.000000

MALIYET(7029, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(7029, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(7029, 3)	0.8400000	0.000000
MALIYET(7029, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(7029, 5)	1.880000	0.000000
MALIYET(7029, 6)	1.520000	0.000000
MALIYET(7029, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(7029, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(7029, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(2686, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(2686, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(2686, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(2686, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(2686, 5)	2.600000	0.000000
MALIYET(2686, 6)	1.260000	0.000000
MALIYET(2686, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(2686, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(2686, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(3889, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(3889, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(3889, 3)	0.8000000	0.000000
MALIYET(3889, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(3889, 5)	2.060000	0.000000
MALIYET(3889, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(3889, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(3889, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(3889, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(2641, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(2641, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(2641, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(2641, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(2641, 5)	1.500000	0.000000
MALIYET(2641, 6)	2.650000	0.000000

MALIYET(2641, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(2641, 8)	1.080000	0.000000
MALIYET(2641, 9)	0.8400000	0.000000
MALIYET(4465, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(4465, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(4465, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(4465, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(4465, 5)	2.030000	0.000000
MALIYET(4465, 6)	2.200000	0.000000
MALIYET(4465, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(4465, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(4465, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(4469, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(4469, 2)	1.940000	0.000000
MALIYET(4469, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(4469, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(4469, 5)	1.520000	0.000000
MALIYET(4469, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(4469, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(4469, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(4469, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(4576, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(4576, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(4576, 3)	0.8700000	0.000000
MALIYET(4576, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(4576, 5)	2.320000	0.000000
MALIYET(4576, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(4576, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(4576, 8)	1.050000	0.000000
MALIYET(4576, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(4611, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(4611, 2)	1.920000	0.000000
MALIYET(4611, 3)	1.160000	0.000000

MALIYET(4611, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(4611, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(4611, 6)	1.430000	0.000000
MALIYET(4611, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(4611, 8)	1.420000	0.000000
MALIYET(4611, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(4952, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(4952, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(4952, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(4952, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(4952, 5)	2.480000	0.000000
MALIYET(4952, 6)	1.490000	0.000000
MALIYET(4952, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(4952, 8)	1.360000	0.000000
MALIYET(4952, 9)	1.070000	0.000000
MALIYET(5055, 1)	2.330000	0.000000
MALIYET(5055, 2)	2.310000	0.000000
MALIYET(5055, 3)	1.160000	0.000000
MALIYET(5055, 4)	1.180000	0.000000
MALIYET(5055, 5)	2.690000	0.000000
MALIYET(5055, 6)	2.650000	0.000000
MALIYET(5055, 7)	2.740000	0.000000
MALIYET(5055, 8)	2.220000	0.000000
MALIYET(5055, 9)	1.050000	0.000000
DEGER(3759, 1)	0.000000	2.428458
DEGER(3759, 2)	0.000000	2.342368
DEGER(3759, 3)	140.3689	0.000000
DEGER(3759, 4)	279.6311	0.000000
DEGER(3759, 5)	0.000000	1.697553
DEGER(3759, 6)	0.000000	2.453780
DEGER(3759, 7)	0.000000	2.709162
DEGER(3759, 8)	0.000000	2.551609
DEGER(3759, 9)	0.000000	1.539647

DEGER(4237, 1)	0.000000	2.308978
DEGER(4237, 2)	420.0000	0.000000
DEGER(4237, 3)	0.000000	1.235125
DEGER(4237, 4)	0.000000	0.8334398
DEGER(4237, 5)	0.000000	1.374395
DEGER(4237, 6)	0.000000	2.334300
DEGER(4237, 7)	0.000000	2.589682
DEGER(4237, 8)	0.000000	2.432129
DEGER(4237, 9)	0.000000	1.420166
DEGER(3700, 1)	0.000000	2.123706
DEGER(3700, 2)	420.0000	0.000000
DEGER(3700, 3)	0.000000	1.049853
DEGER(3700, 4)	0.000000	0.3332793
DEGER(3700, 5)	0.000000	1.189124
DEGER(3700, 6)	0.000000	2.149029
DEGER(3700, 7)	0.000000	2.404411
DEGER(3700, 8)	0.000000	2.246857
DEGER(3700, 9)	0.000000	1.234895
DEGER(4352, 1)	0.000000	2.083145
DEGER(4352, 2)	0.000000	1.997054
DEGER(4352, 3)	420.0000	0.000000
DEGER(4352, 4)	0.000000	0.8616155
DEGER(4352, 5)	0.000000	1.148562
DEGER(4352, 6)	0.000000	2.108467
DEGER(4352, 7)	0.000000	2.363849
DEGER(4352, 8)	0.000000	2.206295
DEGER(4352, 9)	0.000000	0.5911012
DEGER(5335, 1)	0.000000	1.550533
DEGER(5335, 2)	0.000000	1.464442
DEGER(5335, 3)	0.000000	0.4766794
DEGER(5335, 4)	0.000000	0.3290035
DEGER(5335, 5)	0.000000	0.6159500
DEGER(5335, 6)	0.000000	1.575855

DEGER(5335, 7)	0.000000	1.831237
DEGER(5335, 8)	0.000000	0.2610000
DEGER(5335, 9)	0.000000	0.5775862
DEGER(5483, 1)	0.000000	2.544022
DEGER(5483, 2)	0.000000	2.457931
DEGER(5483, 3)	0.000000	1.470169
DEGER(5483, 4)	420.0000	0.000000
DEGER(5483, 5)	0.000000	1.609439
DEGER(5483, 6)	0.000000	2.569344
DEGER(5483, 7)	0.000000	2.824726
DEGER(5483, 8)	0.000000	1.428684
DEGER(5483, 9)	0.000000	1.655210
DEGER(5590, 1)	0.000000	1.972122
DEGER(5590, 2)	0.000000	1.886032
DEGER(5590, 3)	0.000000	0.8982692
DEGER(5590, 4)	0.000000	0.7505933
DEGER(5590, 5)	0.000000	1.037540
DEGER(5590, 6)	0.000000	1.997445
DEGER(5590, 7)	420.0000	0.000000
DEGER(5590, 8)	0.000000	2.095273
DEGER(5590, 9)	0.000000	0.3863591
DEGER(5677, 1)	420.0000	0.000000
DEGER(5677, 2)	0.000000	2.062565
DEGER(5677, 3)	0.000000	0.3006642
DEGER(5677, 4)	0.000000	0.9271262
DEGER(5677, 5)	0.000000	1.214073
DEGER(5677, 6)	0.000000	2.173977
DEGER(5677, 7)	0.000000	2.429359
DEGER(5677, 8)	0.000000	0.5579855
DEGER(5677, 9)	0.000000	1.259844
DEGER(5765, 1)	420.0000	0.000000
DEGER(5765, 2)	0.000000	0.6706672
DEGER(5765, 3)	0.000000	1.204991

DEGER(5765, 4)	0.000000	1.043710
DEGER(5765, 5)	0.000000	1.344262
DEGER(5765, 6)	0.000000	0.4639701
DEGER(5765, 7)	0.000000	2.559549
DEGER(5765, 8)	0.000000	2.401995
DEGER(5765, 9)	0.000000	1.390033
DEGER(5991, 1)	0.000000	1.550533
DEGER(5991, 2)	0.000000	1.464442
DEGER(5991, 3)	0.000000	0.4766794
DEGER(5991, 4)	0.000000	0.3290035
DEGER(5991, 5)	0.000000	0.6159500
DEGER(5991, 6)	0.000000	0.3617233
DEGER(5991, 7)	0.000000	1.831237
DEGER(5991, 8)	0.000000	1.673683
DEGER(5991, 9)	0.000000	0.3692308E-01
DEGER(6822, 1)	0.000000	2.237683
DEGER(6822, 2)	0.000000	2.151592
DEGER(6822, 3)	0.000000	1.163829
DEGER(6822, 4)	0.000000	1.016154
DEGER(6822, 5)	0.000000	1.303100
DEGER(6822, 6)	420.0000	0.000000
DEGER(6822, 7)	0.000000	2.518387
DEGER(6822, 8)	0.000000	1.170375
DEGER(6822, 9)	0.000000	1.348871
DEGER(5205, 1)	0.000000	1.550533
DEGER(5205, 2)	0.000000	1.464442
DEGER(5205, 3)	0.000000	0.4766794
DEGER(5205, 4)	0.000000	0.3290035
DEGER(5205, 5)	0.000000	0.6159500
DEGER(5205, 6)	0.000000	1.575855
DEGER(5205, 7)	0.000000	0.2851366
DEGER(5205, 8)	0.000000	0.4651188
DEGER(5205, 9)	0.000000	0.6617209

DEGER(6832, 1)	0.000000	2.092145
DEGER(6832, 2)	0.000000	0.2943648
DEGER(6832, 3)	44.02275	0.000000
DEGER(6832, 4)	0.000000	0.8706163
DEGER(6832, 5)	0.000000	0.7788430
DEGER(6832, 6)	375.9773	0.000000
DEGER(6832, 7)	0.000000	2.372850
DEGER(6832, 8)	0.000000	2.215296
DEGER(6832, 9)	0.000000	1.203334
DEGER(6889, 1)	0.000000	1.550533
DEGER(6889, 2)	0.000000	1.464442
DEGER(6889, 3)	0.000000	0.4766794
DEGER(6889, 4)	0.000000	0.3290035
DEGER(6889, 5)	0.000000	0.6159500
DEGER(6889, 6)	0.000000	0.2003244
DEGER(6889, 7)	0.000000	1.831237
DEGER(6889, 8)	0.000000	0.1162900
DEGER(6889, 9)	0.000000	0.6617209
DEGER(5010, 1)	0.000000	2.266441
DEGER(5010, 2)	0.000000	2.180350
DEGER(5010, 3)	0.000000	1.192588
DEGER(5010, 4)	0.000000	1.044912
DEGER(5010, 5)	0.000000	1.331858
DEGER(5010, 6)	420.0000	0.000000
DEGER(5010, 7)	0.000000	2.547145
DEGER(5010, 8)	0.000000	1.119242
DEGER(5010, 9)	0.000000	1.208721
DEGER(5439, 1)	420.0000	0.000000
DEGER(5439, 2)	0.000000	1.844102
DEGER(5439, 3)	0.000000	0.8563398
DEGER(5439, 4)	0.000000	0.7086638
DEGER(5439, 5)	0.000000	0.9956104
DEGER(5439, 6)	0.000000	0.7072131

DEGER(5439, 7)	0.000000	0.2592485
DEGER(5439, 8)	0.000000	2.053343
DEGER(5439, 9)	0.000000	1.041381
DEGER(6053, 1)	420.0000	0.000000
DEGER(6053, 2)	0.000000	0.9341933E-01
DEGER(6053, 3)	0.000000	1.293440
DEGER(6053, 4)	0.000000	1.145764
DEGER(6053, 5)	0.000000	1.432710
DEGER(6053, 6)	0.000000	0.8806573
DEGER(6053, 7)	0.000000	0.4113327
DEGER(6053, 8)	0.000000	2.490443
DEGER(6053, 9)	0.000000	1.478481
DEGER(4106, 1)	0.000000	2.282165
DEGER(4106, 2)	420.0000	0.000000
DEGER(4106, 3)	0.000000	1.208312
DEGER(4106, 4)	0.000000	1.060636
DEGER(4106, 5)	0.000000	0.9119084
DEGER(4106, 6)	0.000000	2.307487
DEGER(4106, 7)	0.000000	2.562869
DEGER(4106, 8)	0.000000	0.7662663
DEGER(4106, 9)	0.000000	1.393353
DEGER(5243, 1)	0.000000	0.1621879
DEGER(5243, 2)	165.6089	0.000000
DEGER(5243, 3)	0.000000	0.3148148
DEGER(5243, 4)	0.000000	0.3659034
DEGER(5243, 5)	254.3911	0.000000
DEGER(5243, 6)	0.000000	2.315855
DEGER(5243, 7)	0.000000	0.3379762
DEGER(5243, 8)	0.000000	2.413683
DEGER(5243, 9)	0.000000	1.401721
DEGER(5437, 1)	0.000000	2.424059
DEGER(5437, 2)	420.0000	0.000000
DEGER(5437, 3)	0.000000	0.4181042

DEGER(5437, 4)	0.000000	1.202530
DEGER(5437, 5)	0.000000	1.629025
DEGER(5437, 6)	0.000000	0.5597597
DEGER(5437, 7)	0.000000	2.704763
DEGER(5437, 8)	0.000000	2.547210
DEGER(5437, 9)	0.000000	1.535248
DEGER(5493, 1)	0.000000	2.836059
DEGER(5493, 2)	0.000000	1.592649
DEGER(5493, 3)	0.000000	1.762206
DEGER(5493, 4)	0.000000	1.614530
DEGER(5493, 5)	420.0000	0.000000
DEGER(5493, 6)	0.000000	2.861381
DEGER(5493, 7)	0.000000	3.116763
DEGER(5493, 8)	0.000000	1.488325
DEGER(5493, 9)	0.000000	1.458026
DEGER(5494, 1)	0.000000	1.974050
DEGER(5494, 2)	0.000000	0.9897436
DEGER(5494, 3)	0.000000	0.9001966
DEGER(5494, 4)	0.000000	0.7525207
DEGER(5494, 5)	0.000000	1.039467
DEGER(5494, 6)	0.000000	1.999372
DEGER(5494, 7)	420.0000	0.000000
DEGER(5494, 8)	0.000000	2.097200
DEGER(5494, 9)	0.000000	1.085238
DEGER(5545, 1)	0.000000	1.056822
DEGER(5545, 2)	0.000000	2.926133
DEGER(5545, 3)	0.000000	1.938370
DEGER(5545, 4)	0.000000	1.790694
DEGER(5545, 5)	420.0000	0.000000
DEGER(5545, 6)	0.000000	0.7457825
DEGER(5545, 7)	0.000000	3.292928
DEGER(5545, 8)	0.000000	3.135374
DEGER(5545, 9)	0.000000	2.098608

DEGER(3271, 1)	0.000000	2.311512
DEGER(3271, 2)	0.000000	2.225422
DEGER(3271, 3)	0.000000	1.237659
DEGER(3271, 4)	420.0000	0.000000
DEGER(3271, 5)	0.000000	1.376930
DEGER(3271, 6)	0.000000	1.566095
DEGER(3271, 7)	0.000000	2.592216
DEGER(3271, 8)	0.000000	2.434663
DEGER(3271, 9)	0.000000	1.192615
DEGER(3806, 1)	0.000000	1.550533
DEGER(3806, 2)	0.000000	1.464442
DEGER(3806, 3)	0.000000	0.4766794
DEGER(3806, 4)	0.000000	0.3290035
DEGER(3806, 5)	76.68731	0.000000
DEGER(3806, 6)	0.000000	0.7224799E-02
DEGER(3806, 7)	0.000000	1.831237
DEGER(3806, 8)	0.000000	1.673683
DEGER(3806, 9)	137.4135	0.000000
DEGER(5879, 1)	0.000000	1.972904
DEGER(5879, 2)	0.000000	1.886814
DEGER(5879, 3)	0.000000	0.8990512
DEGER(5879, 4)	0.000000	0.7513753
DEGER(5879, 5)	0.000000	1.038322
DEGER(5879, 6)	420.0000	0.000000
DEGER(5879, 7)	0.000000	2.253609
DEGER(5879, 8)	0.000000	2.096055
DEGER(5879, 9)	0.000000	1.084093
DEGER(5889, 1)	0.000000	0.4314833
DEGER(5889, 2)	0.000000	2.300794
DEGER(5889, 3)	0.000000	0.3626292
DEGER(5889, 4)	0.000000	0.4127971
DEGER(5889, 5)	0.000000	1.452302
DEGER(5889, 6)	420.0000	0.000000

DEGER(5889, 7)	0.000000	2.667588
DEGER(5889, 8)	0.000000	2.510035
DEGER(5889, 9)	0.000000	1.498073
DEGER(6175, 1)	0.000000	1.618905
DEGER(6175, 2)	0.000000	1.532814
DEGER(6175, 3)	0.000000	0.5450515
DEGER(6175, 4)	0.000000	0.3973756
DEGER(6175, 5)	0.000000	0.6843221
DEGER(6175, 6)	0.000000	1.644227
DEGER(6175, 7)	0.000000	1.899609
DEGER(6175, 8)	420.0000	0.000000
DEGER(6175, 9)	0.000000	0.6883721
DEGER(6176, 1)	180.5258	0.000000
DEGER(6176, 2)	0.000000	1.540103
DEGER(6176, 3)	239.4742	0.000000
DEGER(6176, 4)	0.000000	0.4046645
DEGER(6176, 5)	0.000000	0.6916111
DEGER(6176, 6)	0.000000	1.651516
DEGER(6176, 7)	0.000000	1.906898
DEGER(6176, 8)	0.000000	0.2663827
DEGER(6176, 9)	0.000000	0.7373820
DEGER(6724, 1)	0.000000	1.550533
DEGER(6724, 2)	0.000000	1.464442
DEGER(6724, 3)	0.000000	0.4766794
DEGER(6724, 4)	0.000000	0.3290035
DEGER(6724, 5)	0.000000	0.6159500
DEGER(6724, 6)	0.000000	1.575855
DEGER(6724, 7)	0.000000	1.831237
DEGER(6724, 8)	0.000000	1.673683
DEGER(6724, 9)	0.000000	0.1492537E-01
DEGER(6876, 1)	0.000000	0.4843300
DEGER(6876, 2)	0.000000	0.8064439
DEGER(6876, 3)	0.000000	0.4766794

DEGER(6876, 4)	0.000000	0.3290035
DEGER(6876, 5)	0.000000	0.6159500
DEGER(6876, 6)	0.000000	1.575855
DEGER(6876, 7)	0.000000	1.831237
DEGER(6876, 8)	0.000000	1.673683
DEGER(6876, 9)	0.000000	0.6617209
DEGER(4069, 1)	0.000000	1.550533
DEGER(4069, 2)	0.000000	1.464442
DEGER(4069, 3)	0.000000	0.4766794
DEGER(4069, 4)	0.000000	0.3290035
DEGER(4069, 5)	0.000000	0.6159500
DEGER(4069, 6)	0.000000	1.575855
DEGER(4069, 7)	112.0122	0.000000
DEGER(4069, 8)	193.5841	0.000000
DEGER(4069, 9)	0.000000	0.6617209
DEGER(6823, 1)	0.000000	1.550533
DEGER(6823, 2)	0.000000	1.464442
DEGER(6823, 3)	0.000000	0.4766794
DEGER(6823, 4)	0.000000	0.2631036
DEGER(6823, 5)	0.000000	0.6159500
DEGER(6823, 6)	0.000000	1.575855
DEGER(6823, 7)	0.000000	1.831237
DEGER(6823, 8)	0.000000	1.673683
DEGER(6823, 9)	0.000000	0.5075258
DEGER(5768, 1)	0.000000	1.817430
DEGER(5768, 2)	0.000000	1.731340
DEGER(5768, 3)	0.000000	0.1277790
DEGER(5768, 4)	0.000000	0.5959012
DEGER(5768, 5)	0.000000	0.8828477
DEGER(5768, 6)	0.000000	1.842752
DEGER(5768, 7)	420.0000	0.000000
DEGER(5768, 8)	0.000000	1.940581
DEGER(5768, 9)	0.000000	0.9286187

DEGER(6722, 1)	0.000000	1.550533
DEGER(6722, 2)	0.000000	1.464442
DEGER(6722, 3)	0.000000	0.4766794
DEGER(6722, 4)	0.000000	0.3290035
DEGER(6722, 5)	0.000000	0.6159500
DEGER(6722, 6)	0.000000	1.575855
DEGER(6722, 7)	0.000000	1.831237
DEGER(6722, 8)	0.000000	1.673683
DEGER(6722, 9)	0.000000	0.6069639
DEGER(7021, 1)	0.000000	2.132859
DEGER(7021, 2)	0.000000	2.046769
DEGER(7021, 3)	0.000000	0.3964832
DEGER(7021, 4)	0.000000	0.9113301
DEGER(7021, 5)	0.000000	1.198277
DEGER(7021, 6)	420.0000	0.000000
DEGER(7021, 7)	0.000000	2.413563
DEGER(7021, 8)	0.000000	2.256010
DEGER(7021, 9)	0.000000	1.244048
DEGER(7028, 1)	0.000000	1.787797
DEGER(7028, 2)	0.000000	1.701707
DEGER(7028, 3)	0.000000	0.7139440
DEGER(7028, 4)	0.000000	0.5662680
DEGER(7028, 5)	0.000000	0.8532146
DEGER(7028, 6)	0.000000	0.2594026
DEGER(7028, 7)	0.000000	2.068501
DEGER(7028, 8)	0.000000	1.910948
DEGER(7028, 9)	420.0000	0.000000
DEGER(7029, 1)	0.000000	2.129701
DEGER(7029, 2)	0.000000	2.043611
DEGER(7029, 3)	0.000000	0.4742804
DEGER(7029, 4)	0.000000	0.9081723
DEGER(7029, 5)	420.0000	0.000000
DEGER(7029, 6)	0.000000	0.2180961

DEGER(7029, 7)	0.000000	2.410406
DEGER(7029, 8)	0.000000	2.252852
DEGER(7029, 9)	0.000000	1.240890
DEGER(2686, 1)	0.000000	2.548559
DEGER(2686, 2)	0.000000	2.462469
DEGER(2686, 3)	0.000000	1.474706
DEGER(2686, 4)	0.000000	1.327030
DEGER(2686, 5)	0.000000	1.817654
DEGER(2686, 6)	420.0000	0.000000
DEGER(2686, 7)	0.000000	2.829263
DEGER(2686, 8)	0.000000	2.671709
DEGER(2686, 9)	0.000000	1.659747
DEGER(3889, 1)	0.000000	1.736376
DEGER(3889, 2)	0.000000	1.650285
DEGER(3889, 3)	382.8325	0.000000
DEGER(3889, 4)	0.000000	0.5148468
DEGER(3889, 5)	37.16752	0.000000
DEGER(3889, 6)	0.000000	1.761698
DEGER(3889, 7)	0.000000	2.017080
DEGER(3889, 8)	0.000000	1.859526
DEGER(3889, 9)	0.000000	0.8475643
DEGER(2641, 1)	0.000000	3.126523
DEGER(2641, 2)	0.000000	3.040432
DEGER(2641, 3)	0.000000	2.052669
DEGER(2641, 4)	0.000000	1.904994
DEGER(2641, 5)	420.0000	0.000000
DEGER(2641, 6)	0.000000	3.151845
DEGER(2641, 7)	0.000000	3.407227
DEGER(2641, 8)	0.000000	1.530703
DEGER(2641, 9)	0.000000	1.899637
DEGER(4465, 1)	0.000000	1.793764
DEGER(4465, 2)	0.000000	1.707674
DEGER(4465, 3)	0.000000	0.7199111

DEGER(4465, 4)	0.000000	0.5722352
DEGER(4465, 5)	420.0000	0.000000
DEGER(4465, 6)	0.000000	1.146013
DEGER(4465, 7)	0.000000	2.074468
DEGER(4465, 8)	0.000000	1.916915
DEGER(4465, 9)	0.000000	0.9049526
DEGER(4469, 1)	0.000000	3.061508
DEGER(4469, 2)	0.000000	2.444513
DEGER(4469, 3)	0.000000	1.987655
DEGER(4469, 4)	0.000000	1.839979
DEGER(4469, 5)	420.0000	0.000000
DEGER(4469, 6)	0.000000	3.086830
DEGER(4469, 7)	0.000000	3.342212
DEGER(4469, 8)	0.000000	3.184659
DEGER(4469, 9)	0.000000	2.172697
DEGER(4576, 1)	0.000000	1.652297
DEGER(4576, 2)	0.000000	1.566207
DEGER(4576, 3)	0.000000	0.6197211E-01
DEGER(4576, 4)	0.000000	0.4307682
DEGER(4576, 5)	0.000000	0.4323837
DEGER(4576, 6)	0.000000	1.677619
DEGER(4576, 7)	0.000000	1.933001
DEGER(4576, 8)	420.0000	0.000000
DEGER(4576, 9)	0.000000	0.7634856
DEGER(4611, 1)	0.000000	2.119377
DEGER(4611, 2)	0.000000	1.473303
DEGER(4611, 3)	0.000000	1.045524
DEGER(4611, 4)	0.000000	0.8978477
DEGER(4611, 5)	0.000000	1.184794
DEGER(4611, 6)	420.0000	0.000000
DEGER(4611, 7)	0.000000	2.400081
DEGER(4611, 8)	0.000000	1.134569
DEGER(4611, 9)	0.000000	1.230565

DEGER(4952, 1)	0.000000	1.976092
DEGER(4952, 2)	0.000000	1.890001
DEGER(4952, 3)	0.000000	0.9022385
DEGER(4952, 4)	0.000000	0.7545626
DEGER(4952, 5)	0.000000	1.041509
DEGER(4952, 6)	420.0000	0.000000
DEGER(4952, 7)	0.000000	2.256796
DEGER(4952, 8)	0.000000	0.8906779
DEGER(4952, 9)	0.000000	1.087280
DEGER(5055, 1)	0.000000	1.550533
DEGER(5055, 2)	0.000000	1.464442
DEGER(5055, 3)	0.000000	0.4766794
DEGER(5055, 4)	0.000000	0.3290035
DEGER(5055, 5)	0.000000	0.9688089
DEGER(5055, 6)	0.000000	1.575855
DEGER(5055, 7)	0.000000	1.831237
DEGER(5055, 8)	0.000000	1.673683
DEGER(5055, 9)	0.000000	0.6369176
CYCLE(3759, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(3759, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(3759, 3)	2.230000	0.000000
CYCLE(3759, 4)	2.640000	0.000000
CYCLE(3759, 5)	10.47000	0.000000
CYCLE(3759, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(3759, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(3759, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(3759, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(4237, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(4237, 2)	4.310000	0.000000
CYCLE(4237, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(4237, 4)	4.180000	0.000000
CYCLE(4237, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(4237, 6)	10.70000	0.000000

CYCLE(4237, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(4237, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(4237, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(3700, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(3700, 2)	4.600000	0.000000
CYCLE(3700, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(3700, 4)	3.570000	0.000000
CYCLE(3700, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(3700, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(3700, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(3700, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(3700, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(4352, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(4352, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(4352, 3)	2.670000	0.000000
CYCLE(4352, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(4352, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(4352, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(4352, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(4352, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(4352, 9)	2.780000	0.000000
CYCLE(5335, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5335, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5335, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5335, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5335, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5335, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(5335, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5335, 8)	5.000000	0.000000
CYCLE(5335, 9)	4.060000	0.000000
CYCLE(5483, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5483, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5483, 3)	4.660000	0.000000

CYCLE(5483, 4)	2.500000	0.000000
CYCLE(5483, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5483, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(5483, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5483, 8)	5.410000	0.000000
CYCLE(5483, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(5590, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5590, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5590, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5590, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5590, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5590, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(5590, 7)	5.578918	0.000000
CYCLE(5590, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5590, 9)	2.600000	0.000000
CYCLE(5677, 1)	4.356895	0.000000
CYCLE(5677, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5677, 3)	3.040000	0.000000
CYCLE(5677, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5677, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5677, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(5677, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5677, 8)	4.370000	0.000000
CYCLE(5677, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(5765, 1)	4.158195	0.000000
CYCLE(5765, 2)	5.520000	0.000000
CYCLE(5765, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5765, 4)	4.720000	0.000000
CYCLE(5765, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5765, 6)	6.300000	0.000000
CYCLE(5765, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5765, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5765, 9)	4.300000	0.000000

CYCLE(5991, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5991, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5991, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5991, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5991, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5991, 6)	7.570000	0.000000
CYCLE(5991, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5991, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5991, 9)	2.730000	0.000000
CYCLE(6822, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(6822, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(6822, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(6822, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(6822, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(6822, 6)	5.560000	0.000000
CYCLE(6822, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(6822, 8)	5.520000	0.000000
CYCLE(6822, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(5205, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5205, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5205, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5205, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5205, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5205, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(5205, 7)	6.956313	0.000000
CYCLE(5205, 8)	5.470000	0.000000
CYCLE(5205, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(6832, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(6832, 2)	5.160000	0.000000
CYCLE(6832, 3)	2.650000	0.000000
CYCLE(6832, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(6832, 5)	9.170000	0.000000
CYCLE(6832, 6)	5.800000	0.000000

CYCLE(6832, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(6832, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(6832, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(6889, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(6889, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(6889, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(6889, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(6889, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(6889, 6)	7.230000	0.000000
CYCLE(6889, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(6889, 8)	4.690000	0.000000
CYCLE(6889, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(5010, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5010, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5010, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5010, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5010, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5010, 6)	5.510000	0.000000
CYCLE(5010, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5010, 8)	5.340000	0.000000
CYCLE(5010, 9)	3.840000	0.000000
CYCLE(5439, 1)	4.718069	0.000000
CYCLE(5439, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5439, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5439, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5439, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5439, 6)	7.500000	0.000000
CYCLE(5439, 7)	6.127072	0.000000
CYCLE(5439, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5439, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(6053, 1)	4.024419	0.000000
CYCLE(6053, 2)	4.370000	0.000000
CYCLE(6053, 3)	4.660000	0.000000

CYCLE(6053, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(6053, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(6053, 6)	6.940000	0.000000
CYCLE(6053, 7)	5.598066	0.000000
CYCLE(6053, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(6053, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(4106, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(4106, 2)	4.350000	0.000000
CYCLE(4106, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(4106, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(4106, 5)	9.050000	0.000000
CYCLE(4106, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(4106, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(4106, 8)	4.510000	0.000000
CYCLE(4106, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(5243, 1)	4.383830	0.000000
CYCLE(5243, 2)	4.330000	0.000000
CYCLE(5243, 3)	2.830000	0.000000
CYCLE(5243, 4)	3.350000	0.000000
CYCLE(5243, 5)	7.310000	0.000000
CYCLE(5243, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(5243, 7)	5.608699	0.000000
CYCLE(5243, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5243, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(5437, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5437, 2)	4.140000	0.000000
CYCLE(5437, 3)	2.780000	0.000000
CYCLE(5437, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5437, 5)	10.33000	0.000000
CYCLE(5437, 6)	6.200000	0.000000
CYCLE(5437, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5437, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5437, 9)	4.300000	0.000000

CYCLE(5493, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5493, 2)	6.290000	0.000000
CYCLE(5493, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5493, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5493, 5)	6.460000	0.000000
CYCLE(5493, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(5493, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5493, 8)	4.860000	0.000000
CYCLE(5493, 9)	3.040000	0.000000
CYCLE(5494, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5494, 2)	6.890000	0.000000
CYCLE(5494, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5494, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5494, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5494, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(5494, 7)	5.572956	0.000000
CYCLE(5494, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5494, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(5545, 1)	4.672217	0.000000
CYCLE(5545, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5545, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5545, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5545, 5)	6.210000	0.000000
CYCLE(5545, 6)	5.510000	0.000000
CYCLE(5545, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5545, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5545, 9)	4.250000	0.000000
CYCLE(3271, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(3271, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(3271, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(3271, 4)	2.780000	0.000000
CYCLE(3271, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(3271, 6)	8.610000	0.000000

CYCLE(3271, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(3271, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(3271, 9)	3.670000	0.000000
CYCLE(3806, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(3806, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(3806, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(3806, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(3806, 5)	8.670000	0.000000
CYCLE(3806, 6)	6.830000	0.000000
CYCLE(3806, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(3806, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(3806, 9)	2.660000	0.000000
CYCLE(5879, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5879, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5879, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5879, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5879, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5879, 6)	6.010000	0.000000
CYCLE(5879, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5879, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5879, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(5889, 1)	4.672217	0.000000
CYCLE(5889, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5889, 3)	2.760000	0.000000
CYCLE(5889, 4)	3.270000	0.000000
CYCLE(5889, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5889, 6)	5.330000	0.000000
CYCLE(5889, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5889, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5889, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(6175, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(6175, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(6175, 3)	4.660000	0.000000

CYCLE(6175, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(6175, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(6175, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(6175, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(6175, 8)	4.300000	0.000000
CYCLE(6175, 9)	4.180000	0.000000
CYCLE(6176, 1)	5.276474	0.000000
CYCLE(6176, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(6176, 3)	3.440000	0.000000
CYCLE(6176, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(6176, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(6176, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(6176, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(6176, 8)	4.850000	0.000000
CYCLE(6176, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(6724, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(6724, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(6724, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(6724, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(6724, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(6724, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(6724, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(6724, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(6724, 9)	2.680000	0.000000
CYCLE(6876, 1)	6.495158	0.000000
CYCLE(6876, 2)	7.480000	0.000000
CYCLE(6876, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(6876, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(6876, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(6876, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(6876, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(6876, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(6876, 9)	4.300000	0.000000

CYCLE(4069, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(4069, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(4069, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(4069, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(4069, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(4069, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(4069, 7)	6.361343	0.000000
CYCLE(4069, 8)	4.450000	0.000000
CYCLE(4069, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(6823, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(6823, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(6823, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(6823, 4)	4.600000	0.000000
CYCLE(6823, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(6823, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(6823, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(6823, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(6823, 9)	3.880000	0.000000
CYCLE(5768, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5768, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5768, 3)	3.320000	0.000000
CYCLE(5768, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5768, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(5768, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(5768, 7)	5.854118	0.000000
CYCLE(5768, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5768, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(6722, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(6722, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(6722, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(6722, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(6722, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(6722, 6)	10.70000	0.000000

CYCLE(6722, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(6722, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(6722, 9)	4.150000	0.000000
CYCLE(7021, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(7021, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(7021, 3)	3.230000	0.000000
CYCLE(7021, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(7021, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(7021, 6)	5.740000	0.000000
CYCLE(7021, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(7021, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(7021, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(7028, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(7028, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(7028, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(7028, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(7028, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(7028, 6)	6.850000	0.000000
CYCLE(7028, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(7028, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(7028, 9)	2.230000	0.000000
CYCLE(7029, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(7029, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(7029, 3)	3.370000	0.000000
CYCLE(7029, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(7029, 5)	7.580000	0.000000
CYCLE(7029, 6)	6.110000	0.000000
CYCLE(7029, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(7029, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(7029, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(2686, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(2686, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(2686, 3)	4.660000	0.000000

CYCLE(2686, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(2686, 5)	10.47000	0.000000
CYCLE(2686, 6)	5.090000	0.000000
CYCLE(2686, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(2686, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(2686, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(3889, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(3889, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(3889, 3)	3.230000	0.000000
CYCLE(3889, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(3889, 5)	8.300000	0.000000
CYCLE(3889, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(3889, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(3889, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(3889, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(2641, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(2641, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(2641, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(2641, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(2641, 5)	6.060000	0.000000
CYCLE(2641, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(2641, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(2641, 8)	4.350000	0.000000
CYCLE(2641, 9)	3.400000	0.000000
CYCLE(4465, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(4465, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(4465, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(4465, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(4465, 5)	8.200000	0.000000
CYCLE(4465, 6)	8.860000	0.000000
CYCLE(4465, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(4465, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(4465, 9)	4.300000	0.000000

CYCLE(4469, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(4469, 2)	7.830000	0.000000
CYCLE(4469, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(4469, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(4469, 5)	6.150000	0.000000
CYCLE(4469, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(4469, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(4469, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(4469, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(4576, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(4576, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(4576, 3)	3.500000	0.000000
CYCLE(4576, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(4576, 5)	9.370000	0.000000
CYCLE(4576, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(4576, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(4576, 8)	4.250000	0.000000
CYCLE(4576, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(4611, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(4611, 2)	7.760000	0.000000
CYCLE(4611, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(4611, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(4611, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(4611, 6)	5.750000	0.000000
CYCLE(4611, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(4611, 8)	5.730000	0.000000
CYCLE(4611, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(4952, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(4952, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(4952, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(4952, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(4952, 5)	10.00000	0.000000
CYCLE(4952, 6)	6.000000	0.000000

CYCLE(4952, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(4952, 8)	5.470000	0.000000
CYCLE(4952, 9)	4.300000	0.000000
CYCLE(5055, 1)	9.380000	0.000000
CYCLE(5055, 2)	9.320000	0.000000
CYCLE(5055, 3)	4.660000	0.000000
CYCLE(5055, 4)	4.740000	0.000000
CYCLE(5055, 5)	10.83000	0.000000
CYCLE(5055, 6)	10.70000	0.000000
CYCLE(5055, 7)	11.06000	0.000000
CYCLE(5055, 8)	8.960000	0.000000
CYCLE(5055, 9)	4.250000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	19182.70	-1.000000
2	0.000000	-7.311405
3	0.000000	-7.880600
4	0.000000	-3.184274
5	0.000000	-4.033724
6	0.000000	-18.64050
7	0.000000	-11.49335
8	0.000000	-10.05092
9	0.000000	-4.895000
10	0.000000	-1.755600
11	1514.391	0.000000
12	0.000000	0.8779256
13	0.000000	0.7584455
14	0.000000	0.5731739
15	0.000000	0.5326120
16	420.0000	0.000000
17	0.000000	0.9934894
18	0.000000	0.4215898
19	0.000000	0.5981228

20	0.000000	0.7283121
21	420.0000	0.000000
22	0.000000	0.6871501
23	420.0000	0.000000
24	0.000000	0.5416129
25	420.0000	0.000000
26	0.000000	0.7159083
27	0.000000	0.3796604
28	0.000000	0.8167603
29	0.000000	0.7316322
30	0.000000	0.7400000
31	0.000000	0.8735266
32	0.000000	1.285526
33	0.000000	0.4235172
34	0.000000	1.461691
35	0.000000	0.7609797
36	205.8992	0.000000
37	0.000000	0.4223718
38	0.000000	0.8363517
39	0.000000	0.6837209E-01
40	0.000000	0.7566107E-01
41	420.0000	0.000000
42	420.0000	0.000000
43	114.4037	0.000000
44	420.0000	0.000000
45	0.000000	0.2668977
46	420.0000	0.000000
47	0.000000	0.5823266
48	0.000000	0.2372646
49	0.000000	0.5791689
50	0.000000	0.9980264
51	0.000000	0.1858434
52	0.000000	1.575990

53	0.000000	0.2432317
54	0.000000	1.510976
55	0.000000	0.1017647
56	0.000000	0.5688443
57	0.000000	0.4255591
58	420.0000	0.000000

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sinan ŞAHİN
Doğum Tarihi ve Yeri : 24.01.1990 / Düzce
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : sinansahin_1@yahoo.com.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Sistem Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2015
Lisans	Endüstri Mühendisliği	Kocaeli Üniversitesi	2012
Lise	Fen	Düzce Fen Lisesi	2008

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2015	Bosal	Operasyon Mükemmelliği
2012	Autoliv	Üretim Şefi

