



**KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PERSONEL ATAMA VE ÇİZELGELEME PROBLEMLERİ İÇİN
MATEMATİKSEL MODELLER VE FARKLI ORGANİZASYONLARDA
UYGULANMASI**

Serkan KOÇTEPE

KIRIKKALE, 2021

KABUL ve ONAY

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Serkan KOÇTEPE tarafından hazırlanan “Personel Atama ve Çizelgeleme Problemleri İçin Matematiksel Modeller ve Farklı Organizasyonlarda Uygulanması” adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin **Yüksek Lisans Tezi** olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Tamer EREN
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan : Doç. Dr. Evren Can ÖZCAN

Üye (Danışman) : Prof. Dr. Tamer EREN

Üye : Dr. Öğr. Üy. Akın ÖZDEMİR

24/06/2021

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr., Recep ÇALIN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

PERSONEL ATAMA VE ÇİZELGELEME PROBLEMLERİ İÇİN
MATEMATİKSEL MODELLER VE FARKLI ORGANİZASYONLARDA
UYGULANMASI

KOÇTEPE, Serkan

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Tamer EREN

Haziran 2021, 89 Sayfa

Türkiye’de eğlence ve medya sektörü yıllık 40 binden fazla düzenlenen organizasyonlar ile 2018 yılında 18 milyar dolar ciroya ulaşmıştır. Bu durum rekabetin artmasına yol açmaktadır. Piyasalarda artan talebe karşılık kâr amacı gütmeyen ve halka açık organizasyonlar için dahi profesyonel şirketler görevlendirilmesi zorunluluk haline gelmiştir. Organizasyon sektörü gün geçtikçe büyüyüp, gelişirken organizasyon ihtiyaçları ve tedarikçi firmalarda büyüyüp gelişmektedir. Sektördeki girdi çeşitlerinin artması, kullanılan bütçeleri artırmaktadır. Sürekli büyüyen ve gelişen bu ortamda talepler çeşitlenmekte ve buna bağlı olarak bilimsel çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Organizasyon sektörünün temel girdileri olarak etkinlik öncesi planlama ve teknik çalışmalarının kalitesi, etkinlik anındaki personellerin performansı ile doğru orantılıdır. Bu durum organizasyonlar için personel çizelgeleme problemlerinin önemini ortaya çıkarmaktadır. Genel olarak hizmet sektöründe kullanıcı ile görevli personeller birebir temas halinde olmakta ve müşteri memnuniyeti sağlamak açısından, söz konusu görevli personellerin performansı büyük önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasında dört farklı organizasyonda personel atama ve çizelgeleme örnek uygulamaları yapılmıştır: Birincisi hem kongre hem de toplantı bulduran yedi gün ve günde iki vardiya devam eden bir bölge bayi organizasyonudur. Organizasyonda toplam 11 farklı görev ve 80 personel bulunmaktadır. İkincisi, iki gün ve günde iki vardiyalı Cumhurbaşkanlığı kupası basketbol karşılaşması organizasyonudur. Bu organizasyonda dokuz görev ve 120 personel bulunmaktadır. Üçüncüsü 30 günlük, 29 görev ve 57 personel bulduran yedi farklı organizasyonun personel çizelgelenmesidir. Dördüncüsü ise 15 gün, altı farklı görev ve 84 personelli festival organizasyonudur. İlk iki organizasyonda tamsayılı programlama, üçüncü ve dördüncü organizasyonlarda ise hedef programlama kullanılmıştır. Ayrıca dördüncü

organizasyonda görev önceliklendirmesi analitik hiyerarşi prosesi yöntemiyle yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Organizasyon çizelgeleme, Personel atama ve çizelgeleme, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Tamsayılı Programlama, Hedef Programlama



ABSTRACT

MATHEMATICAL MODELS AND CASE STUDIES IN DIFFERENT ORGANIZATION FOR PERSONNEL ASSIGNMENT AND SCHEDULING PROBLEMS

KOÇTEPE, Serkan

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, M.Sc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Tamer EREN

June 2021, 89 pages

The entertainment and media sector in Turkey reached a turnover of 18 billion dollars in 2018 with more than 40 thousand events organized annually. This leads to increased competition. In response to the increasing demand in the markets, it has become a necessity to appoint professional companies even for non-profit and public organizations. While the organization sector grows and develops day by day, organizational needs and supplier companies are growing and developing. The increase in the types of inputs in the sector increases the budgets used. In this ever-growing and developing environment, demands are diversifying and accordingly, they need to be supported by scientific studies. The quality of pre-event planning and technical work, as the basic inputs of the organization sector, is directly proportional to the performance of the personnel at the event. This situation reveals the importance of personnel scheduling problems for organizations. In general, the personnel in charge of the service sector are in one-to-one contact with the user. In order to ensure customer satisfaction, the performance of the personnel in charge is of great importance.

In this thesis, sample applications of personnel assignment and scheduling were made in four different organizations: The first one is a regional dealers organization that has both congress and meeting, continues for seven days and two shifts a day. There are 11 different tasks and 80 personnel in the organization. The second is the organization of the President's Cup basketball match in two days and two shifts per day. There are nine tasks and 120 personnel in this organization. The third is personnel scheduling of seven different organizations with 30 days, 29 tasks and 57 personnel. The fourth is the festival organization of 15 days, six different tasks and 84 personnel. Integer programming was used in the first two organizations, and goal programming was used

in the third and fourth organizations. In addition, in the fourth organization, task prioritization was done by the analytical hierarchy process method.

Key Words: Organization scheduling, Staff assignment and scheduling, Analytical Hierarchy Process, Integer Programming, Goal Programming



TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanmasında mesleki tecrübeleri ile bana rehberlik eden, bu süreçte yardım ve desteğini esirgemeyen, her zaman yanımda olan çok değerli tez danışmanım Prof. Dr. Tamer EREN' e, birlikte çalıştığım arkadaşım Ahmet CÜREBAL'a, bugünlere gelmemi sağlayan, eğitim öğretimime her zaman destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
2.ORGANİZASYON PERSONEL ÇİZELGELEME	5
3. YÖNTEMLER	19
3.1. AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) Yöntemi	20
3.2. Tamsayılı Programlama (TP) Yöntemi	24
3.3. Hedef Programlama (HP).....	25
4.LİTERATÜR TARAMASI	27
4.1. Üretim Sektöründe İncelenen Çalışmalar	27
4.2. Hizmet Sektöründe İncelenen Çalışmalar	30
4.3. Organizasyon Sektöründe İncelenen Çalışmalar	37
5.UYGULAMA	40
5.1. Problem-1	42
5.1.1. Problem-1 tanımı.....	43
5.1.2 Problem-1 verileri	43
5.1.3. Matematiksel model oluşturulması	45
5.1.4 Model çözümü ve yorumlanması	46
5.2. Problem-2.....	47
5.2.1. Problem tanımı	48
5.2.2. Problem verileri.....	49
5.2.3. Matematiksel modelin oluşturulması	50
5.2.4. Model çözümü ve yorumlanması	51
5.3. Problem-3.....	51
5.3.1. Problem tanımı	51
5.3.2. Organizasyon verileri	53
5.3.3 Matematiksel modelin oluşturulması	56
5.3.4. Modelin çözümü ve yorumlanması	58
5.4. Problem-4.....	59

5.4.1. Problem tanımı	60
5.4.2. Problem verileri.....	61
5.4.3. Görevlerin Önceliklendirilmesi.....	64
5.4.4. Matematiksel modelin oluşturulması	64
5.4.5. Model çözümü ve değerlendirme.....	66
6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	68
KAYNAKÇA	70



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Organizasyon görevleri.....	17
Çizelge 3.1. AHP değerlendirme skalası	22
Çizelge 3.2. Rassallık indeksi	23
Çizelge 5.1. Problemler hakkında genel bilgiler.....	42
Çizelge 5.2. Problem-1 organizasyon talepleri	44
Çizelge 5.3. Problem-2 organizasyon talepleri	49
Çizelge 5.4. Problem-3 organizasyon talepleri	54
Çizelge 5.5. Yetkinlik verileri.....	55
Çizelge 5.6. Görev ve talepler.....	55
Çizelge 5.7. Yetkinlik verileri.....	62
Çizelge 5.8. Önem ağırlıkları.....	64
Çizelge 5.9. Karşılaştırma GOYP	66



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Organizasyon girdileri	7
Şekil 2.2. Organizasyon süreçleri	8
Şekil 2.3. Organizasyon çeşitleri	10
Şekil 2.4. Kongre organizasyon hiyerarşisi	12
Şekil 2.5. Kongre organizasyon akış şeması.....	12
Şekil 2.6. Tanıtım personel hiyerarşisi	13
Şekil 2.7. Festival organizasyon hiyerarşisi.....	14
Şekil 3.1. AHP yöntemi	20
Şekil 3.2. AHP uygulama adımları	21
Şekil 4.1. Sektörel literatür incelemesi	38
Şekil 4.2. Yöntemlere göre literatür süreçleri.....	38
Şekil 5.1. Problem-1 akış şeması	43
Şekil 5.2. Problem-2 akış şeması	48
Şekil 5.3. Problem-3 akış şeması	53
Şekil 5.4. Problem-4 akış şeması	60

KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	Analitik hiyerarşi prosesi
AAS	Analitik ağ süreci
TP	Tamsayılı programlama
HP	Hedef programlama
KTP	Karma tamsayılı programlama
İK	İnsan kaynakları
ELECTRE	Elimination and Choice Translating Reality English
VIKOR	Vlsekriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
SPV	Süpervizör

1.GİRİŞ

Günümüzde hizmet sektörünün gelişmesi ile firmalar, rekabeti uluslararası platforma taşımışlardır. Bu durum mevcut planlama süreçlerini daha karmaşık hale getirmektedir. Rekabette öne geçmek ve karlılıklarını artırabilmek işletmelerin doğal amaçlarını oluşturmaktadır. Yeni müşteri kazanma çalışmalarının yanı sıra, mevcut müşterilere verilen hizmetin tatminkâr olması gerekmektedir. Sektörün pazar payının büyümesiyle rekabet edilen firma sayısında da bir artışla karşılaşmaktadır. Rekabette üstün olabilmek, karlılığı artırabilmek için maliyetini en küçükleme gerekmektedir. Ancak maliyeti düşürmek için yapılan çalışmalar, özellikle hizmet sektöründe verilen hizmetin kalitesini düşürmeden planlama ile sağlanmalıdır (Cürebal vd., 2020a).

Günümüzde hizmet sektöründe yer alan organizasyon sektörü her yıl gelişmekte ve artan talebe cevap verebilmek için büyümektedir. Organizasyon şirketleri, çeşitli sektörler veya şahıslar adına hizmet vermektedir. Bu değişimiyle birlikte organizasyon düzenleme faaliyeti bir sektör haline gelmiş ve profesyonel hizmet sunan firmalar ortaya çıkmıştır (Cürebal vd., 2020b). Özel olarak hizmet veren bir araştırma şirketinden sağlanan veriler ışığında; Türkiye’de yıllık eğlence sektörü özelinde yapılan organizasyon sayısı 40.000’e ulaşmıştır ve bu organizasyonlara ayrılan yıllık bütçe dört milyar dolar seviyesindedir.

Organizasyonlar planlama ve uygulama olmak üzere iki aşamadan oluşur. Planlama aşamasında organizasyona gereken sermaye, teknik ekipman ve insan kaynağı analiz edilir. Yapılan analizler neticesinde bir plan oluşturulur, bu planın hayata geçtiği aşamaya da uygulama bölümü denir. Organizasyonların uygulama bölümünde temel girdileri arasında yer alan insan kaynakları, teknik ekipman ve sermaye ancak iyi bir planlama ile başarılı çıktılara dönüşebilir. İnsan kaynakları girdisi, organizasyonların uygulama bölümünde görev almaktadır. Organizasyonun kalitesini ve verimini uygulama aşamasında görev alan personeller belirlemektedir. Bu nedenle organizasyonlarda görev alacak personellerin planlaması oldukça önemlidir. Bu durum işletmeler için personel atama ve çizelgeleme problemini ortaya çıkarmaktadır. Personel çizelgeleme ve personel atama, bir işletmenin mal veya hizmetlerine yönelik talebi karşılayabilmesi için gerekli personel istihdamını belirlemek ve bu personellerin çalışma çizelgelerini oluşturma sürecidir (Ernst vd., 2004). Bu sürecin birinci adımı, organizasyonun talebini karşılamak için belirli yetkinliklere sahip personel sayısını belirlemeyi içerir. İkinci adım ise çalışma çizelgelerinin oluşturulmasıdır. Personeller,

gerekli işgücü talebini karşılamak için talep edilen vardiyalara tahsis edilir ve daha sonra görevler her vardiya için uygun niteliklere sahip personellere atanır. Bu son derece kısıtlı ve karmaşık sorunlara en iyi çözümleri bulmak zordur. Maliyetleri en aza indirirken, personel tercihlerini dikkate alan, vardiyaları çalışanlar arasında adil bir şekilde dağıtan ve işletmenin çalışma kısıtlamalarını karşılayan en uygun çözümleri belirlemek problemi daha da kompleks hale getirmektedir. Bu bağlamda pek çok organizasyon, göreve uygun personeli, talep edilen zamanda ve minimum maliyetle sağlamaya yardımcı olacak karar destek araçlarına ihtiyaç duyar. Böyle bir karar destek sisteminin bileşenleri ise amaçları, kısıtlayıcılarını ve personel verilerini kapsamaktadır. Bu girdilerin analizi bu hususta büyük öneme sahiptir. Verilerin anlamlandırılabilmesi, istenen seviyede adil atama yapılabilmesi, maliyetlerin en küçüklenmesi, personel memnuniyetinin en büyüklenmesi, talebi karşılayacak iş çizelgelerini oluştururken temel girdilerdir.

Hizmet sektöründe müşteri memnuniyeti, sunulan hizmetin kalitesiyle doğru orantılı olarak sağlanmaktadır. Sektörde görevli personellerin müşteri ile birebir ilgili olması, hizmetin kalitesini anlık reaksiyonların belirlemesine yol açmaktadır. Bu doğrultuda personel çizelgeleme çalışması hizmet kalitesini artırma anlamında büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla işgücünün etkin kullanılabilmesi, hizmet sistemlerinin önemli problemlerinden bir tanesidir. Uygulanacak plan, her bir personelin verimliliğini, dolayısıyla hizmetin kalitesini doğrudan etkilemektedir. Sektörde her bir proje için farklı gereksinimler olabilmektedir. Organizasyon planlama, alanlara ve koşullara göre farklılık göstermektedir. Organizasyon çalışmaları personel ve müşterilerin yakın temasta hizmet ürettiği sistemlerdir. Dolayısıyla personellerin yeteneklerine uygun görevlere atanmalarının hizmet kalitesine katkısı oldukça yüksektir. Organizasyon etkinlikleri günümüzde çeşitli olarak gerçekleştirilmektedir. Farklı tip etkinlikler için birbirinden farklı görevler bulunmakta ve söz konusu görevlerin ve personellerin analizi, birbirine uyumlu olması sektörde hizmet kalitesini belirleyici seviyede önemli bir konudur.

Üretim veya hizmet sektöründe ayırım yapılmaksızın bu tür problemleri çözebilmek adına birçok yöntem kullanılabilir. Söz konusu yüksek lisans tez çalışmasında organizasyon sektöründe görevli personellerin, görev atamaları ve çalışma çizelgelerinin oluşturduğu problemler ele alınmıştır. Bu çalışmalarda problem çözümü için optimal yöntemlerden faydalanılmaktadır. Yöneylem araştırması konularından hedef programlama ve doğrusal programlama yöntemleri, çok kriterli

karar verme yöntemlerinden analitik hiyerarşi prosesi yöntemi çalışmada kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda personellerin görev alacakları birimlerinin birbiriyle kıyaslanmasında analitik hiyerarşi prosesi yöntemi, problemin modellenmesinde tek amaçlı olanlarda tamsayı programlama ve birden fazla amacı barındıran problemlerde ise hedef programlama kullanılmıştır.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde organizasyon sektöründe personel çizelgeleme problemi araştırılmıştır. Organizasyon hakkında genel bilgilendirme yapılmış, sektör hakkında araştırmalar ve planlamalar paylaşılmıştır. Sektörün temel ihtiyaçlarından olan insan kaynakları birimlerinin organizasyonda görev alacak nitelikli iş gücü problemleri detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde tezde yer alan problem türlerinde, çözüm yöntemleri incelenmiştir. Bu kapsamda dört farklı çalışma incelenmiş olup, sırasıyla Tamsayı programlama, hedef programlama ve Analitik hiyerarşi prosesi-hedef programlama yöntemleri tercih edilmiştir. Bu bölümde AHP, tamsayı programlama ve hedef programlama hakkında detaylı araştırma yapılmış olup, formülasyonlar ve işlem adımları anlatılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde literatürde yer alan benzer çalışmalara yer verilmiştir. Literatür de yayın hakkı kazanmış yayınların çözüm yöntemleri, yayımlandıkları yerler ve yayın içerikleri hakkında bilgiler sunulmuştur.

Çalışmanın beşinci bölümünde organizasyon personellerinin atanması ve çizelgelemesi hakkında uygulamalara yer verilmiştir. Dört farklı organizasyon için uygulama yapılmıştır. Birinci organizasyonda 11 farklı görev, 80 personel, yedi gün ve günde iki vardiya bulunmaktadır. 0-1 skalasında personel yetkinlikleri puanlanarak görevlere atama ve çizelgeleme için bir tamsayı programlama modeli önerisinde bulunulmuştur. İkinci organizasyonda dokuz görev, 120 personel, iki gün ve günde iki vardiya bulundurmaktadır. Personel değerlendirme skalası 1-5 arası puanlama ile geliştirilerek, spesifik yetkinliklerin daha iyi analizi sağlanmış ve modele maliyet minimizasyonu amacı eklenerek Tamsayı programlama modeli geliştirilmiştir. Üçüncü çalışmada tek bir organizasyon yerine 30 günlük süreci kapsayan yedi organizasyon, 29 görev ve 57 personel için personel çizelgeleme problemi yapılmıştır. Çalışmada hedef programlama yöntemi ile maliyet minimizasyonu hedefi maksimum yetkinlik puanı kullanarak elde etmektedir. Tam zamanlı ve yarı zamanlı olmak üzere iki farklı maliyet türü ve personel tipini uygun organizasyona atamak için bir çalışma

yapılmıştır. Mevcut çalışmanın 2020 yılı Covid-19 pandemi döneminde gerçekleşmiş olması, kalıtsal hastalık problemi olan personellerin de daha az temasta olacakları görevlere atanabilmesi kısıtını beraberinde getirmiş olup, bu yanıyla gerçek hayat problemlerine çözüm sunma niteliği kazandırmıştır. Dördüncü organizasyon ise turizm sektörünü de kapsayan bir tanıtım festivali organizasyonu için personel çizelgeleme problemini ele almaktadır. Bu çalışmanın en önemli özelliği ise ülke tanıtımına katkısının organizasyonun kalitesiyle mümkün olabilmesidir. Bu bağlamda organizasyonda görevli personellerin hizmet kalitesi büyük önem taşımaktadır. Organizasyon 15 gün, 6 farklı görev ve 84 personel bulundurmaktadır. Çalışmada personellerin görev alacakları birimler için Analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ile görevler arası önem derecesi belirlenmiş olup, daha sonra bu önem dereceleri hedef programlama yöntemi ile oluşturulan matematiksel modele entegre edilmiştir.

Çalışmanın altıncı ve son bölümünde sonuçlar yer almaktadır. Bu bölümde uygulamalarda elde sonuçlar değerlendirilmiş olup, Organizasyon personel atama ve çizelgeleme problemleri hakkında değerlendirmeler yapılmış ve problemlerin nitelikleri ve içerikleri itibariyle gelecekte yapılacak çalışmalarda geliştirilebilir olan yönler tartışılmıştır.

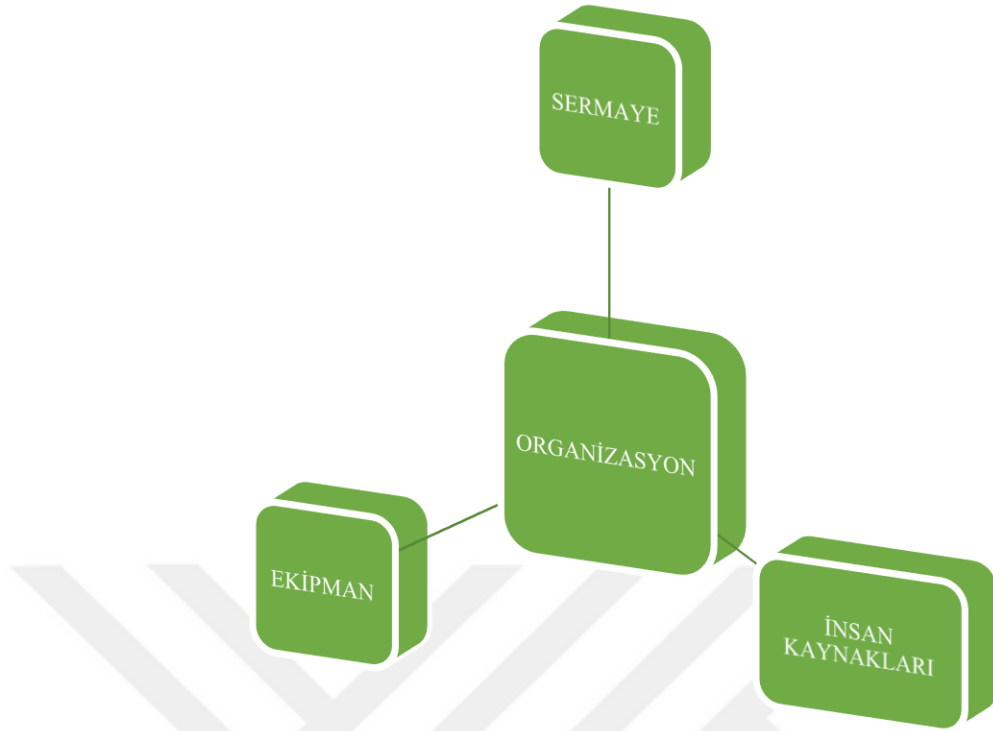
2.ORGANİZASYON PERSONEL ÇİZELGELEME

Hizmet sistemlerinde çizelgeleme problemleri genel olarak dört başlıkta incelenmektedir. İş gücü çizelgeleme, turnuva çizelgeleme, rezervasyon çizelgeleme ve ulaştırma zaman çizelgelemesi problem türlerini barındırmaktadır. Üretim sistemleri ile benzer yanları olduğu gibi, birçok farklı yönü de bulunmaktadır. Üretim sistemlerinde nihai ürünün kalitesini ölçmek, seçili ölçüm cihazları ile sağlanmaktadır. Hizmet sistemlerinde bu durum, birçok öznel değerlendirmeye tabii olmaktadır. Hizmet sistemlerinde planlama, üretim sistemleri ile belirli noktalarda farklılıklar göstermektedir. Öznel değerlendirmelerinde yer aldığı, birçok faktör değerlendirme skalası içinde yer bulmaktadır. Üretim endüstrisinde bir ürünün talep edilen teslim tarihinde ve önceden belirlenen kalite düzeyinde olması müşteri memnuniyetinin büyük çoğunluğunu sağlamaktadır. Hizmet sistemlerinde bu durum oldukça karmaşık olabilmektedir. Belirli yetkinlik kısıtlarını içeren ve zaman çizelgesinde talep edilen personel sayısını karşılamak, sistemin kusursuz olması anlamına gelmez. Sunulan hizmetin içerik ve kapsamlarının yanı sıra müşteriyi sıra bekletme durumları gibi müşteri memnuniyetini büyük ölçüde olumsuz etkileyen faktörler bulunmaktadır.

Hizmet veya üretim sektöründe planlamanın en kritik öneme sahip olduğu konulardan biri de iş çizelgeleme problemleridir. Hizmet sektöründe işletmenin talebini karşılayan modeli oluştururken belirli bir zaman aralığında belirli görevlerde talep edilen personel sayısını karşılamak temel amaç olarak görülebilmektedir. Bu süreci planlarken insan faktöründen kaynaklı oluşabilecek durumlar, iş gücü planlaması yapılırken problemin kısıtlarını belirleyen önemli faktörlerdendir. Personellerin yetkinliklerine uygun işlere atanması, bu atama yapılırken öznel taleplerinde dikkate alınmasını sağlamak, bilimsel yöntemler kullanılmadığı takdirde oldukça zorlu bir süreç gerektirmektedir. Problemin analizinde, verileri elde etmede oldukça titiz olunmalıdır. Hizmet sistemlerinde personel memnuniyeti, sistemin verimliliğini de doğrudan etkilemektedir. Örneğin organizasyon sektöründe görevli personellerin niteliklerine uygun görevlere atandığında gösterdikleri başarı, sisteminin daha hızlı işlemesine ve müşteri memnuniyetini doğrudan olumlu yönde etkilemektedir. İş gücünü etkin kullanabilmek sistemin işleyişini olumlu yönde etkilemektedir. İşletmelerde maliyetlerin büyük bir bölümünü personel giderleri oluşturmaktadır. Bu maliyeti katma değere çevirebilmek için, personelden sağlanacak fayda çok önemlidir. Oluşan maliyet karşılığında, iş verimliliğini olumlu yönde değerlendirmek işletmenin

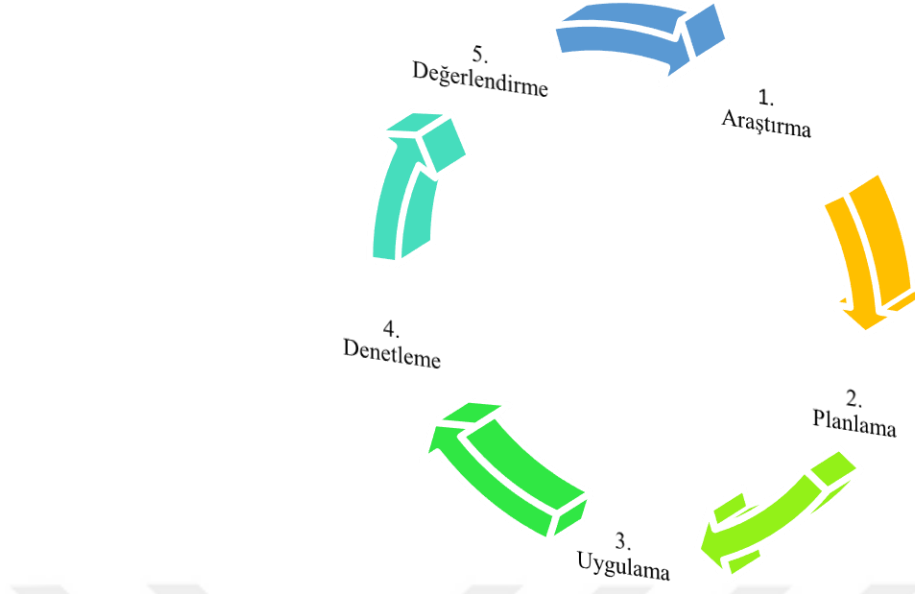
temel problemlerinden bir tanesidir. Örneğin personellere fazla mesai yaptırmak, maliyeti artırmakta olup, yorgunluğa dayalı bir verimsizlik oluşturuyorsa, dış kaynak veya kısmi zamanlı ekipler tercih etmek, bu sorunu ortadan kaldıracaktır. Toplam maliyeti en aza indirmek için yapılan tercihler organizasyonun kalitesini etkileyebilmektedir. Bu gibi durumlarda temel amaç kaliteyi korumak ise mümkün olan en az maliyetle bu problemi değerlendirmek gerekmektedir. İş gücü planlaması yapılırken tek amaca bağlı olmak problemi basitleştirse de asıl istenen amaca ulaşılmasını zorlaştırmaktadır. Organizasyonlar, verilen hizmet, görev tanımları ve kalite anlayışı ile hizmet sektöründe bulunan en karmaşık yapıdaki etkinliklerdir. Organizasyon sektörü hizmet sistemlerinde önemli bir role sahiptir. Görev tanımlarının değişkenliği, dinamik bir yapıda olması ve her organizasyonun kendi bünyesinde birbirinden farklı özellikler barındırması bu yapıda planlama yapmanın nedenli karmaşık ve önemli olduğunu göstermektedir.

Organizasyon sektöründe personel çizelgeleme problemleri aynı anda birçok ayrıntının dikkate alındığı son derece karmaşık problemleri içermektedir. Organizasyon, tarafsız (Objektif) bir çabayı ve bir amacı gerektiren yine bu amacın gerçekleştirilmesi için birden fazla bireyin güç ve faaliyetlerinin koordine edilmesine denir (Bittel, 1989). Günümüzde birçok sektörün ihtiyacı olan; fuarlar, kongreler, paneller, seminerler, toplantı ve açılışlar gibi son derece karmaşık yapıdaki etkinliklerin yanı sıra nispeten daha basit yapıda olan halka açık konserler, festivaller, VIP servis hizmetleri ve kâr amacı gütmeyen etkinliklerde dahi profesyonel organizasyon şirketlerinden hizmet talep edilmektedir (Koçtepe vd., 2019). Organizasyon sektörünün girdileri Şekil 2.1.'de yer alan planlama, insan kaynakları, sermaye ve ekipman unsurlarından oluşmaktadır.



Şekil 2.1. Organizasyon girdileri

Her organizasyon belirli stratejik amaçlar kapsamında operasyonel bir planlama gerektirmektedir. Organizasyonun hedefleri, kapsamı, ihtiyaçları ve hedef kitlesi planlama bölümünde yer alan çalışmalardır. Bu bölümde organizasyonun reklam ve tanıtım ihtiyaçları belirlenir, kullanılacak ekipmanlar tespit edilir ve organizasyonda görev alacak personel görev tanımları yapılır. Planlama bölümü organizasyonun ön hazırlıkları başlamadan önce tamamlanmaktadır. Organizasyonun planlama birimi gerekli ekipman, sermaye ve insan kaynakları tedarik listeleri belirlemektedirler. Organizasyonlarda süreçler Şekil 2.2’te gösterildiği gibi araştırma, planlama, uygulama, denetleme ve değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır.



Şekil 2.2. Organizasyon süreçleri

Organizasyonun uygulama bölümünde bu girdiler sonucunda kazanç ve müşteri memnuniyeti hedeflenmektedir. Özel değerlere sahip değerlendirmeler sonucunda müşteri memnuniyetini sağlamak oldukça zordur, bu karmaşık durumu lehte kullanabilmek ancak başarılı bir planlama sonucunda olabilmektedir. Organizasyon süreç yönetimi için kullanılan bu akış şemasının başlangıç bölümü olan araştırma, organizasyonun temel anlamda ihtiyaçlarını belirleyip, araştırıldığı bölümdür. Araştırmalar esnasında geçmiş dönemde yapılan benzer organizasyonlar incelenmekte ve veriler toplanmaktadır. Kritik seviyede öneme sahip olan alanlar belirlenip, organizasyonun hedefleri belirlenmektedir. Araştırma bölümünde toplanan veriler ışığında, organizasyonun planlaması yapılmaktadır. Planlama bölümünde detaylı olarak organizasyonun stratejileri belirlenir. Söz konusu stratejiler, pazarlama hedeflerini, tanıtım süreçlerini ve yetenek optimizasyonu alanlarını kapsamaktadır. Planlama sürecinin ardından organizasyonun uygulama bölümü gerçekleşmektedir. Uygulama bölümü bu süreçlerin en kritik noktasıdır. Yapılan araştırma ve planlama süreçlerinin ardından, alınmış bütün kritik kararların uygulandığı bölümdür. Organizasyonun uygulama bölümü, belirlenen amaçlar doğrultusunda yapılan hazırlıkların müşteri ile buluştuğu noktadır. Organizasyonun uygulama bölümünün hemen ardından denetleme bölümü gelmektedir. Denetleme bölümünde

organizasyonun hedeflerine ulaşp, ulaşmadığı veya ne denli ulaşabildiği sorularına yanıt aranmaktadır. Bu bölümde organizasyonun eksikleri, iyi yönleri veya kötü uygulandığı bölümler saptanmaktadır. Organizasyonlarda son bölüm ise değerlendirme bölümüdür. Değerlendirme bölümünde organizasyonun uygulama bölümü ve öncesi incelenmektedir. Yapılan incelemeler sonucunda diğer organizasyonlarda iyileştirme çalışmaları için data toplanmakta ve projenin genel kritiği yapılmaktadır. Organizasyonların alınan geri bildirimleri genellikle personel yetkinliklerinin doğru bir şekilde yönetilememesi ile ilgili olup, bu durum organizasyonların en temel problemlerinden birinin personel çizelgeleme problemi olduğunu kanıtlamaktadır.

Organizasyonlar günümüzde birçok üretim ve hizmet sektöründe kendine yer bulmaktadır. Birçok sektör, işletme, kurum ve şahıslar etkinlikleri için profesyonel organizasyon şirketlerinden hizmet almaktadırlar. Organizasyon talebi arttıkça, pazar payı ve rekabet ortamı da bu bağlamda kendini gün geçtikçe geliştirmektedir. Günümüz Covid-19 pandemi süreçleri birçok sektörde olduğu gibi organizasyon sektöründe de düşüşe sebep olmuştur. Kronolojik olarak düşünüldüğünde organizasyon sektörü, artan ivmesini Covid-19 gibi spesifik durumlar haricinde kaybetmemiştir. Bu durum sektöre olan yatırımları artırmış olup, sektörün katma değerini artırmaktadır. Globalleşen rekabette organizasyon firmalarının, rakiplerini geride bırakmak istemesi, sürekli iyileştirme hamlelerini beraberinde getirmektedir. Maliyet planlaması, organizasyon içerikleri, pazarlama teknikleri bu iyileştirme süreçlerinin en temel konuları arasında yer almaktadır. Günümüzde organizasyon sektörü sektörlere hem paydaş hem de tedarikçi olarak hizmet vermekte olup, ülke ekonomisine ciddi anlamda katkı sağlamaktadır. Organizasyon sektörünün başlıca hizmet alanları ise Şekil 2.3. 'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Organizasyon çeşitleri

Organizasyonlar temel anlamda üç paydaş olarak sınıflandırılmaktadır. Bu organizasyonlar; Kurumsal, Sosyal ve Kültürel, Uluslararası ve ulusal organizasyonlardır (Bittel, 1989). Her bir organizasyon kendine özgü faaliyetler barındırmaktadır. Örnek olarak Uluslararası organizasyon olan fuar organizasyonlarında farklılıklar kaçınılmazdır. İçerikler tamamen organizasyona özeldir. Tanıtım araçları, kullanılan personel tipleri, teknik ekipmanlar fuar içeriğine göre bambaşka tipte olabilmektedir. Kurumsal organizasyonların en çok uygulanan örnekleri kongre, tanıtım ve açılış organizasyonlarıdır.

Kongre organizasyonları, kurum ve kuruluşların gündemlerindeki konular hakkında görüşmek üzere düzenledikleri toplantılardır. Kongre organizasyonları planlama süreçleri açısından en karmaşık yapıdaki organizasyonlardır. Organizasyonun yapılacağı alan öncelikli olarak belirlenir. Organizasyon alanı seçildikten sonra insan kaynakları ihtiyaçları belirlenir. Bu bölümde organizasyonda ihtiyaç duyulan personel tipleri, personellerden beklenen yetkinlikler ve ihtiyaç duyulan personel sayıları belirlenmektedir. Bir sonraki aşamada organizasyonun ihtiyaç duyduğu teknik ekipman ve dekor ihtiyaçları belirlenmektedir. Organizasyonun yapılacağı alana bağlı olarak görüntü, ses, ışık sistemlerinin yanı sıra sahne, kulis, bayrak ve çeşitli tanıtım araçları belirlenmektedir. Organizasyonun uygulama bölümünde organizasyon planlarının hayata geçirildiği bölümdür. Ana paydaş olan katılımcılar, farklı şehirlerden veya ülkelerden katılabilmekte olup, bu durum kongreye ulaşımını sağlayabilmek adına transfer edilmelerinin planlanmasını gerektirmektedir.

Kesinleşen katılımcı listeleri oluşturulduktan sonra katılımcıların ulaşımı için gerekli ulaşım rezervasyonları planlanmaktadır. Örneğin yurtdışından katılacak olan bir katılımcının planlaması yapılırken A ülkesinden, kongrenin yapılacağı B ülkeye ulaşım planı oluşturulur, ardından ülke içerisinde kongrenin bulunduğu şehre ulaşım planı oluşturulur ve son olarak kongrenin bulunduğu şehre ulaşan katılımcının kongre alanına transferi planlanmaktadır. Bu sürecin karmaşık yapıda olması durumu ise uçuşlar arası bekleme sürelerinin en aza indirilmek istenmesidir. Bütün bu süreçler transfer birimi tarafından yönetilir. Katılımcıların kongre alanına transferi gerçekleşikten sonra kongrenin uygulama bölümü için yapılan hazırlıkların, başlangıç noktası olan kongre kayıt noktası bulunmaktadır. Kayıt noktasında görevli personeller, katılımcıların bilgilerini teyit etmek suretiyle yaka kartı, katılımcı bilekliği veya türevlerinde bir katılım belgesi vererek, katılımcıların organizasyon alanına erişimlerine onay vermektedirler. Organizasyonun kayıt biriminde katılıma bağlı olarak personel sayısı belirlenmekte ve transfer saatleri aralıklı olarak ayarlanmaktadır, katılımcıların bekleme süresini en aza indirmek için dikkat edilmesi gereken bir durumdur. Bu işlemin ardından katılımcılar, organizasyonun uygulama bölümlerine yönlendirilmektedirler. Karşılama ve yönlendirme ile görevli personeller organizasyon katılımcılarının, alan içerisinde yönlendirilmesini sağlamaktadırlar. Organizasyonun asıl amacı olan konuların tartışıldığı, etkinliklerin düzenlendiği bölümde görevli personeller ise etkinlik salonunun giriş ve çıkışlarında, salon içerisinde görev almaktadır. Salonlara erişimin belirli sürelerde olması, bu salonların giriş ve çıkışlarında personel bulundurma zorunluluğu getirmektedir. Bunun yanı sıra etkinlik anında soru-cevap bölümlerinde mikrofonların konuşmacılara ulaştırmakla görevli salon görevlisi personeller kullanılmaktadır. Organizasyonda görevli personellerin hiyerarşik düzeni Şekil 2.4. 'de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Kongre organizasyon hiyerarşisi

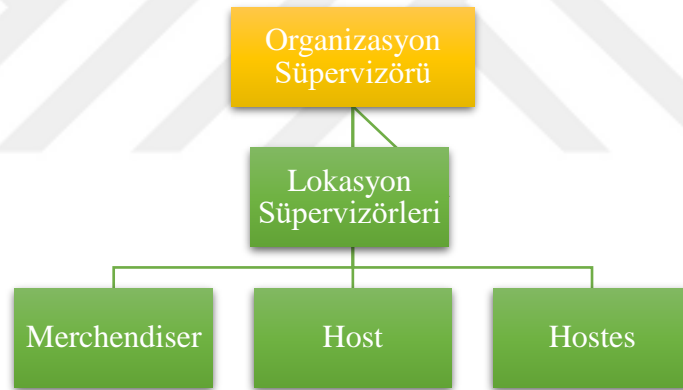
Kongrelerde uygulama ve organizasyon son aşaması gala vs. etkinliklerle son bulmaktadır. Bu bölümde etkinlik sonucu, değerlendirmesi vs. bilgilerin paylaşıldığı bölümdür. Kongre organizasyonlarında planların hayata geçebilmesi, aksaklıkların en aza indirilebilmesi, büyük oranda görevli personellerin performansına bağlıdır. Bu hususta organizasyonlarda personel çizelgeleme problemleri, organizasyon sektörünün temel problemleri arasında yer almaktadır.



Şekil 2.5. Kongre organizasyonları akış şeması

Kurumsal organizasyonların diğer önemli türlerinden biri de tanıtım Organizasyonlarıdır. Tanıtım organizasyonları genel anlamda bir veya daha fazla ürünün halk veya kurum içi reklam faaliyetlerini kapsar. Günümüzde çok uluslu şirketler başta olmak üzere birçok işletme pazarlama ve reklam faaliyetleri yürütmektedir. Bu faaliyetlerin tamamı tanıtım organizasyonları içinde değerlendirilmektedir. Gazete, televizyon, dergi gibi basılı ve görsel yayın

kuruluşlarında, facebook, instagram, twitter vs. gibi sosyal medya, billboard, pano gibi cadde reklamları günümüzde aktif olarak kullanılan ürün tanıtım faaliyetleridir. Bu faaliyetlerin yanı sıra büyük çapta ürün tanıtım organizasyonları düzenlenmektedir. Örneğin Samsung firması 2019 yılında Türkiye’de düzenlediği organizasyon ile, üç farklı bölge için ürün tanıtım faaliyetlerini ülkemizde gerçekleştirmiştir. Samsung Forum isimli organizasyon, yeni sezonda lanse edilecek ürünlerin lansmanlarının yapıldığı, kapsamlı bir organizasyondur. Organizasyonun temel hedefi ürünlerin tanıtımını yapmaktır. Kongre organizasyonu ile birçok bakımdan benzerlik göstermektedir. Bu tür organizasyonların, müşteri ile bulunduğu durumlar ise tamamen farklı bir işleyişe sahiptir. Örneğin Arçelik firmasının ‘Yedi Bölge Süpürgesi’ etkinliğini ele alalım. Etkinliğin amacı Türkiye genelinde yeni nesil akıllı süpürgelerinin tanıtımının yapılması, müşterilerin ürüne ilgisini artırmaktır. Müşteri ile direk iletişimde olan tanıtım organizasyonları için aranan personel tipleri ve hiyerarşik düzeni Şekil 2.6.’da gösterilmiştir.

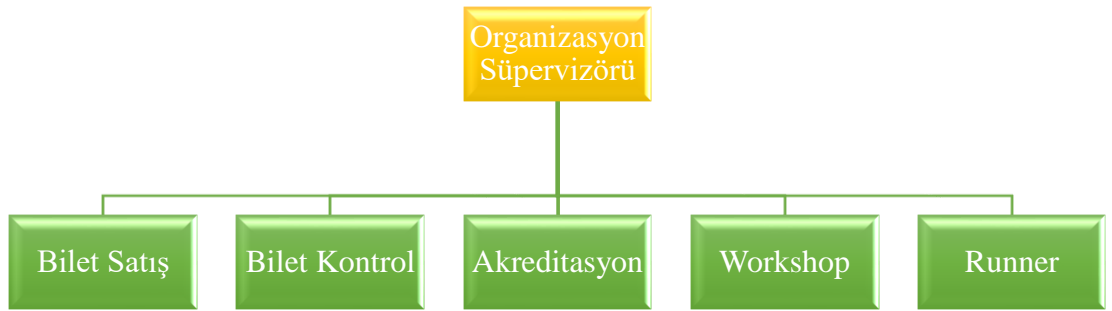


Şekil 2.6. Tanıtım personeli hiyerarşisi

Ürünlerin tanıtımı için ülke genelinde lokasyonlar belirlenerek planlamanın ilk aşaması gerçekleşmiştir. Planlamanın diğer kritik bölümü ise seçilen lokasyonlar da ürün tanıtımında görev alacak insan kaynakları personelleri ve teknik ekipmanlardır. Bölgelere tanıtım stantları, ses sistemleri ve gerekli lokasyonlar için ışık sistemleri teknik ekipmanlar planlanmıştır. Mevcut planlama sisteminin uygulama bölümünde görev alacak Merchandiser (Tanıtım Personeli) birimi, projede kritik seviyede öneme sahiptir. Merchandiser olarak görev alan personeller, ürünü tüketiciye tanıtım, aynı zamanda aktif pazarlaması ile görevlidir. Bu personellerin başarısı organizasyonun akışını doğrudan etkileyen en önemli faktör olarak görülmektedir. Tanıtım

organizasyonunda en temel problem Merchendiser pozisyonuna personel atama ve çözelgeleme problemidir.

Sosyal ve Kültürel Organizasyonlar, eğlence sektöründe bütçe ve katılımcı sayısı olarak öncü organizasyonlardır. En dikkat çeken örnekleri, konserler, festivaller ve düğün-nişan organizasyonlarıdır. Bu tür etkinlikler genelde kısa zaman diliminde düzenlenen, yoğun katılımcılı organizasyonlardır. Organizasyonun diğer etkinliklerden en büyük farkı ise organizasyon alanına diğer etkinliklere oranla daha fazla sayıda kişinin girmesidir. Bu durum organizasyonda en önemli konunun yönlendirme birimine ait olduğunu göstermektedir. Örnek olarak İstanbul ve Ankara’da her yıl düzenlenen kahve festivali etkinliklerini ele alacak olursak, etkinlik uygulama günü toplamda üç gündür, organizasyon Ankara’da her gün iki vardiya olarak hizmet vermekte ve toplam 40.000 ziyaretçiye hizmet vermektedir. İstanbul’da da üç gün hizmete açık olup, günde iki vardiya ve toplam 65.000 ziyaretçiye hizmet vermektedir. 10.00-15.30 saatleri arasında birinci vardiya, 16.00-22.00 saatleri arasında ise ikinci vardiya olarak belirlenmiştir. Etkinlik biletli olup, bilet sayısı içerideki anlık kişi sayısına göre belirlenmektedir. Ziyaretçiler etkinliğe online olarak veya organizasyon alanına kurulan bilet satış noktalarından bilet satın alabilmektedir. Organizasyonun en kritik öneme sahip noktası da bilet satış gişesinden başlayıp, alana yönlendirilmesine kadar olan süreçleri kapsamaktadır. Organizasyonda görevlendirilen personellerin hiyerarşik düzenleri ve görevleri Şekil 2.7.’de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Festival organizasyonu hiyerarşisi

Bilet satış gişesinden sonra giriş kapılarına (doluluk oranına göre, daha boş kapıya yönlendirme) yönlendirme ile görevli birim, en aktif göreve sahip birimlerden biridir.

Yönlendirilen ziyaretçilerin kapıda bilet kontrolü ile görevli personeller karşılamaktadır. Biletler QR (Kare) kod okutma sistemiyle tekrar kullanıma kapatılmış olmaktadır ve organizasyondan ayrılan ziyaretçilerin tekrar alanı kullanabilmesi için ziyaretçilere bileklik verilmektedir. Her gün ve her vardiya için bu bileklilere farklı renkler atanmakta olup, olası karışıkları bu yöntemle önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Bu işlemden sonra ziyaretçiler organizasyon alanı kullanmak üzere personellerden başka işlem görmeyeceklerdir. Organizasyon akış şeması itibari ile basit gözükse de temel problem aynı anda yaklaşık 7000 kişiye hizmet verebilecek düzeyde personele ihtiyaç duyulmasıdır. Bu durum organizasyonun en temel sorunu olmaktadır. Planlama aşamasında en önemli konu olarak personel çizelgeleme problemi ele alınmaktadır.

Uluslararası organizasyonlar, birden fazla ülkeden katılımcıların olduğu, kongre organizasyonlarına paralel şekilde planlanan organizasyonlardır. Organizasyonun yapısına göre planlama aşamalarında tek mercii, organizasyon şirketi olmayabilir. Örnek olarak 2015 yılında Türkiye’de düzenlenen G20 Zirvesi projesi gerçekleştirilmiştir. Bu projede birçok faaliyet devletin siyasi yetkilileri tarafından karar verilmekte olup, katılımcıların konaklama ve transfer planlamaları gizlilik ilkesi gereği, siyasi yetkililer dışında, kimseyle paylaşılmamaktadır. Bununla birlikte organizasyonun teknik ekipman ve personel tedariki konuları, temel konuların başında gelmektedir. 20 farklı ülkeden siyasi katılımların olması ve hizmet verilecek organizasyon dilinin olmaması, personel seçiminde dil yetkinliği kısıtını beraberinde getirmektedir. Bu tür uluslararası organizasyonlarda, diğer organizasyonlara nazaran daha sert kısıtlar bulunmakta ve bu durumda verilen hizmetin kalitesini ise görev alacak personeller belirlemektedir. Maliyet kısıtları diğer organizasyonlara oranla daha gevşek olup, organizasyon memnuniyeti temel hedeftir. Bu organizasyonlarda personel yetkinlik seviyeleri organizasyonun kalitesi doğrudan etkilemektedir. Organizasyon işleyişi ve akış şeması kongre organizasyonu ile benzer şekilde ilerlemektedir.

Söz konusu etkinliklerde organizasyonların planlama biriminin iş yükünün büyük çoğunluğunu insan kaynakları birimi üstlenmektedir. Organizasyon şirketleri bu birimlerde görev alacak personelleri dış kaynak olarak temin etmektedir. Bunun başlıca sebebi ise maliyettir. Planlama safhasında görev alacak personeller organizasyonun kendi bünyesinde istihdam edilen personellerdir. Diğer birimler ise proje bazlı personel istihdam etmektedirler.

Ülkemizde 2000’li yıllardan itibaren proje bazlı personel istihdamı sektör haline gelmiştir. Danışmanlık, bütünleşik insan kaynakları ve organizasyon kapsamlarında bu konu incelendiğinde, birçok işletme bu pozisyonlarda organizasyon şirketlerine hizmet vermeye başlamıştır (Koçtepe vd., 2019). Organizasyonların insan kaynakları taleplerini karşılamak, gerekli bütün süreçleri proje kapsamında üstlenmek ve organizasyonun uygulama bölümlerinde sorumlu yönetici (süpervizör) olarak görev almaktadırlar.

Organizasyon personel çizelgeleme problemlerini de dış kaynak olarak hizmet sunan insan kaynakları firmaları üstlenmektedir. Organizasyonların en önemli bölümü olarak nitelendiren bu süreçlerde görev almaktadırlar. Bu işletmeler rekabette öne geçebilmek ve pazar paylarını artırabilmek adına sundukları hizmet kalitesini her gün artırmak zorundadırlar. Organizasyon sektöründe personellerde aranan nitelikler, ihtiyaç duyulan personel sayısı ve görev tanımları çok çeşitli olabilmektedir. Çizelge 2.1.’de bu görevler ve aranan nitelikler belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Organizasyon görevleri

Görev	Görev tanımı	Personelde Aranan nitelikler
<i>Transfer</i>	Organizasyonda katılımcı veya ziyaretçilerin organizasyon alanına ulaşımında görevli birim	Süreç takibi yüksek, esnek çalışma saatlerine uyum sağlayabilen, yabancı dil bilgisi
<i>Bilet satış</i>	Organizasyon özelinde hazırlanan biletlerin satışında görev alacak personel birimi	Bilgisayar bilgisi , İkna kabiliyeti yüksek, Diksiyonu iyi seviyede, Yabancı dil bilgisi
<i>Akreditasyon</i>	Bilgi almak ve kayıt yaptırmak için gelen katılımcıları doğru birime yönlendirmek için bulunan personeller	Yönlendirme becerisi yüksek, Bilet satışa destek olabilecek, Yabancı dil bilgisi
<i>Bilet kontrol</i>	Biletli seyircilerin, giriş alanında biletlerini kod okuyucu bir cihaz kullanarak içeri girebilmelerini sağlayan personellerdir.	Fiziksel olarak uzun boylu olmak.
<i>Yönlendirme</i>	Katılımcılara alanda etkinlik noktalarına yönlendirme yapan personellerdir.	Diksiyonu düzgün, organizasyon Alanına hâkim olan ve planları takip edebilen
<i>Karşılama</i>	Aktivitede yer alan konuşmacıların ve sanatçıların havaalanında karşılayıp gerekli yönlendirmeleri yapan personellerdir.	Yabancı dil bilen, Diksiyonu düzgün, Bulunulan bölge hakkında bilgi sahibi

Çizelge 2.1.(devam) Organizasyon görevleri

Görev	Görev tanımı	Personelde Aranılan Nitelikler
<i>Host</i>	Organizasyonların salon, toplantı odası vb. toplu iletişim kurulan alanlarında görevli erkek personeller	Organizasyonun akışına göre anlık sorunlara çözüm üretebilen, diksiyonu düzgün, fiziksel olarak çevik
<i>Hostes</i>	Organizasyonların salon vb. toplu iletişim kurulan alanlarında görevli kadın personeller	Organizasyonun akışına göre anlık sorunlara çözüm üretebilen, diksiyonu düzgün, fiziksel olarak çevik
<i>Seminer Salonu</i>	Organizasyonların seminer salonlarında giriş-çıkış takibi yapan birim	Organizasyonun akışına göre anlık sorunlara çözüm üretebilen, diksiyonu düzgün, dikkatli olmak
<i>Runner</i>	Organizasyonlarda hızlı gelişen ihtiyaçlara anlık tepki verebilecek durumda olarak hazır da tutulan yedek personel birimi	Fiziksel olarak uzun boylu ve çevik, Esnek çalışma saatlerine uygun
<i>Spv(süpervizör)</i>	Seçilen birim sorumlusu personeller	Bulunduğu birimde tecrübeli problemleri hızlı çözebilecek proaktif, müşteri ile direkt iletişim kurabilecek kişi
<i>Merchandiser</i>	Tanıtım vb. organizasyonlarda görev alan ürün hakkında detaylı bilgiye sahip olup, ürün sunumu yapan personeller	Yabancı dil bilen, Dış görünüşüne önem veren, Diksiyonu düzgün, İkna kabiliyeti yüksek kişiler

Çizelge 2.1.'de görüldüğü üzere farklı yetkinliklere sahip görev tanımları bulunmaktadır. Personellerin uzman oldukları alanlarda görev alması, organizasyonda sunulan hizmetin kalitesini doğrudan etkileyen en temel faktörlerden biridir

3. YÖNTEMLER

Bu bölümde problemlerin çözümünde kullanılan yöntemler ele alınmıştır. Personel çizelgeleme problemleri için literatürde bulunan çalışmalarda optimal ve sezgisel birçok yöntem tercih edilmiştir. Bu durum problemin içeriğine, problem verilerinin büyüklüğüne ve kullanıcının tercihlerine göre değişmektedir. Söz konusu tez çalışmasında dört farklı problem incelenmiştir. Birinci ve ikinci problemde yöneylem araştırması konularından 0-1 Tamsayılı Programlama tercih edilmiştir. İkinci çalışmada birinci problem ile aynı yöntem kullanılmasına rağmen, içerik olarak farklılıklar bulunmaktadır. İki çalışmanın detaylı araştırması ve karşılaştırması tezin uygulama bölümünde anlatılmaktadır. Üçüncü ve dördüncü problemde ise yöneylem araştırması konularından hedef programlama yöntemi tercih edilmiştir. Dördüncü çalışmada farklı olarak görevlerin ağırlıkları belirlemede Analitik hiyerarşi prosesi yönteminden faydalanılmıştır. İki yöntem entegre edilerek daha kapsamlı bir model oluşturulmuştur.

Analitik hiyerarşi prosesi yöntemi Saaty tarafından 1977 yılında geliştirilen çok kriterli karar verme yöntemidir (Saaty, 1980). Yöntem birden fazla kriteri baz alarak, alternatifler arasında seçim yapmak isteyen karar vericiye bir çözüm sunmaktadır. Birden fazla alternatifi birden fazla kritere göre değerlendirme açısından oldukça kullanışlı bir yöntemdir.

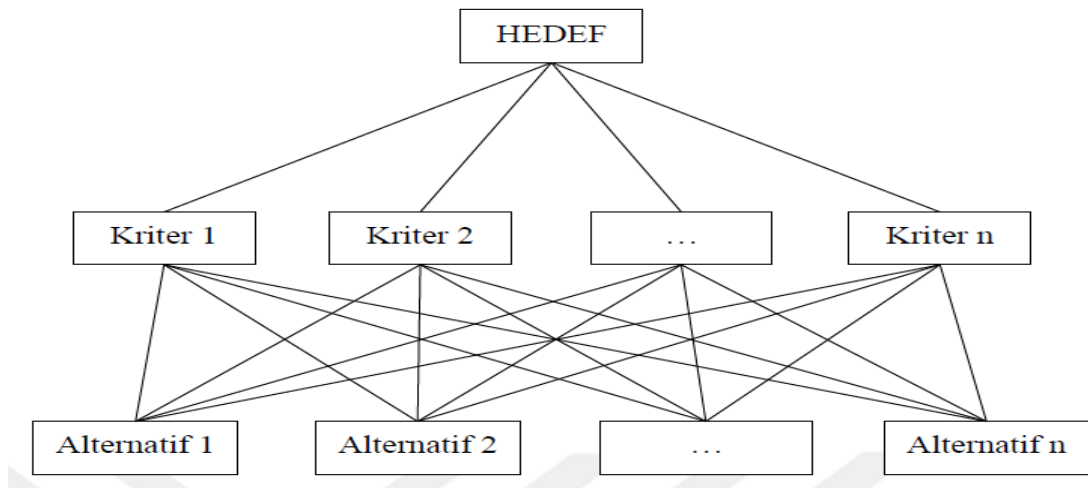
Doğrusal programlama problemleri amaç fonksiyonu ve kaynak kısıtlarından oluşan iki kısımlı matematiksel modellerdir. Amaç fonksiyonunu oluşturan matematiksel ifade en küçükleme ya da en büyükleme şeklinde ifade edilmektedir. Oluşturulan modellerde yer alan değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olmaktadır. Bu Modellerin sınırlarının belirlediği kesişim kümesi uygun çözüm bölgesini belirlemektedir. Uygun çözüm bölgesi istenen amaç doğrultusunda en iyi değerini bulmaya çalışmaktadır. Doğrusal programlama, belirli bir amacı en iyi sonucu vermesi için kısıtlı kaynakların nasıl yönetilmesi gerektiğini konu alan bir karar verme yöntemidir. Gerçek hayat problemleri üzerinde çalışılırken, personel sayısı belirleme gibi durumlarda değişkenler tamsayı değer almak zorundadırlar. Benzer şekilde gerekli personel sayısını belirleyecek bir model kurulduğunda sonucun buçuklu yahut virgüllü çıkması uygulanabilir olmayacağından bu gibi örneklerin modellenmesinde değişkenlerin tam sayılı olma kısıtı eklenir (Taha, 2014: 35). Tamsayılı programlama genelde tümü tamsayılı, karma tamsayılı, 0-1 tamsayılı şeklinde incelenir. Yapılan çalışmada 0-1

tamsayı programlama seçilmiş olup; yapısı gereği tüm değişkenler 0 ya da 1 değerlerini alabilmektedir.

Karar verme kavramı hem özel hayatımızın hem de iş endüstrilerinde hemen hemen her bölümünde karşımıza çıkmaktadır. Karar vericiler karar alma durumlarında genellikle birden fazla kriteri değerlendirmektedir. Bu durumlar özellikle profesyonel iş endüstrilerinde stratejik öneme sahiptir. Matematiksel model kurma, karar verme durumu için kullanılan optimal bilimsel yöntemlerden bir tanesidir. Hedef programlama yöntemi matematiksel model yaklaşımlarının en yaygın kullanılan yöntemlerindedir. Diğer matematiksel yöntemlere göre avantajı, karar vericiye alternatif hedefler sunabilmesidir. Karar verici açısından kısıtların sapma analizini yapmasına olanak sağlamaktadır. Herhangi bir kısıtın herhangi bir oranda sapmasında amaç fonksiyonuna ne kadar etkisi olacağını hedef programlama yöntemi sayesinde değerlendirebilmektedir. Hedef programlama yönteminin amaç fonksiyonu; belirlenen hedefler için sapma değerlerini en küçükmektir. Hedef programlama yönteminde amaç fonksiyonu en küçükleme mantığında olup, sadece sapmalardan oluşmaktadır.

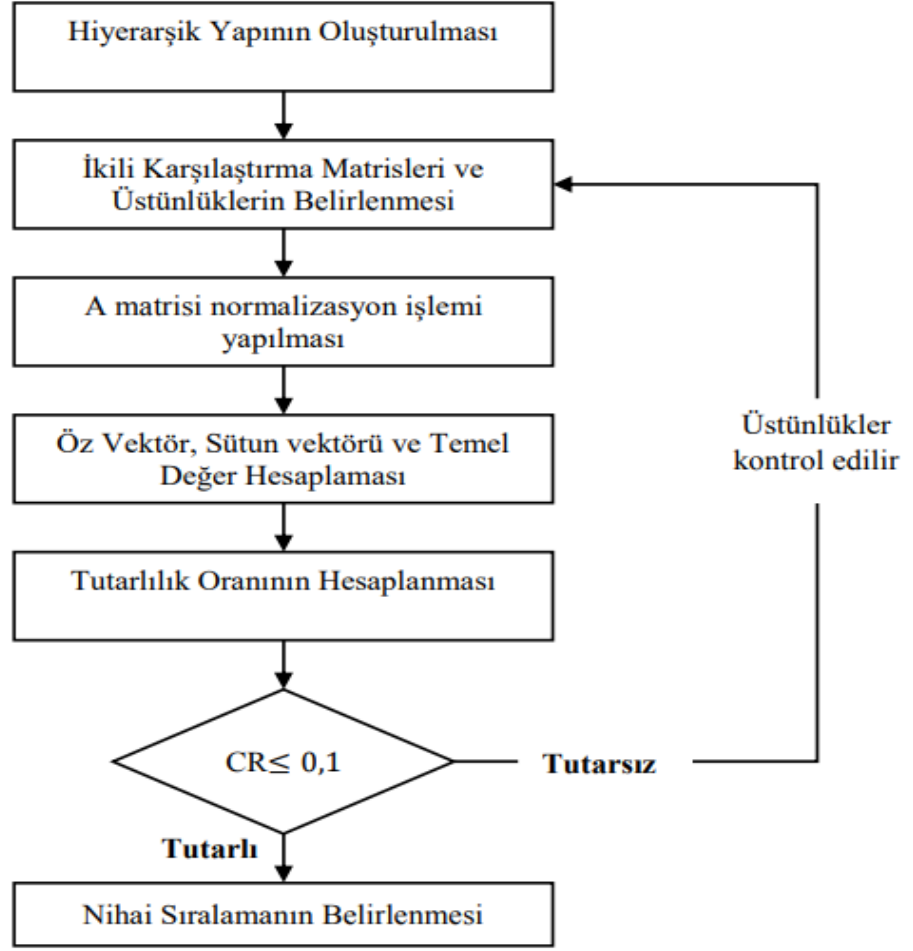
3.1. AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) Yöntemi

AHP yöntemi belirlenen hedefe ulaşmak için birden fazla alternatifin, birden fazla kriter gereği değerlendirilmeye alınmasıdır (Saaty, 1980). Bu durumun genel gösterimi ise şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. AHP yöntemi

Uygulama adımları ise şekil 3.2.'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. AHP uygulama adımları

Adım 1: Hiyerarşik yapının oluşturulması aşamasıdır. Bu aşamada problemin kriter ve alternatifleri belirlenmektedir. Kriter ve alternatif arasındaki ilişkiler de bu bölümde tanımlanmaktadır.

Adım 2: Alternatiflerin her bir kriter için ikili olarak karşılaştırılmalarının yapıldığı adımdır. Bu adımda üstünlük durumları belirlenmektedir. Oluşturulan matris A matrisi olarak tanımlanmakta olup, kare matris ($m \times m$) formunda olmak durumundadır. m ifadesi kriter sayısını temsil etmektedir. Matriste yer alan her bir eleman a_{jk} , kriterin önemini temsil etmektedir. $a_{jk} > 1$ ise j kriteri k kriterinden daha önemlidir demektir. $a_{jk} < 1$ ise tam tersi olan j kriterinin daha az önemli olduğu durumu temsil eder. Eşit değerde öneme sahipler ise $a_{jk} = a_{kj}$ olarak ifade edilmektedir. AHP yönteminde 1-9

puan skalasında 9 en yüksek ve 1 en düşük olacak şekilde değerlendirme skalası kullanılmaktadır. Çizelge 3.1.'de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. AHP değerlendirme skalası

Değer	Önem Derecesi	Açıklama
1	Eşit	İki kriterin eşit seviyede öneme sahip olması
3	Orta	Bir kriterin diğer kriterden biraz daha fazla önemli olması
5	Kuvvetli	Bir kriterin diğer kriterden oldukça önemli olması
7	Çok kuvvetli	Bir kriterin diğer kriterlere karşı üstün olması
9	Mutlak	Bir kriterin diğer kriterlere karşı kanıtlanmış seviyede üstün olması
2-4-6-8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

Adım 3: Normalizasyon işlemlerinin yapıldığı adımdır. Her bir kriter için eşit şartlarda değerlendirme yapılabilmesi için matris normalizasyonu işlemi yapılmaktadır. Normalizasyon işlemi

$$\bar{a}_{jk} = \frac{a_{jk}}{\sum_{l=1}^m a_{lk}} \quad \text{ifadesiyle tanımlanmaktadır.} \quad (3.1)$$

Adım 4: Öz vektör, Sütun vektörü ve Temel değer hesaplanması adımdır. Bu adımda kriter ağırlıkları hesaplanmaktadır. Bu işlem için

$$W_j = \frac{\sum_{l=1}^m \bar{a}_{jl}}{m} \quad \text{formülasyonu kullanılmaktadır.} \quad (3.2)$$

Öz vektör ise λ_{\max} ile ifade edilmektedir. A karar matrisinin, W ağırlık matrisi ile çarpılmasıyla elde edilmektedir.

$$A * W = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mm} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_m \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

D olarak ifade edilen sütun vektörü ise A*W matris çarpımı ile oluşturulan vektörün W_j değerlerine matris bölümü işlemi yapılarak elde edilmektedir.

$$D = \begin{bmatrix} x_1 / w_1 \\ x_2 / w_2 \\ \dots \\ x_m / w_m \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

D vektörünün sonucu W vektörünün elemanları ile bölünerek, E sütun vektörü oluşturulur.

$$E = \begin{bmatrix} d_1 / w_1 \\ d_2 / w_2 \\ \dots \\ d_m / w_m \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

E sütun matrisi hesaplandıktan sonra elemanları ($e_1, e_2, e_3 \dots e_m$) arasından, kriter sayısına bölme işlemi yaparak λ_{max} hesaplanmaktadır.

$$\lambda_{max} = \max(e_j) \quad (3.6)$$

Adım 5: Tutarlılık Oranının Hesaplanması, Bu adımda ağırlık matrislerinin değerlerinin tutarlı olup, olmadığı değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bu işlem esnasında Tutarlılık İndeksi (Tİ) ve Tutarlılık Oranı (TO) kullanılmaktadır. Tİ ve TO değerleri hesaplanırken aşağıdaki formülasyonlar kullanılmaktadır.

$$Tİ = \frac{\lambda_{max} - m}{m - 1} \quad m \text{ değeri kriter sayısını ifade etmektedir.} \quad (3.7)$$

Tİ değerinin hesaplanmasının ardından TO değeri için Rassallık İndeksinden (Rİ) faydalanılmaktadır. Rİ değerleri Çizelge 3.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Rassallık indeksi

Boyut(n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rİ	0	0	0.58	0.9	1,12	1,25	132,00	1,41	1,45	1,49

TO değeri için kullanılan formülasyon ise aşağıda gösterilmiştir.

$$TO = \frac{Tİ}{Rİ} \quad (3.8)$$

TO değerinin sonucu kurulan sistemin tutarlılığı hakkında yorum yapılmasını sağlamaktadır. Eğer $TO < 0,1$ oluyorsa yapılan karşılaştırma ve ağırlıklar tutarlıdır denir. Algoritma sonlanmış olmaktadır. Eğer $TO > 0,1$ oluyorsa algoritmanın (Şekil 3.2.) 2. Adımına tekrar dönülmesi gerekmektedir.

3.2. Tamsayı Programlama (TP) Yöntemi

Doğrusal eşitsizlikler sistemi şeklindeki bir problemin çözümlenmesi Fourierin (1787) çalışmalarına dayanmaktadır ve Fourier-Motzkin eliminasyon yöntemi şeklinde isimlendirilmiştir. 1920'li yıllarda Sovyet Rusya'da Leonid Kantoroviç ekonomi planlaması konularını içeren teorik çalışmalar doğrusal programlama yöntemi ile tanımlanmıştır ancak hayata geçirilememiştir. Kantoroviç'in bu çalışmasının önemi II. Dünya Savaşı sırasında, ABD hükümetinde kurulan araştırma birimi, lojistik problemlerini doğrusal programlama yöntemi ile tanımlayıp, simpleks algoritması geliştirerek çözmüşlerdir. Dönemin savaş halinde olunması sebebiyle bu yöntemin açıklanması uygun görülmemiştir. Araştırma birimi yöneticisi Dantzig, Rus Leonid Kantoroviç bu çalışmaları ile 1975 Nobel ekonomi ödülü almaya hak kazanmışlardır (Schrijver, 1998).

Gerçek hayat problemleri üzerinde çalışılırken bazı durumlarda değişkenler tamsayı değer almak zorunda olabilir. Benzer şekilde personel çizelgeleme konusunda da gerekli personel sayısını belirleyecek bir model kurulduğunda sonucun buçuklu yahut virgüllü çıkması uygulanabilir olmayacağından bu gibi örneklerin modellenmesinde değişkenlerin tam sayılı olma kısıtı eklenir (Taha, 2014: 35).

Tamsayı programlama üç kısımda incelenmektedir. Bütün değişken değerlerinin tamsayı olması gereken modellere tamsayı programlama, sadece bazı değişkenlerinin tamsayı değeri olması gereken modellere (diğer değişkenler reel sayı olmak koşulu ile) karma tamsayı programlama, bütün değişkenlerin 0 ya da 1 değerini alması gereken modeller ise 0-1 tamsayı programlama olarak tanımlanmaktadır.

Tamsayı Programlama ele alınan problemin matematiksel olarak tanımlanması ve çözümlenmesini içermektedir. Bu yöntem birçok gerçek hayat problemine optimal olarak bir çözüm sunmaktadır. Belirlenen amaç doğrultusunda en büyükleme veya en küçükleme problemlerinde kullanılabilir. Modelde sistemi sınırlayıcı unsurlar çözüm için bir karar alanı oluşturmaktadır. Modelin istenilen sonuç uzayı açısından değişken kısıtları da bulunmaktadır. 0-1 TP modellerinin formülasyonu ise şu şekilde gösterilmektedir;

❖ 0-1 TP Karar Değişkenleri:

x_j : j. Karar değişkeni (3.9)

❖ 0-1 TP Parametreler:

$$b_i: i. \text{ kısıt için kısıtlayıcı değer} \quad (3.10)$$

$$a_i : i. \text{ Kısıt için kısıt katsayısı} \quad (3.11)$$

$$c_j : j. \text{ Karar değişkeninin amaç katsayısı} \quad (3.12)$$

❖ 0-1 TP Amaç Fonksiyonu:

$$Z_{max,min} = \sum_{j=1}^n c_j * x_j \quad (3.13)$$

❖ 0-1 TP Kısıtları:

$$\sum_{j=1}^n a_i * x_j (\leq; =; \geq) b_i \quad (3.14)$$

$$i: 1,2 \dots m, \quad j: 1,2 \dots n \quad \text{ve} \quad x_j : 0-1 \quad (3.15)$$

3.3. Hedef Programlama (HP)

Karar verme kavramı hayatımızın hemen hemen her bölümünde karşımıza çıkmaktadır. Karar verici(ler) bir karar durumu ile karşı karşıya kaldığı zaman çoğunlukla birden çok kriteri göz önüne almak durumunda kalmaktadır. Matematiksel model kurma, karar verme durumu için kullanılabilen bilimsel yöntemlerden bir tanesidir (Cürebal vd. 2020a).

Hedef programlama (HP) Charnes ve Cooper tarafından 1961 yılında geliştirilen yöneylem araştırması optimizasyon konularından biridir. Hedef Programlama yönteminin en belirgin özelliği ise aynı anda birden fazla hedefe odaklanabilmektedir. Hedefler arasında bir ilişki, benzerlik olmak zorunda değildir. Aynı anda birden fazla çelişkili hedefleri optimize etmek üzere hedef programlama tercih edilmektedir. HP yönteminde her bir amaç için öncelikle hedef değerleri belirlenmektedir. Hedef değerindeki olumsuz sapmalar ağırlıklandırılmakta ve amaç fonksiyonunda kullanılmaktadır. HP amaç fonksiyonu bu sapmaların en küçüklenmesini sağlamaktadır. Amaç fonksiyonu değeri model çözümünde belirlenen hedeflerden sapmaları belirtmektedir. Söz konusu matematiksel modelde bahsedilen sapma değişkenleri hedeflenen ile ulaşılan değerler arasındaki farkı temsil etmektedirler. HP Karar değişkenleri problemin çözümünde elde edilen değerlerdir. HP yönteminde matematiksel model oluşturulurken iki farklı tipte kısıtlama kullanılmaktadır. Bunlar hedef kısıtları ve model kısıtları olarak adlandırılmaktadır. Hedef kısıtları amaç doğrultusunda belirlenen hedef değerlerini optimize etmek için kullanılan kısıtlardır ve model kısıtlarına oranla daha gevşek olabilmektedirler. Model kısıtları ise problemin kaynak kısıtlarını belirten sert kısıtlardır. HP yönteminde parametreler

diğer matematiksel modellerde olduğu gibi, problemin sabit katsayı ve sağ taraf değerlerini içermektedir. Modelin kısıtlarını oluştururken kullanılmaktadır. HP yönteminin genel formülasyonu ise şu şekildedir;

❖ HP Karar Değişkenleri:

$$x_j: j. \text{ Karar değişkeni} \quad (3.16)$$

❖ HP Parametreler:

$$a_{ij}: i. \text{ hedefin } j. \text{ karar değişkeni katsayısı} \quad (3.17)$$

$$b_i: i. \text{ hedef için ulaşılmak istenen değer} \quad (3.18)$$

❖ HP Sapma Değişkenleri:

$$d_i^+: i. \text{ hedefin pozitif sapma değişkeni} \quad (3.19)$$

$$d_i^-: i. \text{ hedefin negatif sapma değişkeni} \quad (3.20)$$

❖ HP Amaç fonksiyonu:

$$\text{Minimize } Z: \sum_{j=1}^n (d_i^+ * d_i^-) \quad (3.21)$$

❖ HP Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} * x_j + d_i^+ + d_i^- = b_i \quad (3.22)$$

$$(d_i^+ * d_i^-) = 0 \quad (3.23)$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad (3.24)$$

$$i = 1 \dots m, j = 1 \dots n \quad (3.25)$$

4.LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde personel çizelgeleme konusu araştırmacılar tarafından sıkça ele alınmış bir konudur. Çalışma alanları ve konuları oldukça değişken olmakla beraber birçok optimal ve sezgisel çözüm yöntemi kullanmıştır. Literatürde incelenen çalışmalar sınıflandırılmış ve tez konusu olan organizasyon personel çizelgeleme hakkında detaylı araştırmalar verilmiştir.

4.1. Üretim Sektöründe İncelenen Çalışmalar

Dantzing (1954), vardiya çizelgeleme konusunda literatürün ilk çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Problem çözümü için Matematiksel model önerisinde bulunmuştur. Bechtold ve Jacobs (1990), vardiya çizelgeleme problemini ele almışlardır. Çalışmalarında tamsayılı programlama modeli önermiştir. Çalışmada modelin en büyük avantajı atamaları esnek hale getirmesi olarak kabul görmektedir. Narasimhan (1997), çalışmasında personel atama ve çizelgeleme konusunda talebi karşılayacak olan hiyerarşik bir düzene sahip, işgücü planlaması yapmıştır. Çözüm yöntemi olarak matematiksel model temelli bir algoritma kullanmıştır. Aykin (1998), çalışmasında üretim sektöründe çalışan personellerin, maliyet minimizasyonunu hedefleyen konu ele almıştır. Çözüm yöntemi olarak ise dal-sınır algoritması kullanmıştır. Hung (1999), üretim sektöründe yıllık iş gücü planı ihtiyacını karşılamak için çalışmıştır. Yıllık çizelge için bir çözüm önerisinde bulunmuştur. Laporte ve Pesant (2004), çalışmalarında personellerin çizelgelenmesi problemini ele almışlardır. Kısıt programlama yöntemi kullanarak yeni bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Blöchliger (2004), personel çizelgeleme hakkında temel modelleri içeren bir eğitim hazırlamıştır. Azmat vd. (2004), çalışmada, işgücü planlaması problemini çözmek için karma tamsayılı programlama modeli oluşturmuşlardır. Bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Musliu vd. (2004), çalışmalarında vardiya çizelgeleme problemlerini ve çözüm yöntemlerini incelemiş ve sunmuşlardır. Abbink vd. (2005), çalışmalarında demiryolu personeli çizelgeleme problemini ele almışlardır. Uygulama sonucunda kuruluşun esnekliği artırılmış olup, aynı zamanda işlem süresini azaltmışlardır. Çözüm yöntemi olarak ise 0-1 tamsayılı programlama kullanmışlardır. Bertolini ve Bevilacqua (2006), çalışmalarında bakım stratejisi seçim problemini ele almışlardır. Stratejik karar alma durumunu niteliklendirmek için faktörleri AHP yöntemi kullanarak ağırlıklandırdıktan sonra hedef programlama yöntemi ile bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Techawiboonwong vd. (2006), çalışmalarında

Uzakdoğu'da bulunan bir işletmede geçici ve sürekli işçilerin çalıştırıldığı personellerin çizelgeleme problemini konu almışlardır. Taleplerin dalgalı olmasından dolayı maliyeti minimize etmeyi amaçlayan bir geçici personel alım zamanı kararı vermeyi planlamışlardır. Karma tamsayılı programlama yöntemi ile bir öneri çözüm sunmuşlardır. Addou ve Soumis (2007), bir işletmede görev alacak olan personellerin atama problemini ele almışlardır. Maliyet minimizasyonu hedefiyle bir tamsayılı programlama modeli önermişlerdir. Bhatnagar vd. (2007), çalışmalarında yarı zamanlı çalışan personellerin çizelgeleme problemini ele almışlardır. Problemi tamsayılı programlama yöntemi ile modelleyip, yeni bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Lilly vd. (2007), çalışmalarında bir işletmedeki çalışanların vardiya çizelgelemesi problemi ele alınmıştır. Vardiyalara talep sayısı kadar atama yapacak tamsayılı programlama modeli ile yeni bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Mohan (2008), personel çizelgeleme konusunda, personel yetkinliklerini 1-10 puan skalasında değerlendirmeye alarak, 0-1 tamsayılı programlama modeli ile yeni bir çizelge önerisinde bulunmuştur. Sabar vd. (2009), çalışmalarında günlük atanacak personelleri maliyet minimizasyonu ve personel memnuniyeti oluşturma temellerini ele almışlardır. Çalışmada personellerin kişisel yetkinlikleri ve kişisel tercihlerini dikkate alarak çok etmenli yaklaşım kullanılmıştır. Doğrusal programlama modeli ile bir çizelge önermişlerdir. Hertz vd. (2010), çalışmalarında bir işletmenin vardiya çizelgeleme problemini ele almışlardır. Karma tamsayılı modelleme yöntemi ile bir vardiya çizelgesi çözümü bulmuşlardır. Côté vd. (2011), çalışmalarında vardiya çizelgeleme problemini ele almışlardır. Maliyeti minimize etmek için karma tamsayılı programlama modeli önermişlerdir. Corominas vd. (2012), çalışmalarında görevli personellerin çalışma saatlerini konu almışlardır. Optimal hesaplama sürecinde, Tamsayılı programlama yöntemi ile üretim sektörü için bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Wongwien ve Nanthavanij (2012a), çalışmalarında ergonomik personel çizelgeleme problemi konu alınmışlardır. Çalışma iş hukukunun müsaade ettiği kısıtlar altında minimum işçi kullanımını hedeflemektedir. Çözüm yöntemi olarak ise tamsayılı programlama ve sezgisel bir yöntem kullanılmıştır. Her iki çözüm yaklaşımı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Akbari vd. (2013), çalışmalarında personel çizelgeleme problemini konu almışlardır. Yarı zamanlı görev alacak personellerin yorgunluklarını ve kişisel taleplerini dikkate alan iki yöntem ile çözüm aramışlardır. Yöntemler ise yöneylem araştırması konularından tamsayılı programlama ve sezgisel yöntem olarak ise tavlama benzetimidir. Sadeghi vd. (2013),

çalışmalarında bir işletmenin planlama biriminde üretim planı oluşturma konusunu ele almışlardır. Yöneylem araştırma temel konularından hedef programlama yöntemi ile bir plan önerisinde bulunmuşlardır. Shahnazari-Shahrezaei vd. (2013), çalışmalarında bir işletme için personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Çözüm için bulanık çok amaçlı bir hedef programlama, sezgisel yöntemlerden ise parçacık sürü optimizasyonu ve tabu arama yöntemlerini tercih etmişlerdir. Problem sonucunda karşılaştırmalı olarak değerlendirmişlerdir. Boyer vd. (2014), çalışmalarında personel çizelgeleme konunu ele almışlardır. Karma tamsayılı programlama yöntemi kullanarak genel kullanım için bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Dewi ve Septiana (2015), çalışmalarında ergonomik işgücü planlama problemini konu almışlardır. Çalışmada personellerin fiziksel ve zihinsel iş yüklerinin dengelenmesi durumu amaçlanmış olup, çözüm yöntemi için tamsayılı programlama modeli tercih etmişlerdir. Cuevas vd. (2016), çalışmalarında personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Personel yetkinliklerini dikkate alarak dengeli bir atama modelini, maliyet minimizasyonu ile entegre etmişlerdir. Çözüm yöntemi olarak tamsayılı programlama metodunu tercih etmişlerdir. Van Veldhoven vd. (2016), çalışmalarında özel bir kurumun vardiya çizelgeleme problemini ele almışlardır. Dengeli bir çizelge oluşturmak için, tamsayılı programlama yöntemi ile bir çizelge önerisinde bulunmuşlardır. Froger vd. (2017), çalışmalarında rüzgâr tribününde görevli bakım personellerinin çizelgeleme problemini konu almışlardır. Problemin çözümü için yöneylem araştırması temel konularından tamsayılı bir model önermişlerdir. Volland vd. (2017), çalışmalarında vardiya planlama problemini ele almışlardır. Talep edilen görevlere minimum sayıda işçi atamayı amaçlamışlardır. Bu nedenle, zaman pencerelerini, öncelik ilişkilerini, dikkate alan bir vardiya planı hazırlamışlardır. Çözüm yöntemleri olarak optimal yöntem olarak karma Tamsayılı programlama ve sezgisel yöntemlerden sütun üretimini tercih etmişlerdir. Özder vd. (2019), çalışmalarında bir doğal gaz çevrim santralinde çalışan seksen personelin aylık çizelgeleme çalışmalarını yürütmüşlerdir. Analytic Network Process (ANP) yöntemi ile elde ettikleri görevli personelin yetenek puanlarını, kurulan hedef programlama modeline etmek suretiyle yeni bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Kaçmaz vd. (2020), şirketlerin artan personel maliyetini verimli şekilde kullanabilmek adına çalışma yürütmüşlerdir. İşçilerin görevlere ataması , ergonomik riskleri azaltmak, çevrim süresini azaltmak ve görevlerin teknolojik kısıtlamalarını dikkate almak gibi amaçlara göre bir ergonomik personel çizelgeleme problemini dikkate almışlardır. Problem çözmek için hedef programlama

yöntemi kullanılmıştır. Özder vd. (2020), çalışmalarında doğal gaz çevrim santralinde görevli personellerin çizelgeleme problemini ele almışlardır. Personel yetkinliklerini ANP ile belirlemiş olup, santralin eski üretim verilerini yapay sinir ağları ile analiz etmek suretiyle, yönelem araştırması yöntemlerinden hedef programlama yöntemi entegre biçimde kullanarak yeni bir çözüm öneri sunmuşlardır.

4.2. Hizmet Sektöründe İncelenen Çalışmalar

Henderson ve Barry (1976), telekomünikasyon alanında görevli personellerin, maliyetini düşürmek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Çözüm yöntemi olarak ise Tamsayılı programlama tercih etmişlerdir. Karpak vd. (1999), çalışmalarında bir stratejik karar alma konusunu ele almışlardır. İnsan kaynakları biriminin pazarlama personeli alım kararı için hedef programlama yöntemi ile bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Cai ve li (2000), çalışmalarında yetkinlikleri farklı olan personellerin çizelgelemesi konusu ele almışlardır. Personel maliyetini en aza indirmek temel amaçları olup, personel değişimini de en aza indirmeye çalışmışlardır. Çözüm yöntemi olarak genetik algoritma tercih etmişlerdir. Wang ve Zho (2002), çalışmalarında finans sektörüne yönelik bir portföy seçimi problemini ele almaktadırlar. Çalışmalarında hedef programlama yöntemi ile bir seçim önerisinde bulunmuşlardır. Bard vd. (2003), Amerika Birleşik Devleti posta hizmetlerinde ortaya çıkan tur planlama problemini ele almaktadırlar. İşgücü boyutunu azaltmayı amaçlayan çeşitli senaryoları incelemektirler. Çözüm yöntemi olarak, tamsayı doğrusal programlama kullanılarak formüle edilmiş ve CPLEX ile çözülmüştür. Karsak vd. (2003), çalışmalarında müşteri ihtiyaçlarını ölçülebilir ürün teknik gereksinimlerine çeviren bir planlama matrisini Analitik Network Process (ANP) yöntemi kullanılarak oluşturmuşlardır. Maliyetleri ve genişleme seviyesini ana hedef alacak şekilde de 0-1 hedef programlama yöntemiyle model önerisinde bulunmuşlardır. Ernst (2004), literatürde yer alan personel çizelgeleme çalışmalarını incelemiş ve yöntemleri araştırmıştır. Perçin (2006), çalışmasında bir işletme için tedarikçi seçim problemini ele almıştır. AHP ve hedef programlama yöntemleriyle entegre bir seçim önerisinde bulunmuştur. Di Gaspero vd. (2007), çalışmalarında hastanede görevli hemşireler için çizelgeleme problemini konu almışlardır. Minimum vardiya ataması olacak şekilde hemşirelerin vardiya planlamasını yapmak amacıyla metasezgisel bir algoritma önermişlerdir. Al-Yakoob ve Sherali (2007), çalışmalarında akaryakıt istasyonunda görevli personeller

için çizelgeleme problemini ele almışlardır. Karma tamsayılı programlama yöntemi ile yeni bir çizelge önerisi sunmuşlardır. Bhulai vd. (2008), çalışmalarında telekomünikasyon sektöründe görevli personeller için personel çizelgeleme konusunu dikkate almışlardır. Söz konusu personeller için oluşturulacak çizelgede mevcut maliyetlerini minimize etmeyi amaçlamışlardır. Yöntem olarak ise Tamsayılı programlama tercih etmişlerdir. Fowler vd. (2008), çalışmalarında personeller için eğitim ve iş ataması temelli bir problemi ele almışlardır. Personellerin hangi görevlerde çalışacağı ve hangi noktalarda eğitim alacağını modellemek amacıyla bir karma tamsayılı programlama modeli oluşturup, genetik algoritmaya entegre olarak kullanmışlardır. Kongar ve Gupta (2008), bir işletme için tedarikçi seçim problemini ele almışlardır. Çalışmalarında belirlenen hedeflerden sapmaları minimize etmek amacıyla hedef programlama yöntemini tercih etmiş ve bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Topaloğlu (2008), çalışmasında hemşire çizelgeleme problemini ele almış, yetkinlik kriterlerini gözeterek bir çalışma yürütmüştür. Dört yıl ve üzeri kıdeme sahip personelleri belirleyerek, bu personellerin atanacağı görevleri saptamıştır. Hedef programlama yöntemi kullanarak bir çizelge önerisinde bulunmuştur. Hadwan ve Ayob (2009), çalışmalarında bir hastanede görevli hemşirelerin vardiya çizelgeleme problemini ele almışlardır. Hemşirelerin kişisel tercihlerine duyarlı bir matematiksel model oluşturmuş, hedef programlama yöntemi kullanarak, yeni bir çizelge önerisinde bulunmuştur. Aickelin vd. (2009), çalışmalarında personel atama konusunda sezgisel bir algoritma geliştirmişlerdir. Geliştirilen algoritmayı, nakliye şoförü çizelgeleme ve hastane hemşiresi çizelgeleme alanlarında uygulamak suretiyle olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Personel çizelgeleme konusuna yeni bir bakış açısı ve çözüm yöntemi kazandırmışlardır. Jones ve Tamiz (2010), çalışmalarında yöneylem araştırması konularından hedef programlama konusunu ele almışlardır. Sapma değişkenler ve hedef kısıtları üzerine araştırmalarını sunmuşlardır. Arunraj vd. (2010), çalışmalarında stratejik karar alma konusunu ele almışlardır. Bir işletmedeki bakım operasyonları için strateji seçimi yapmışlardır. Çalışmalarında AHP yöntemi ve hedef programlama yöntemlerini entegre olarak kullanmışlardır. Blancas vd. (2010), çalışmalarında turizm sektöründe , strateji seçim problemini ele almışlardır. Hedef programlama yöntemi kullanarak bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Erdoğan vd. (2010), çalışmalarında bir işletmenin vardiya çizelgeleme problemini ele almaktadırlar. Vardiya atamasını eşit iş gücüne dağıtmak amacıyla tamsayılı programa yöntemiyle bir çözüm önerisinde

bulunmuşlardır. Hojati ve Patil (2011), çalışmalarında yarı zamanlı çalışan personellerin maliyet kısıtını gözetererek çalışma saatlerini minimize etmek için yeni bir tamsayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Daha büyük veri boyutu olan problemler için metasezgisel algoritma kullanmışlardır. Zarandi vd. (2011), çalışmalarında lojistik sektöründe hizmet veren bir işletmenin, tedarikçi seçim problemini ele almışlardır. Çalışmalarında hedef programlama yöntemi ile bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Brucker vd. (2011), çalışmalarında hastane için personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Görev alacak personel sayısını minimize etmek için vardiya ve görev planlaması yapmışlardır. Problem çözümünde ise Tamsayılı programlama yöntemi kullanmışlardır. Brunner vd. (2011), çalışmalarında bir hastanede görev alacak yarı zamanlı anestezi teknikeri personellerinin çizelgeleme probleminin ele almışlardır. Maliyet minimizasyonu amacıyla tamsayılı programlama ve sezgisel algoritma olan yapıcı sezgisel metotlarını entegre kullanarak bir model önermişlerdir. Knust ve Schumacher (2011), çalışmalarında kamyonlar için zaman çizelgesi oluşturma konusunu ele almışlardır. Problemi matematiksel olarak modelleyerek, karma tamsayılı programlama yöntemi ile çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Sadjadi vd. (2011), çalışmalarında işgücü taleplerinin belirsiz olduğu bir işletme için personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Maliyetleri en aza indirmek amacıyla işten alma ve çıkarma politikasını belirleyerek haftalık program hazırlamışlardır. Problem kombinatoriyal olduğu için taguchi tasarımını kullanarak ayarlanan parametrelerle bir metasezgisel yöntemi olan genetik algoritma ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda bu yazının önerilen yönteminin birçok gerçek dünya uygulamaları için personel programlarını yönetmek için etkili bir şekilde kullanılabileceğini gösterdiğini saptamışlardır. Van Hecke (2011), çalışmasında bir çağrı merkezi için personel vardiya çizelgelemesini ele almaktadır. Çalışmada personel maliyetlerini minimize etmek amacıyla tamsayılı programlama yöntemi tercih edilmiş olup, bir çözüm önerisinde bulunulmuştur. Bağ vd. (2012), çalışmalarında bir hastanede hemşire çizelgeleme problemini ele almışlardır. ANP ve hedef programlama yöntemleri ile entegre bir çalışma gerçekleştirerek, Yeni bir çizelge önerisinde bulunmuşlardır. Wongwien ve Nanthavanij (2012b), çalışmalarında ergonomik personel çizelgeleme problemi konu alınmışlardır. Çalışma esnasında oluşacak risk kavramından dolayı minimum işçi kullanımını hedefleyen bir amaç belirlemişlerdir. Tamsayılı programlama kullanarak bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Restrepo vd. (2012), çalışmalarında lojistik sektöründe hizmet veren

bir otopark işletmesi için görev alacak personellerin atanması ve çizelgelemesini konu almıştır. Çalışma amacı personel maliyetlerini minimize etmektir. Tamsayılı programlama optimal yöntemini ve sütun üretme sezgisel yöntemlerinden faydalanmıştır. Stolletz ve Brunner (2012), çalışmalarında bir hastanede görev alan doktorların çizelgeleme problemini ele almışlardır. Oluşturulacak çizelge için yöneylem araştırması konularından karma tamsayılı programı kullanılmıştır. Bektur ve Hasgöl (2013), çalışmalarında hizmet sektöründe servis sistemlerinde görevli personellerin çizelgeleme problemini ele almışlardır. İşletme ve çalışan memnuniyetini aynı anda sağlamak amacıyla yöneylem araştırması konularından hedef programlama yöntemi ile yeni bir çizelge oluşturmuşlardır. Tamiz vd. (2013), çalışmalarında finans sektöründe yatırım konusunu ele almışlardır. Portföy seçimi için yürütülen çalışmada, yöneylem araştırması konularından hedef programlama yöntemi ile bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Van Den Bergh (2013), literatürde vardiya çizelgeleme konusunda yapılan çalışmaları tarayıp, değerlendirmiştir. Labidi vd. (2014), çalışmalarında finans sektöründe hizmet veren bir banka kuruluşunda görevli bilişim personellerinin çizelgeleme konusunu ele almışlardır. Personel talebine ve iş yükümlülüklerine uygun yetkinliklere sahip personelleri uygun vardiyalara atama konusunda çalışmışlardır. Çözüm yöntemi olarak çok amaçlı hedef programlama kullanmışlardır ve bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Öztürkoğlu ve Çalışkan (2014), çalışmalarında, hastanede görev alan hemşireler için çizelgeleme problemini ele almışlardır. Problemi matematiksel model kullanarak modelleyip, tamsayılı programlama ile çözüm sunmuşlardır. Oluşturulan modelde, bir üniversite hastanesinin genel cerrahi bölümünde denenmiştir. Modelin, %99,6 oranında hemşire tercihlerini yerine getirdiği görülmüştür. Jennings ve Shah (2014), çalışmalarında İngiltere'nin başkenti Londra'nın Haringey Borough bölgesinde görev alacak personellerin iş gücü planlamasını konu almışlardır. Planlama süresi beş yıl olarak belirlenmiş olup, çözüm için doğrusal olmayan programlama yöntemini tercih etmişlerdir. Telhada (2014), çalışmasında personel çizelgeleme problemini konu almıştır. Mevsimsel bazda değişen personel talebini karşılayacak model oluşturmak için yöneylem araştırması konularından hedef programlama yöntemini tercih etmiştir. Sagnak ve Kazancoglu (2015), çalışmalarında personel maliyetlerini minimize etmek amacıyla bulanık mantık tabanlı bir tamsayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Turgay ve Taşkın (2015), çalışmalarında hastanede görevli hemşireler için çizelgeleme problemini ele almışlardır. Talebe duyarlı bir matematiksel model

önerisinde bulunmuşlardır. Defraeye vd. (2016), çalışmalarında personel maliyetlerini minimize etme konusunu ele almışlardır. Dal sınır algoritması kullanarak bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Excoffier vd. (2016), çalışmalarında çağrı merkezinde personellerin maliyetlerini minimize etmeyi hedeflemişlerdir. Çözüm yöntemi olarak karma tamsayılı programlama modeli önerisinde bulunmuşlardır. Gür vd. (2016), çalışmalarında finans sektöründe hizmet veren bir kurumun, yatırım projesi seçim problemini ele almaktadırlar. Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden olan ANP ve yöneylem araştırması konularından hedef programlama kullanarak entegre bir çözüm yöntemi sunmuşlardır. Koubâa vd. (2016), çalışmalarında uzun yol şoförleri için çizelgeleme literatürünü incelemişlerdir. Literatürde yer alan çalışmaları kısıtlara ve problem tiplerine göre sınıflandırmışlardır. Smalley ve Keskinocak (2016), hastanede görev yapan doktorların çizelgeleme problemini ele almışlardır. Dengeli bir atama sağlayabilmek için matematiksel model geliştirmiş olup, çözüm yöntemi olarak tamsayılı programlama tercih etmişlerdir. Ünal ve Eren (2016), çalışmalarında hastanede görev yapan hemşireler için personel çizelgeleme problemini konu almışlardır. Personel taleplerine duyarlı bir matematiksel model geliştirmiş, çözüm yöntemi olarak hedef programlama yöntemi kullanarak bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Aktürk vd. (2017), çalışmalarında hemşire çizelgeleme problemini ele almıştır. Hemşire taleplerini dikkate alarak, yöneylem araştırması temel konularından hedef programlama yöntemi ile yeni bir çizelge önerisinde bulunmuşlardır. Altner vd. (2017), çalışmalarında personellerin konumlarını ve üstünlükleri dikkate almışlardır. Siber güvenlik alanında çalışan analistlerin vardiya çizelgeleme problemini optimal yöntemlerden tamsayılı programlama ve sezgisel yöntemlerden sütun arama yöntemlerini kullanarak çözmüşlerdir. Alver vd. (2017), çalışmalarında Kırıkkale ilinde öğretmenlerin derslere atama problemini, hedef programlama yöntemi kullanarak değerlendirmiş ve bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Dahmen vd. (2017), çalışmalarında personellerin çalışma süresini minimize etmek amacıyla bir tamsayılı programlama modeli önermişlerdir. Özder vd. (2017), çalışmalarında temizlik personellerini hiyerarşik olarak sınıflandırmışlardır ve özel atama kısıtlarını da dikkate alan bir model geliştirmişlerdir. Temizlik personeli atama probleminde çözüm yöntemi olarak hedef programlama yöntemi tercih etmişlerdir. Rahimian vd. (2017), çalışmalarında hemşire çizelgeleme problemini ele almışlardır. Problemin çözümünde kısıt programlama ve tamsayılı programlamayı karşılaştırmalı olarak kullanarak etkin bir çözüm sunmuşlardır. Sungur vd. (2017), çalışmalarında maliyet

minimizasyonu konu almışlardır. Personellerin maliyetini en aza indirmek ve personellerin dinlenmeleri için uygun mola zamanlarını belirlemek amacıyla hedef programlama yöntemini kullanarak bir model önermişlerdir. Şahiner vd. (2017), çalışmalarında hemşire çizelgeleme problemini ele almışlardır. Çalışan memnuniyeti konusuna odaklanmışlardır. Çalışmanın çözümü için hedef programlama modeli önermişlerdir. Taş vd. (2017), çalışmalarında lojistik sektöründe monoray proje seçimi problemini ele almışlardır. AHP ve hedef programlama yöntemlerini entegre kullanarak bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Tosun vd. (2017), çalışmalarında akaryakıt istasyonunda görevli personeller için bir personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Üç vardiyalı düzeni ele alarak, hedef programlama yaklaşımıyla bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Uçakcıoğlu ve Eren (2017), çalışmalarında savunma sanayi yatırım harcamalarını dikkate alarak bir yatırım projesi seçim problemini ele almışlardır. Yatırım projelerinin seçimi için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden AHP ve VIKOR yöntemleri kullanılmış, ayrıca hedef programlama ile matematiksel model kurulmuştur. Yatırım projesi için çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Uslu vd. (2017), çalışmalarında hemşireler için bir personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Hemşirelerin isteklerini ve hastanenin taleplerini dikkate alarak, Yöneylem araştırması yöntemlerinden hedef programlama ile bir model önerisinde bulunmuş ve uygulama özelinde bir çözüm önerisi sunmuşlardır. Vardı vd. (2017a), çalışmalarında sınavlarda görev alacak denetmen hocaların, sınava atamalarını konu almışlardır. Model çözümü için hedef programlama yöntemini tercih etmişlerdir. Varlı vd. (2017b), çalışmalarında hemşire çizelgeleme problemini ele almışlardır. Hemşire taleplerine duyarlı olan bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Model çözümü için yöneylem araştırması konularından hedef programlama yöntemini tercih etmişlerdir Di Martinelly ve Meskens (2017), çalışmalarında hastane ameliyathanelerinde cerrahi operasyonlarda görev alacak hemşire atama problemini ele almışlardır. Hemşirelerin yetkinliklerine göre ameliyatlara atanmasını sağlayan çalışma aynı zamanda hemşirelerin çalışma saatlerine de duyarlıdır. Çözüm yöntemi olarak tamsayılı programlama yöntemi kullanmışlardır. Demirel vd. (2018), çalışmalarında Ankaray metro hattındaki dört istasyonda görev alacak kırk üç güvenlik personeli için çalışma planının oluşturulması konusunu amaçlamıştır. Problem çözümünde ise yöneylem araştırması konularından hedef programlama yöntemi kullanılmıştır. Hedef programlama ile oluşturulan matematiksel model çözülmüş sonucunda yeni bir vardiya planı elde edilmiştir.

Ciancio vd. (2018), çalışmalarında lojistik hizmeti veren şirketlerin araç rotalama ve personel çizelgeleme problemlerini ele almışlardır. Çalışmada öncelik hedefler olarak işçilik ve seyahat maliyetlerini minimize etmek amaçlanmaktadır. Çözüm yöntemi olarak lokal arama ve tavlama benzetimi sezgisellerinden faydalanarak bir algoritma geliştirmişlerdir. Yelek vd. (2018), çalışmalarında Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde kısmi zamanlı çalışan kırk öğrencinin bir aylık periyotta vardiya çizelgeleme problemini ele almışlardır. Yarı zamanlı görev alan öğrencilerin özel istekleri de dikkate alınarak, problemin çözümünde hedef programlama yöntemi kullanılmıştır. Hedef programlamada her bir çalışanın iki farklı vardiyalarının sayısının eşit olması amacıyla iki temel hedef belirlenmiştir ve bir çözüm önerisinde bulunmuşlardır. Vermuyten vd. (2018), çalışmalarında hastanelerin acil biriminde karşılaşılan personel çizelgeleme problemlerini ele almışlardır. Yöneylem araştırması konularından tam sayılı programlama ile bir model geliştirmişlerdir. Daha sonra sezgisel bir algoritma ile gerçekçi problem örnekleri ile modelin kullanılabilirliğini test etmişlerdir. Van de Vrugt vd. (2018), çalışmalarında bir hastanede, kadın doğum departmanında görev alan jinekologların vardiya çizelgeleme problemini konu almışlardır. Çalışmada poliklinik saatlerinin dengeli olması, jinekolojik tercihlerin dikkate alınabilmesi ve çizelge oluşturulurken harcanan zamanın azaltılması amacıyla bir Tamsayılı programlama modeli önermişlerdir. Büyük boyutlu problemlerin çözümü de ele alarak tavlama benzetimi ve yerel arama sezgisel algoritmalarını tercih etmişlerdir. Koçtepe vd. (2019), çalışmalarında hizmet sektöründe görev alacak yarı zamanlı personellerin atama ve çizelgeleme problemlerini konu almışlardır. Organizasyon sektöründeki bu çalışmada görevlere uygun niteliklerde personel ataması yaparken, maliyetleri de dikkate alan bir model geliştirmişlerdir. Çözüm yöntemi olarak yöneylem araştırması konularından, Tamsayılı programlama yöntemini tercih etmişlerdir Marchesi, vd. (2020), çalışmalarında hastanede görevli doktorların çalışma çizelgeleme problemini ele almışlardır. Stokastik programlama ile bir çözüm yaklaşımı sunmuşlardır. Pınarbaşı ve Alakaş vd. (2020), çalışmalarında bir işletme personel atama problemini ele almışlardır. Personel verimliliğini artırmak amacıyla, maksimum göreve atanması hedefi belirlemişlerdir. Model Excel çalışma sayfası ve Çözücü aracı kullanılarak çözülmüştür. Matsumoto vd. (2020) Japonya'da yaşlı bakım hizmetlerinde görevli personellerin çizelgeleme problemini ele almışlardır. Bu çalışma, personellerin hem fiziksel hem de zihinsel iş yüklerini dikkate alan bir zamanlama modeli önermekte ve her iki iş yükünü aynı anda dikkate alan bir

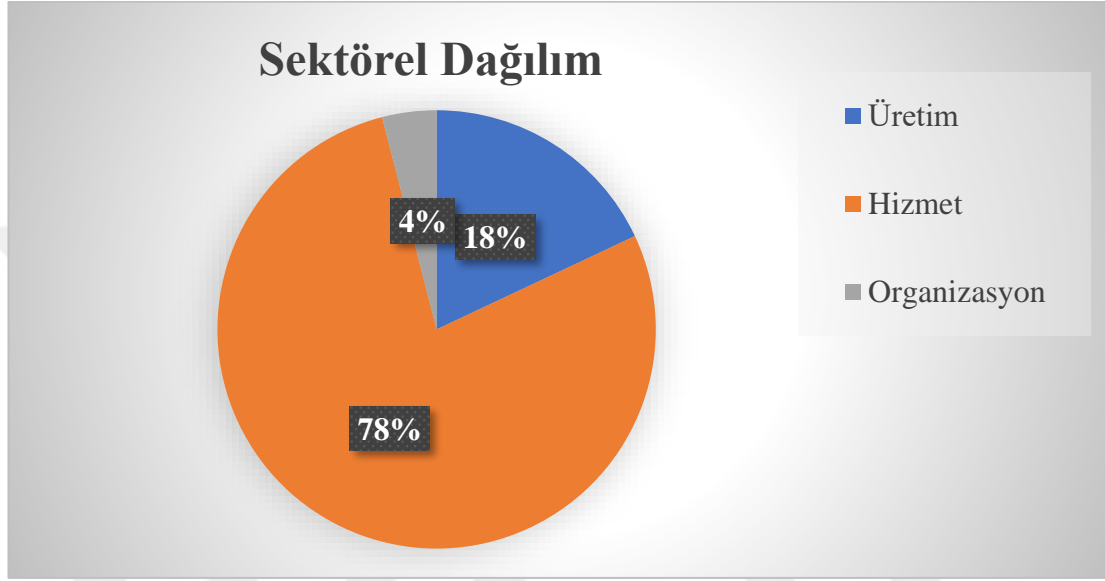
dengeleme çizelgesi oluşturmayı hedeflenmektedir. Matematiksel model yöntemi ile bir çizelge önerisinde bulunmaktadır. Shiau vd. (2020), çalışmalarında havayolu endüstrisinde personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Aylık ve günlük çizelgeleri entegre etme uygulamasını göstermek için bir örnek olarak havacılık endüstrisindeki yer personelinin çizelgeleme problemini ele almışlardır. Karma tamsayı programlama modeli ile bir çözüm sunmaktadırlar.

4.3. Organizasyon Sektöründe İncelenen Çalışmalar

Koçtepe vd. (2018), çalışmalarında hizmet sektörlerinden olan organizasyon sektöründe personel atama ve çizelgeleme problemini konu almışlardır. Organizasyon çalışma planını oluşturmak için personel yetkinlikleri üzerine en yüksek değerlerde atama hedeflemiştir. Sistemin modellenmesinde yöneylem araştırma konularından Tamsayılı programlama yöntemini tercih etmişlerdir. Cürebal vd. (2020a), çalışmalarında bir tanıtım festivali için personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Personel yetkinliklerini en verimli şekilde kullanmak ve bunu maliyet kriterini de eşit derecede öneme sahip şekilde kullanarak hedefler belirleyip, AHP ve Hedef programlama yaklaşımı ile bir önerisinde bulunmuşlardır. Cürebal vd. (2020b), çalışmalarında organizasyon şirketlerine dış kaynak olarak hizmet veren bir insan kaynakları firmasının personel çizelgeleme problemini konu almışlardır. Çalışmada firmanın mevcut olan aylık talebini, ergonomik koşulları ve Covid-19 pandemi süreci kısıtlarını da göz önünde bulundurarak, çizelge geliştirmişlerdir. Çözüm yöntemi olarak yöneylem araştırması konularından hedef programlama tercih etmişlerdir. Eren vd. (2020), çalışmalarında bir akaryakıt istasyonunun tanıtım organizasyonu için personel çizelgeleme problemini ele almışlardır. Personel taleplerini de göz önüne alarak, matematiksel model geliştirmişlerdir. Hedef programlama yöntemi ile çözüm önerisinde bulunmuşlardır.

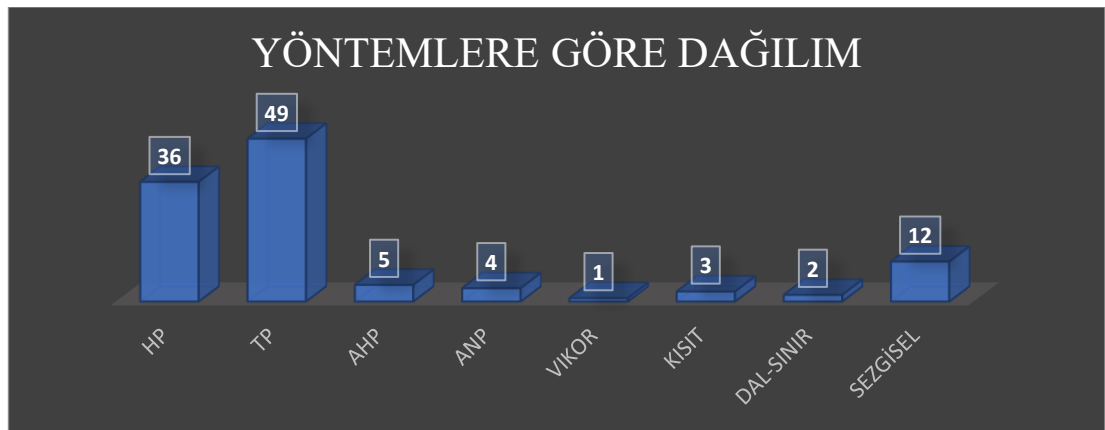
Literatürde personel çizelgeleme konusunda yapılan çalışmalar yapısal olarak incelendiğinde problemlerde optimal yöntemler, sezgisel yöntemler, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin yoğun olarak tercih edildiği görülmektedir. Optimal yöntemlerden karma tamsayılı programlama, tamsayılı programlama, 0-1 tamsayılı programlama, hedef programlama, 0-1 hedef programlama, dal sınır algoritması, doğrusal olmayan programlama, kısıt programlama, matematiksel model yöntemlerinin tercih edildiği görülmektedir. Sezgisel Yöntemlerden, simülasyon, sütun üretimi, yapıcı sezgisel, genetik algoritma, tabu Arama ve tavlama benzetimi

yöntemlerinin tercih edildiği görülmektedir. Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden; Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), PROMETHEE, Analytic Network Process (ANP), Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, (TOPSIS), Vlsekriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje (VIKOR), Elimination and Choice Translating Reality English (ELECTRE) tercih edildiği görülmektedir. Sektörel olarak incelenen çalışmaların yüzdelik dağılımı Şekil 4.1.' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Sektörel literatür incelemesi

Organizasyon sektörü, hizmet sektörü içerisinde bulunmasına rağmen bu tez çalışmasının konusu olduğundan ayrıca bir sektör olarak değerlendirilmiştir. Bunun yanı sıra literatürde incelenen çalışmaların kullanılan yöntemlere göre dağılımı ise Şekil 4.2. gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Yöntemlere göre literatür incelemesi

Literatürde personel çizelgeleme ve atama konuları sıkça ele alınmıştır. Bu çalışmalar genellikle tek bir hedefe odaklanmaktadır. Maliyetin minimize edilmesi, iş gücünün dengeli dağıtılması vs. gibi tek bir amaca yöneliktir.

Söz konusu bu tez çalışması birden fazla amacı aynı anda sağlayarak literatüre katkı sağlamaktadır. Ele alınan organizasyonlarda yetkinlik maksimizasyonu ve maliyet minimize edilmesini hedeflerini birlikte sağlamaktadır.

Literatürde hizmet ve üretim sektörlerinde personel çizelgeleme problemleri incelenmektedir, fakat organizasyon sektörü kapsamında pek fazla örnek uygulama yoktur. Sektöre yönelik öncül çalışmalar bu tezde uygulanmıştır. Sektörün gelişimine katkıda bulunacağı aşikardır.

Literatürde yapılan uygulamalar genellikle tek bir probleme odaklanmıştır. Bu tez çalışmasında belirli süreçte gerçekleşen yedi farklı organizasyon için genel bir planlama yapılmıştır. Bu yönüyle literatüre orta ve uzun vadeli çalışmaları için örnekler sunulmuştur.

5. UYGULAMA

Söz konusu tez çalışmasının bu bölümünde organizasyon personel çizelgeleme hakkında dört farklı problem ele alınmıştır. Birinci problem ‘Organizasyon Görevlileri İçin Personel Çizelgeleme Probleminin 0-1 Tam Sayılı Programlama ile Çözümü’ isimli yetkinlik maksimizasyonunun amaç olarak belirlenmiş olduğu bir çalışmadır. Çalışmada 11 farklı görev tipi için toplam 80 personel değerlendirmeye alınmaktadır. Söz konusu çalışma hizmet sistemlerinden olan organizasyon sektöründe bir personel çizelgeleme problemini konu almaktadır. Etkinlikte özel bir işletmenin Türkiye genelinde bütün bölge temsilciliklerinin bir araya toplanıp, yıllık değerlendirme, hedefler ve başarı beklentilerinin yanı sıra yeni sezonda stratejileri ve yeni ürünlerinin lansmanları (tanıtım organizasyonu) yapılmaktadır. Söz konusu etkinlik organizasyon sektöründe kurumsal organizasyonlardan kongre ve tanıtım etkinliklerini bir arada gerçekleştirmekte olan sektörün en büyük bütçeli projelerinden biridir. Çalışmada İnsan Kaynakları birimi tarafından personel çizelgeleme problemi konusunda yetkinlik maksimizasyonu için oluşturulan veriler, personellerin yetkinliklerini 0-1 skalasında değerlendirilmiş olup, amaç fonksiyonuna çarpan olarak eklenmiş ve modelin amacını bu şekilde belirlemiştir.

İkinci problem sosyal ve kültürel organizasyonlar sınıfına ait bir basketbol karşılaşması organizasyonunda personel çizelgelemeyi konu almaktadır. ‘Basketbol Karşılaşmasında Görevli Organizasyon Personellerinin 0-1 tamsayı programlama Yöntemi ile Çizelgemesi’ isimli çalışmada birinci probleme göre amaç fonksiyonuna ve değerlendirme skalasında farklılıklar bulundurmaktadır. Basketbol Türkiye’de oldukça ilgi gören spor dallarından bir tanesidir. Bu duruma bağlı olarak düzenlenen karşılaşmalarda stadyumlar taraftarlara kapalı gişe hizmet vermektedirler. Bu tür kısa zamanda çok fazla ziyaretçiye hizmet veren organizasyonlarda personellerin verimli olması, organizasyonun kalitesini doğrudan etkileyen faktörlerden biridir. Bu durum organizasyonun temel konularından birinin personel çizelgeleme problemleri olduğunu kanıtlamaktadır. Söz konusu problem, personel ataması ve çizelgemesi üzerine olup, insan kaynakları birimi tarafından personellerin mevcut yetkinlik değerlendirme skalası birinci etkinlikten farklı olarak 1-10 puan skalasından değerlendirmeye alınmıştır. Bu skalada amaç personellerin görevi yapabilir, yapamaz kararları yerine 10 en yüksek, 1 en düşük olacak şekilde, bir personelin bir görevi kaç puan ile yapabileceğini tespit etmektir. Bu skala kullanımında personellerin daha

detaylı incelendiği görülmektedir. Çalışmada yüz yirmi personelin dokuz farklı görev için değerlendirilmesi yapılmaktadır. Söz konusu çalışmada amaç personel ataması yapılırken maliyet minimizasyonudur. Çalışmada yetkinlik bazlı yükselişin maliyeti çok fazla artırmasının önlenmesi planlanmaktadır.

Üçüncü problem insan kaynakları firmasının otuz günlük süreçte altı farklı organizasyon personel planlamasını içeren bir çalışmadır. Organizasyon türlerinden Kurumsal organizasyonlar, sosyal ve kültürel organizasyonlarda görev alacak personellerin hedef programlama yöntemi ile çizelgelemesi problemi baz alınmıştır. Söz konusu organizasyonlar üç farklı kongre etkinliği, iki farklı tanıtım etkinliği ve bir tane festival organizasyonunu içermektedir. Yirmi dokuz farklı görev tanımı ve elli yedi farklı personel değerlendirmeye alınmıştır. İlk iki probleme göre çözüm yöntemi ve içerikler değişmiş olup, çalışmada iki temel hedef belirlenmiştir. Bu hedefler doğrultusunda matematiksel model geliştirilmiş ve bir çözüm önerisinde bulunulmuştur.

Dördüncü problemde sosyal ve kültürel organizasyon türünde gerçekleştirilen bir tanıtım festivalinde personel çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Çalışmada organizasyonun uluslararası bir kitleye hitap etmesi, organizasyonun Ulusal anlamda bakış açısına katkıda bulunuyor olması, Organizasyonda görev alacak personellerin ne denli kritik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Sunulan hizmetin kalitesi ülkeye turist çekme konusunda oldukça iyi fırsatlar sunmaktadır. Bu durum etkinliğin personel çizelgeleme probleminin kritik seviyedeki önemini kanıtlar niteliktedir. Söz konusu çalışmada altı farklı görev için seksen dört personel değerlendirilmeye alınmıştır. Üçüncü problemde farklı olarak AHP yöntemi ile görev önceliklendirmesi yapılmış ve hedef programlama yöntemine bu veriler entegre edilerek model kurulmuştur.

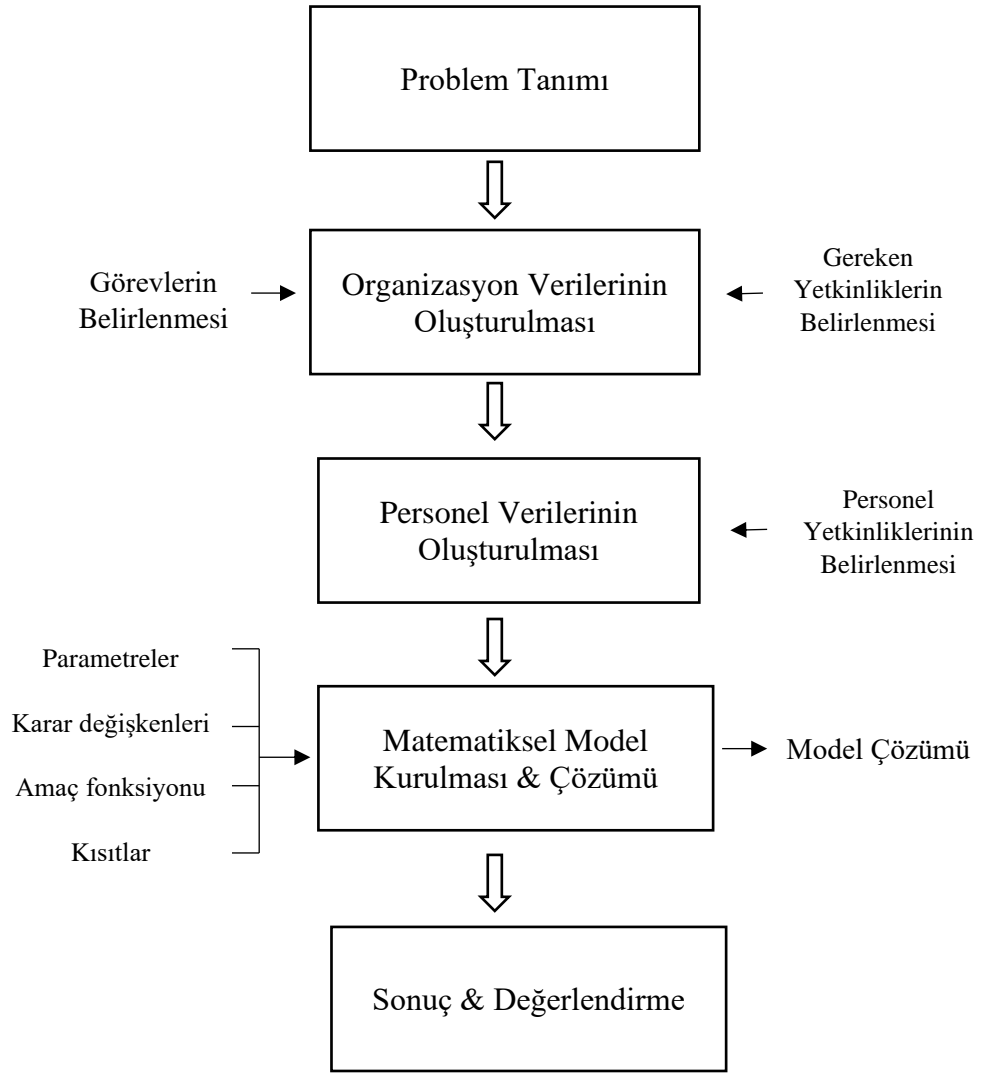
Uygulamada ele alınan problemler hakkında genel bilgiler Çizelge 5.1.' de gösterilmiştir. Problemde kullanılan yöntemler ve matematiksel model hakkında bilgiler mevcuttur.

Çizelge 5.1. Problemler hakkında genel bilgiler

Uygulama Bilgileri		Kullanılan Yöntemler			Çözüm Yöntemi Özellikleri		
Ad	Problem Hedefi	HP	TP	AHP	Karar Değişkeni Sayısı	Amaç Fonksiyonu	Kısıtlar Setleri
Problem-1	Personel yetkinliklerini maksimize etme	☒	✓	☒	Gün * Görev* Vardiya* Personel= 12320	Max Z= Yetkinlik	Yetkinlik Kısıtları Talep Kısıtları
Problem-2	Personel maliyetlerini minimize etme	☒	✓	☒	Gün * Görev* Vardiya* Personel= 4320	Min Z= Maliyet	Yetkinlik Kısıtları Talep Kısıtları
Problem-3	Maliyeti minimize etmek ve Yetkinliği maksimize etmek	✓	☒	☒	Gün * Görev* Personel= 49562	Min Z= Sapma Değişkenleri (Maliyet ve Yetkinlik Hedefleri)	Yetkinlik Kısıtları Talep Kısıtları HP Kısıtları
Problem-4	Maliyeti minimize etmek ve Yetkinliği maksimize etmek	✓	☒	✓	Gün * Görev* *Personel= 12320	Min Z= Sapma Değişkenleri (Maliyet ve Yetkinlik Hedefleri)	Yetkinlik Kısıtları Talep Kısıtları HP Kısıtları

5.1. Problem-1

Bir şirketin bölge bayi toplantılarında personel çizelgeleme problemidir. Bu problem türü kurumsal organizasyon sınıfında yer almaktadır. 11 farklı görev ve 7 iş gününü kapsamaktadır. Çalışmanın amacı görev alacak personellerin yeteneklerine uygun görevlere tahsis edilerek, çalışmada personel kaynaklı oluşabilecek sorunları en aza indirmektir. Problemin çözümünde uygulanan aşamalar Şekil 5.1.'de sunulmuştur.



Şekil 5.1. Problem-1 akış şeması

5.1.1. Problem-1 tanımı

Bu çalışmada Türkiye'nin önde gelen ihracat işletmelerinden birinin, bayi toplantısı etkinliğinde görev alacak personellerin çizelgelemesi konusu baz alınmıştır. Söz konusu organizasyonun İnsan kaynakları tarafından planlamasında aksama yaşanmaması ve görevleri yerine sorunsuz getirebilecek personellerin seçilmesi hedeflenmiş olup yetkinlik optimizasyonu çalışması planlanmaktadır.

5.1.2 Problem-1 verileri

Organizasyon firmasında planlanan hedeflerin en kritik olanı İnsan kaynakları süreçlerini içermektedir. Bu çalışmada yer alacak görevler ve personel tipleri;

- ❖ Süpervizör (SPV)
- ❖ Teknik Ekip
- ❖ Runner
- ❖ Kayıt hostes
- ❖ Kayıt host
- ❖ Transfer Birimi
- ❖ Katılımcı Karşılama
- ❖ Ana salon görevlisi
- ❖ Kulis görevlisi
- ❖ VIP hostes
- ❖ Lojistik birimi

Toplamda 11 farklı görev bulunmaktadır. Bu görevlerin günlere göre talep dağılımı ise Çizelge 5.2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2. Problem-1 organizasyon talepleri

Görev/Gün	1.GÜN		2.GÜN		3.GÜN		4.GÜN		5.GÜN		6.GÜN		7.GÜN	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Vardiya	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
SPV	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Lojistik	0	0	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Runner	0	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Teknik	0	0	3	0	0	3	3	0	3	0	3	0	3	0
Hostes	0	0	0	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0
Host	0	0	0	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0
Transfer	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
Kulis	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Salon	0	0	0	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0
VIP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	0	10
Karşılama	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	3	0	0	0

Talep Edilen görevler ve personel adetleri göz önünde bulundurularak çözüm yöntemi olarak 0-1 Tamsayılı programlama modelleri tercih edilmiştir.

5.1.3. Matematiksel model oluşturulması

Notasyon;

i: işçi indeksi i: 1..80 ,

j: gün indeksi j: 1..7 ,

k: vardiya indeksi k: 1-2 ,

l: görev indeksi l: 1..11.

$x_{ijkl} = \begin{cases} 1, & \text{i. personelin, j. gün, k. vardiyada l. göreve atanması} \\ 0, & \text{d. d} \end{cases}$

m_{ijk} : l. görevin, j. gün, k. vardiyada ihtiyaç duyduğu personel sayısı

y_{il} : i. personelin, l. görevdeki yetkinlik değeri

Amaç Fonksiyonu;

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^{80} \sum_{j=1}^7 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^{11} x_{ijkl} * y_{il}$$

Talep Kısıtları;

❖ Her gün her vardiyada her göreve talep edilen sayıda personel atanma kısıtı;

$$\sum_{i=1}^{80} x_{ijkl} = m_{ijk} \quad \forall j, k, l \quad (5.1)$$

❖ Her görev için her gün ve her vardiyada Süpervizörlerin atanması kısıtı;

$$\sum_{i=1}^{10} x_{ijkl} = 1 \quad \forall j, k, l \quad (5.2)$$

❖ Her personelin, her gün ve vardiyada tek bir göreve atanması kısıtı;

$$\sum_{i=1}^{80} x_{ijkl} \leq 1 \quad \forall j, k, l \quad (5.3)$$

❖ Ana salon görevlisi personellerin günde en fazla 1 vardiyaya atanma kısıtı;

$$\sum_{k=1}^2 x_{ijk9} \leq 1 \quad \forall i, j \quad (5.4)$$

❖ Kayıt Hostes görevlisi personellerin günde en fazla 1 vardiyaya atanma kısıtı;

$$\sum_{k=1}^2 x_{ijk5} \leq 1 \quad \forall i, j, l \quad (5.5)$$

❖ Kayıt Host görevlisi personelin personellerin günde en fazla 1 vardiyaya atanma kısıtı;

$$\sum_{k=1}^2 x_{ijk6} \leq 1 \quad \forall i, j, l \quad (5.6)$$

- ❖ Teknik görevlisi personelin personellerin günde en fazla 1 vardiyaya atanma kısıtı;

$$\sum_{k=1}^2 x_{ijk4} \leq 1 \quad \forall i, j, l \quad (5.7)$$

- ❖ Katılımcı karşılama görevlisi personelin personellerin günde en fazla 1 vardiyaya atanma kısıtı;

$$\sum_{k=1}^2 x_{ijk11} \leq 1 \quad \forall i, j \quad (5.8)$$

- ❖ Runner biriminde görevli personellerin günde 2 vardiya çalışması ile ilgili kısıttır;

$$\sum_{i=1}^{80} x_{ijk13} - \sum_{i=1}^{80} x_{ijk23} = 0 \quad \forall j, k, l \quad (5.9)$$

- ❖ Kulis biriminde görevli personellerin günde 2 vardiya çalışması ile ilgili kısıttır;

$$\sum_{i=1}^{80} x_{ijk18} - \sum_{i=1}^{80} x_{ijk28} = 0 \quad \forall j, k, l \quad (5.10)$$

- ❖ Transfer görevlisi personelin personellerin başka görevlere atanmaması ile ilgili kısıttır;

$$\sum_{i=1}^{80} x_{ijkl} \leq 1 \quad \forall j, k, l \quad (5.11)$$

Yetkinlik Kısıtı;

- ❖ Her personelin yetkin olduğu göreve atanması kısıtı;

$$\sum_{i=1}^{80} x_{ijkl} = y_{il} \quad \forall j, k, l \quad (5.12)$$

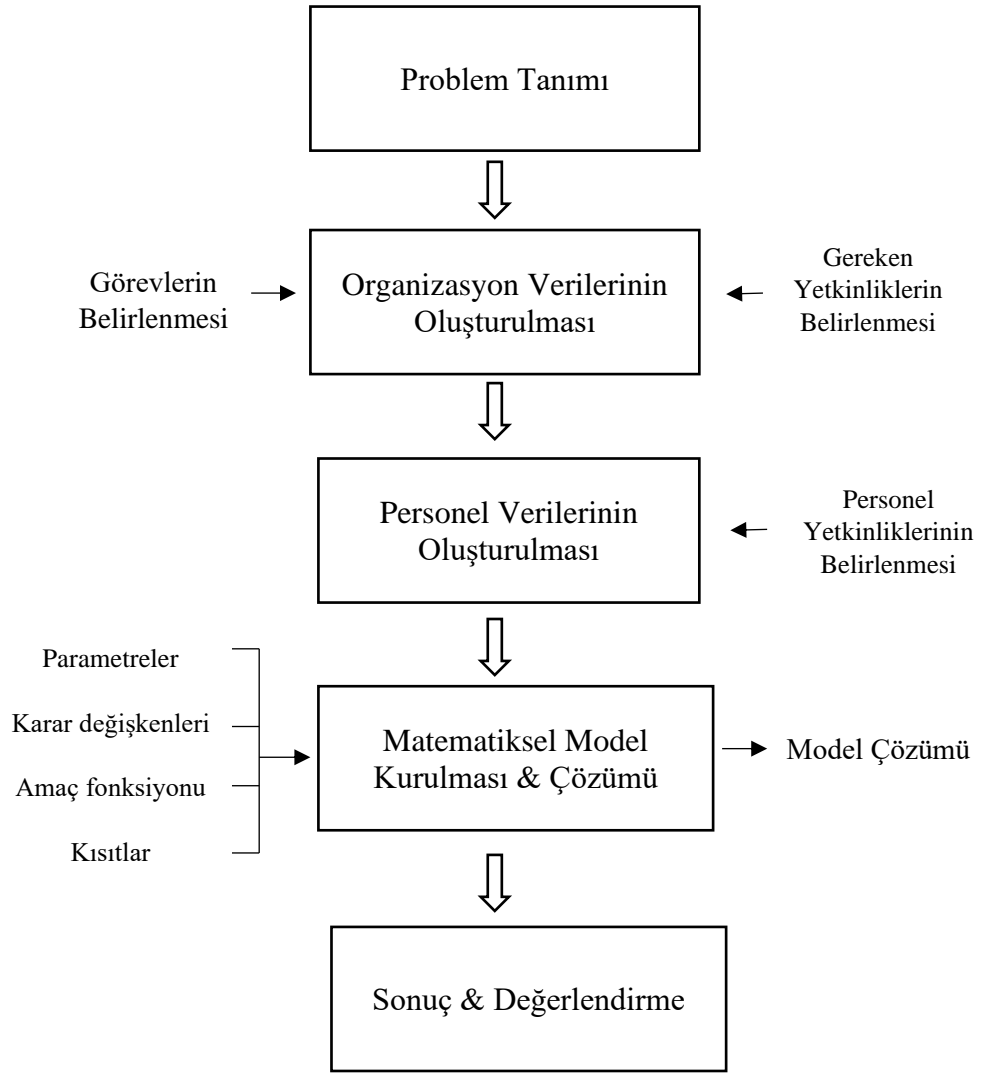
5.1.4 Model çözümü ve yorumlanması

Bu çalışmada 80 personelin 7 günlük, günde iki vardiya (sabah-akşam) olacak şekilde yetkinlikleri baz alınarak 11 farklı görev için ataması yapılmıştır. Modelin çözümünde optimizasyon programı olan IBM ILOG CPLEX programı kullanılmıştır. Atama sonuçları ve çizelge raporları ise Ek 1'de yer almaktadır. Organizasyon sektöründe, personellerin çalışma esnasında ziyaretçilerle ile birebir ilişkide bulunması sebebiyle, organizasyonun kalitesini belirleyen en önemli unsur, görevli personellerin işlerini yapabilme becerileridir. Söz konusu problem 12.320 karar değişkeni içermektedir. Bu

tip problemlerde elle atama yapmak oldukça uzun süreler almaktadır ve bilimsel yöntemlere nazaran daha güvensiz oluşturulmaktadır. Bütün verilerin tek tek değerlendirilmesi ve bir atama yapılması oldukça güçtür. Problemden oluşturulan matematiksel model ile birlikte personel verilerinin analizi sonucunda personellerin yetkinlikleri saptanmış ve söz konusu personellerin uygun oldukları pozisyonlara atandıkları görülmüştür. Mevcut atama ve çizelge oluşturmada talepler doğrultusunda oluşturulan kısıtlar ile talep eksiksiz olarak karşılanmıştır. Önerilen modelin, atama sonuçları incelendiğinde personellerin mevcut yeteneklerini kullanabilecekleri işlere atanmaları görülmektedir. Bu sayede personellerin verimliliği artmakta ve projenin insan kaynaklı problemleri en aza indirgenmektedir.

5.2. Problem-2

Türkiye’de ve Dünya’da en sevilen sporlardan biri olan basketbol karşılaşmaları organizasyon açısından oldukça kısıtlı sürelerde kalabalık bir ziyaretçi grubuna hizmet vermek durumundadır. Bu tür organizasyonlarda süre kısıtı ve organizasyonun tek bir etkinlik noktasında ve sınırlı sayıda giriş kapısı ve bilet gişesi bulunması sebebiyle, görevli personellerin atandıkları görevleri yerine getirebilmeleri oldukça önemlidir. Bir noktada yaşanan aksamanın organizasyonun bütününe etki edebileceği göz önüne alındığında, görev alacak personellerin organizasyonun başarıyla tamamlanabilmesi için en önemli faktör olduğu aşikardır. Problemin akış şeması Şekil 5.2.’de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Problem-2 akış şeması

5.2.1. Problem tanımı

Türkiye Spor federasyonlarından olan Basketbol Federasyonu tarafından düzenlenen Cumhurbaşkanlığı kupası final karşılaşması, organizasyon sektöründe sosyal ve kültürel organizasyonlar kapsamında değerlendirilmektedir. Karşılaşmanın sportif önemi bir yana, organizasyon ve İnsan kaynakları şirketlerinin prestiji açısından çok kritik bir öneme sahiptir. Organizasyonda planlamanın hem teknik ekipman hem de İnsan kaynakları süreçleri en önemli süreç olarak görülmekte ve ekipman ihtiyaçları için maliyet kriteri aranmamaktadır. Bu durum organizasyonun toplam maliyetini artırmakta olup, İnsan kaynakları personellerinin de bütçesini etkilemektedir. Bu

çalışmada personellerin maliyetlerini de modele entegre ederek maliyeti düşürme çalışması yapılmaktadır. Canlı yayın düzenine sahip bu organizasyonda sorunların en aza indirilmesi açısından, insan kaynakları birimi personellerinin bu süreçte görevlerini kusursuz şekilde yerine getirmeleri beklenmektedir. Bu da personellerin ancak ve ancak yetkinliklerine uygun görevlere atanması ile mümkün olabilmektedir. Söz konusu çalışmada 120 personelin 2 gün ve 2 farklı vardiyada 9 farklı görev tanımına atanması ve görev çizelgesi oluşturulması planlanmaktadır. Organizasyonun maliyet kısıtları ve yetkinlik optimizasyonları kapsamında çözüm yöntemi olarak 0-1 tamsayılı programlama tercih edilmektedir.

5.2.2. Problem verileri

Cumhurbaşkanlığı kupası final karşılaşması organizasyonu, insan kaynakları sürecinde yapılan planlama ile 9 farklı görev tanımlanmıştır;

- ❖ Süpervizör
- ❖ Bilet Satış
- ❖ İno (Danışma)
- ❖ Yönlendirme
- ❖ Kayıt Host
- ❖ Kayıt Hostes
- ❖ VIP Hostes
- ❖ Bilet Kontrol Ekibi

Belirtilen görevler ışığında oluşturulan personel sayısı ihtiyaçları ise Çizelge 5.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.3. Problem-2 organizasyon talepleri

Görev/Gün	1.GÜN		2.GÜN	
	1.	2.	1.	2.
Vardiya	1.	2.	1.	2.
Süpervizör	8	8	8	8
İno	0	8	0	8
Teknik	4	4	4	4
Hostes	0	0	5	5
Host	0	0	5	5
Yönlendirme	0	0	45	45
Bilet Satış	10	10	10	10
VIP	0	0	0	10
Bilet Kontrol	0	0	0	25

Bu çalışmada personel yetkinlik değerlendirmesi insan kaynakları birimi tarafından 1-10 puan skalasında 10 en iyi 1 en kötü olacak şekilde değerlendirilmiştir.

5.2.3. Matematiksel modelin oluşturulması

Notasyon

i: işçi indeksi i: 1...120 ,

j: gün indeksi j: 1-2 ,

k: vardiya indeksi k: 1-2 ,

l: görev indeksi l: 1-9 .

$$x_{ijkl} = \begin{cases} 1, & \text{i. personelin, j. gün, k. vardiyada l. göreve atanması} \\ 0, & \text{d. d} \end{cases}$$

m_{ijk} : l. görevin, j. gün, k. vardiyada ihtiyaç duyduğu personel sayısı

y_{il} : i. personelin, l. görevdeki yetkinlik değeri

P : Personelden beklenen yetkinlik puanında sağlanması gereken min. değer

C_i : i. personelin maliyeti

Amaç fonksiyonu;

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^{120} \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^9 x_{ijkl} * y_{il} * C_i$$

Talep kısıtları ;

❖ Her görev için her gün ve her vardiyada karşılanması gereken talep sayısı kısıtı;

$$\sum_{i=1}^{120} x_{ijkl} = m_{ijk} \quad \forall j, k, l \quad (5.13)$$

❖ İnfir biriminde görevli, personellerin her gün 2. Vardiya çalışması ile ilgili kısıt;

$$\sum_{i=1}^{120} x_{ij22} \leq 1 \quad \forall j \quad (5.14)$$

❖ VIP biriminde görevli personelin sadece 1 vardiyada çalışması kısıtı;

$$\sum_{k=1}^2 x_{ijk2} \leq 1 \quad \forall i, j \quad (5.15)$$

❖ Bilet Kontrol biriminde görevli personelin sadece 1 vardiyada çalışması kısıtı;

$$\sum_{k=1}^2 x_{ijk8} \leq 1 \quad \forall i, j \quad (5.16)$$

Atama kısıtları;

❖ Personellerin her bir vardiya ve görev için bir kez atanma kısıtı;

$$\sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^{11} x_{ijkl} \leq 1 \quad \forall i, j \quad (5.17)$$

❖ Her personelin bir göreve kesin olarak atanması ile ilgili kısıt;

$$\sum_{i=1}^{120} x_{i1kl} - \sum_{i=1}^{120} x_{i2kl} = 0 \quad \forall l, k \quad (5.18)$$

Yetkinlik kısıtı;

❖ Her bir Personelin istenilen yetkinlik seviyesinde atanması durumu kısıtı;

$$\sum_{l=1}^{11} x_{ijkl} * y_{il} \geq 1 \quad \forall k, j, l \quad (5.19)$$

5.2.4. Model çözümü ve yorumlanması

Bu çalışmada amaç fonksiyonunda minimum maliyet ile istenen yetkinlik seviyesini sağlaması hedeflenmektedir. Söz konusu matematiksel model IBM ILOG CPLEX optimizasyon programı ile çözülmüş. Atama sonuçları ve çalışma çizelgesi EK 2’de gösterilmektedir. Atama sonuçlarında 120 personelin yetkinlik seviyelerine göre atandığı görülmektedir. Her personel için aranılan kısıtları sağladığı ve organizasyonun yetkinlik hedeflerini sağladığı görülmektedir. Problem toplamda 4320 karar değişkeni içermektedir. 9 farklı görevin bulunduğu bu çalışmada problem-1’e göre kurulan modelde personel yetkinlikleri puanlamasında 1-10 skalası kullanılmıştır. Problem-1’de kullanılan 0-1 skalasında görevleri yapar, yapamaz şeklinde değerlendirildiği duruma göre daha hassas model sunulmuş olup, çözüm aşamasında personel ataması için daha detaylı bir yaklaşım görülmektedir. Bu yaklaşım sayesinde personel yetenekleri daha detaylı olarak değerlendirilmiş olup, organizasyonun temel bileşenlerinden olan personellerin, verimli oldukları görevlerde çalışmalarını hedefi sağlanmaktadır.

5.3. Problem-3

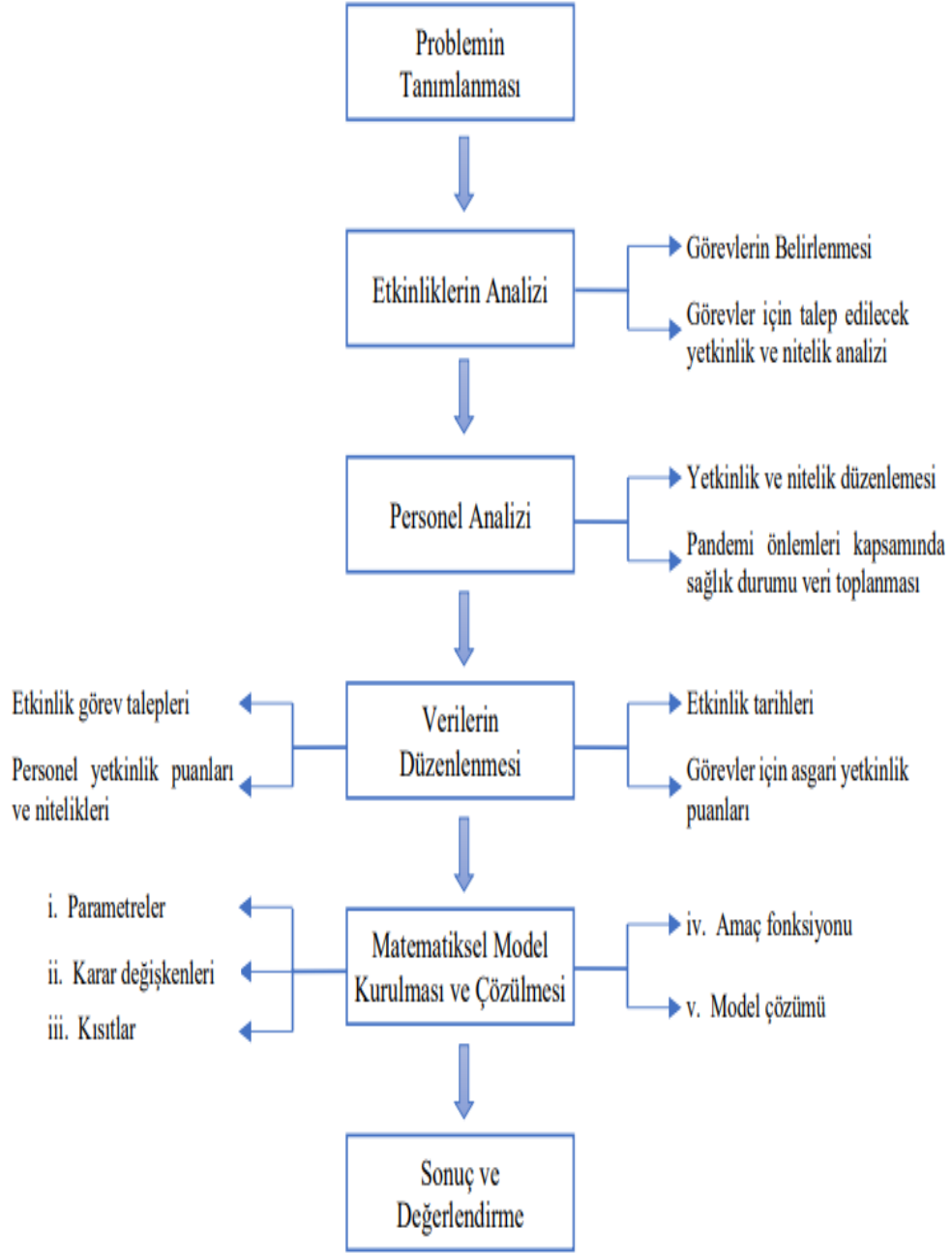
İnsan kaynakları şirketi için belirli bir süre içinde gelen taleplerin tamamını değerlendiren bir çizelgeleme çalışması yürütülmüştür.

5.3.1. Problem tanımı

Çalışmada, organizasyon sektöründe hizmet veren İnsan Kaynakları şirketinin 30 günlük işgücü çalışma planı oluşturulmuştur. Bu süreçte, kuruluştan 6 farklı organizasyon için personel planlaması mevcuttur. Organizasyonlar yapısı itibariyle 3

farklı tipte organizasyon olup, her bir organizasyon farklı görevleri içermektedir. Dolayısıyla her bir organizasyona, belirli yetkinliklere sahip olan personellerden tedarik edecektir. Mevcut süreçte 20 tanesi tam zamanlı, 37 tanesi ise yarı zamanlı olarak çalışmakta olan 57 personel bulunmaktadır. Talebi karşılamak için personellerin çalışma çizelgesi matematiksel model yöntemi ile oluşturulmuştur.

Organizasyonlarda, hizmet alan firmanın kritik seviyede öneme sahip talepleri görevli personelin sunduğu hizmet kalitesidir. Hizmet kalitesi hem organizasyonu düzenleyen firma için hem de insan kaynakları şirketi için son derece kritiktir. Kalitenin istenen seviyede olmaması insan kaynakları firması açısından müşteri kaybına yol açabilecek derece hassas bir konudur. Personellerin yetkin oldukları işlere atanması hizmet kalitesini kayda değer bir şekilde değiştirebilmektedir. Bu doğrultuda, personel çizelgeleme ve ataması yapılırken personellerin yetkinlik puanlarının göz önüne alınması hizmet kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu çalışmada Personellerin yetkinlik puanları çalışma modeline dahil edilmiştir. Ayrıca tam zamanlı ve yarı zamanlı çalışan personellerin maliyetlerinin farklı olması sebebiyle maliyet enazlanması da çalışmanın hedeflerinden biridir. Buna ek olarak çalışmada, Çin merkezli çıkışı olup, tüm dünyayı sarmış olan ve birçok önlemi alma zorunluluğuna sebep olan Covid-19 virüsü kısıtları da çalışmaya eklenmiştir. Söz konusu iş sağlığı güvenliği çalışmaları etkinliğin ziyaretçileri için ve personeller için ayrı ayrı planlanmıştır. Böylece hem personel sağlığı korunmuş hem de olası bir personel eksikliğinin önüne geçilmiştir. Bu doğrultuda önlem olarak, kalıtsal hastalığı bulunan personellerin, ziyaretçiler ile yakın temasta olabileceği görevlere atanmaması sağlanmıştır. (Cürebal vd., 2020b) Uygulama akış şeması ise Şekil 5.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Problem-3 akış şeması

5.3.2. Organizasyon verileri

Bu çalışmada bir insan kaynakları işletmesinin 30 günlük işgücü planlaması yapılmıştır. İnsan Kaynakları firmasının bu süreçte aldığı talep Çizelge 5.4. 'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.4. Problem-3 akış şeması

Etkinlik	Görevler	No.	Talep	PC	Etkinlik	Görevler	No.	Talep	PC
X Kongresi	Transfer	1	2	Erkek	Z Kongresi	Host	16	6	E
	Karşılama	2	4	--		Hostes	17	4	K
	Kayıt	3	5	--		Runner	18	1	E
	Host	4	8	E	A Marka Tanıtımı	Host	19	4	E
	Hostes	5	5	Kadın		Hostes	20	4	K
	Runner	6	3	E		SPV	21	1	--
Y Kongresi	Transfer	7	1	E	B Marka Tanıtımı	Host	22	4	E
	Karşılama	8	3	--		Hostes	23	4	K
	Kayıt	9	3	--		Merchandiser	24	4	K
	Host	10	5	E	Festival	Bilet Satış	25	5	--
	Hostes	11	4	K		Akreditasyon	26	2	--
	Runner	12	1	E		Bilet Kontrol	27	10	--
Z Kongresi	Transfer	13	2	E	Workshop	28	10	--	
	Karşılama	14	3	--	Runner	29	10	--	
	Kayıt	15	4	--					

Çizelge 5.4.'de gösterildiği üzere 3 farklı kongre, 2 farklı tanıtım ve 1 festival organizasyonu için talep edilen personel sayıları, görevler ve söz konusu görevler için cinsiyet kısıtları belirtilmiştir. Mevcut organizasyonların çalışma günleri ise X kongresi 1.-9. günler arasında, Y kongresi 4.-11. günler arasında, Z kongresi 10.-13. günler arasında, A marka tanıtımı 15-23 günler arasında, B marka tanıtımı 24.-30. günler arasında ve Festival organizasyonu ise 26.-29. günler arasında yapılmaktadır. 57 adet personelin 7 adet yetkinlik için 0-9 skalasındaki puanları ve cinsiyet (C) ve maliyet (M) özellikleri Çizelge 5.5. 'de gösterilmiştir. Söz konusu yetkinlikler: Diksiyon (D), Tecrübe (T), Yönlendirme (Y), Bilgisayar (B), Dış Görünüş (DG), Takım Çalışması (TC) ve Yabancı Dil (YD) şeklindedir. Tam zamanlı çalışan personellerin (1-20) maliyeti 100 TL iken yarı zamanlı çalışan personellerin (20-57) maliyeti 110 TL'dir. Çalışmada mevcut Covid-19 pandemi süreçlerinden dolayı kalıtsal hastalık durumları da göz önünde bulundurulmaktadır. Bu doğrultuda ziyaretçilerle en çok iç içe olunan bazı görevlerde kronik hastalığı bulunan personeller görevlendirilmeyecek ve temastan mümkün olduğunca kaçınılmaları sağlanacaktır.

Söz konusu görevlerin numaraları; 2, 8, 14 ve 27 şeklindedir. Kronik rahatsızlığı bulunan personeller; 2,4,6,7,8,25 ve 31 şeklindedir.

Çizelge 5.5. Yetkinlik verileri

P No.	D	T	Y	B	DG	TC	YD	C	M	P No.	D	T	Y	B	DG	TC	YD	C	M
1	7	6	7	7	8	7	1	E	100	20	8	8	9	8	5	7	1	K	100
2	6	5	8	6	7	7	1	E	100	21	6	5	8	7	6	6	1	K	110
3	8	6	7	6	7	6	1	E	100	22	7	4	6	5	5	7	1	K	110
4	8	5	7	6	7	7	1	E	100	23	6	3	7	6	5	7	0	K	110
5	7	6	7	7	7	6	1	E	100	24	7	4	8	5	5	6	1	K	110
6	8	8	9	8	8	7	1	E	100	25	7	5	7	5	5	7	1	K	110
7	7	6	7	9	8	7	0	E	100	26	7	3	7	5	5	7	1	K	110
8	6	5	7	6	8	8	1	E	100	27	6	5	4	5	5	6	1	K	110
9	7	8	8	7	8	8	1	E	100	28	6	4	7	5	8	6	1	K	110
10	8	7	8	7	8	7	1	E	100	29	6	1	7	6	8	7	1	K	110
11	7	3	7	9	6	7	0	E	100	30	7	4	8	7	8	7	0	E	110
12	8	4	5	7	6	8	1	E	100	31	5	4	8	7	8	6	1	E	110
13	6	3	8	8	6	7	1	E	100	32	6	4	8	7	8	7	0	E	110
14	8	5	6	9	6	7	0	E	100	33	5	4	7	6	8	7	0	E	110
15	7	5	6	9	6	7	0	E	100	34	8	4	7	6	8	6	1	E	110
16	8	5	7	8	6	7	1	K	100	35	5	4	7	7	8	7	1	E	110
17	7	4	8	7	8	8	0	K	100	36	8	5	7	8	8	7	1	E	110
18	8	8	8	7	8	7	1	K	100	37	6	5	7	7	8	6	1	E	110
19	7	4	9	6	8	6	1	K	100	38	6	4	7	6	8	7	1	E	110

Çizelge 5.5. (devam) Yetkinlik verileri

P. NO	D	T	Y	B	DG	TC	YD	C	M	P. NO	D	T	Y	B	DG	TC	YD	C	M
39	8	8	9	8	5	7	1	K	100	49	6	1	7	6	8	7	1	E	110
40	6	5	8	7	6	6	1	K	110	50	6	2	8	7	7	7	1	E	110
41	7	4	6	5	5	7	1	K	110	51	7	3	8	6	8	6	1	E	110
42	6	3	7	6	5	7	0	K	110	52	8	5	7	7	8	7	0	E	110
43	7	4	8	5	5	6	1	K	110	53	8	2	7	8	9	7	0	E	110
44	7	5	7	5	5	7	1	K	110	54	8	5	8	8	8	6	0	E	110
45	7	3	7	5	5	7	1	K	110	55	8	3	7	8	8	7	1	E	110
46	6	5	4	5	5	6	1	K	110	56	6	4	8	8	7	6	0	E	110
47	6	4	7	5	8	6	1	K	110	57	7	7	7	7	8	7	0	E	110
48	6	1	7	6	8	7	1	K	110										

5.3.3 Matematiksel modelin oluşturulması

Notasyon;

n	: Personel sayısı	n=57
M	: Gün sayısı	m=30
t	: Görev sayısı	t=29
z	: Yetkinlik ve özellik sayısı	z=9
i	: Personel indeksi	i=1,2,...,n.
j	: Gün indeksi	j=1,2,...,m.
K	: Görev indeksi	k=1,...t.
y	: Yetkinlik ve nitelik indeksi	y=1,...z.
D_k	: k. görevin personel ihtiyacı	$\forall k$
F_k	: k. görevin pasif olduğu günler kümesidir	$\forall i$
Y_{iy}	: i. personelin y. Yetkinlik puanı	$\forall i, y$
Min_{ky}	: k. görevin y. yetkinlik minimum puanı	$\forall k, y$
R	: Kronik rahatsızlığı bulunan personel kümesi	
$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{i. personelin j. gün k. göreve atanması durumu} \\ 0, & \text{dd} \end{cases}$		$\forall i, j, k, y$

Modelde yetkinliğin ençoklanması ve maliyetin enazlanması olmak üzere 2 adet hedef bulunmaktadır. Hedeflerin sağ taraf değerleri; yetkinlik için tüm personellerin tüm yetkinlik puanlarının maksimum (9) olması durumu, maliyet için ise tüm personellerin maliyetlerinin minimum (100TL) olması durumu varsayılarak belirlenmiştir. Bu değerler sırası ise H (41688) ve G (77200) şeklindedir. Yetkinlik hedefi “yet” ile gösterilmekte olup pozitif sapma beklenmemektedir. Maliyet hedefi ise “ma” ifadesi ile temsil edilmekte ve negatif sapma beklenmemektedir.

Amaç fonksiyonu

❖ Minimize $yet^- + ma^+$

Sapma Değişkenleri

yet^- : yetkinlik hedefinin negatif sapması

ma^+ : maliyet hedefinin pozitif sapması

Kısıtlar

❖ Talep kısıtı

$$\sum_{i=1}^{57} x_{ijk} = D_k \quad \forall k \text{ \& } \forall j \in m-F_k \quad (5.20)$$

❖ Görevlerin asgari yetkinlik puanına sahip olmayan personel o göreve atanmama kısıtı;

$$Y_{iy} \leq \text{Min}_{ky} \rightarrow \sum_{j=1}^{30} x_{ijk} = 0 \quad \forall i, k, y \quad (5.21)$$

❖ Herhangi bir personelin herhangi bir gün sadece bir işe atanabilme kısıtı;

$$\sum_{k=1}^{29} x_{ijk} \leq 1 \quad \forall i, j \quad (5.22)$$

❖ Hangi Görevlerin hangi günlerde aktif olduğu ile ilgili kısıt;

$$\sum_{i=1}^{57} x_{ijk} = 0 \quad \forall j, k \in F_k \quad (5.23)$$

❖ Bazı görevler için aranan, atanması gereken cinsiyet tipini karşılayan kısıt ;

$$Y_{i8} \leq E \quad \rightarrow \sum_{j=1}^{30} x_{ijk} = 0 \quad \forall i \text{ \& } \forall k \in 5,11,17,20,23,24 \quad (5.24)$$

$$Y_{i8} \leq K \quad \rightarrow \sum_{j=1}^{30} x_{ijk} = 0 \quad \forall i \text{ \& } \forall k \in 1,4,6,7,10,12,13,16,18,19,22 \quad (5.25)$$

- ❖ Covid-19 virüsü önlemleri kapsamında kalıtsal rahatsızlığı bulunan personellerle ilgili bazı görevlere atanmama kısıtı;

$$\sum_{j=1}^{30} x_{ijk} = 0 \quad \forall i \in R, \forall k \in 2,8,14,27 \quad (5.26)$$

Hedef Kısıtları;

Hizmet kalitesinin mümkün olduğunca üst düzeyde olması amacıyla yetkinliklerin ençoklanması ve maliyetlerin enazlanması.

$$\sum_{k=1}^{29} \sum_{i=1}^{57} \sum_{j=1}^{30} (x_{ijk} * Y_{iy}) + yet^- = H \text{ (H Personel yetkinliklerinin en büyük değerini ifade etmektedir.)} \quad (5.27)$$

$$\sum_{k=1}^{29} \sum_{i=1}^{57} \sum_{j=1}^{30} (x_{ijk} * Y_{i9}) - ma^+ = G \text{ (Y}_{i9} \text{ personellerin maliyetlerini ifade etmektedir.)} \quad (5.28)$$

5.3.4. Modelin çözümü ve yorumlanması

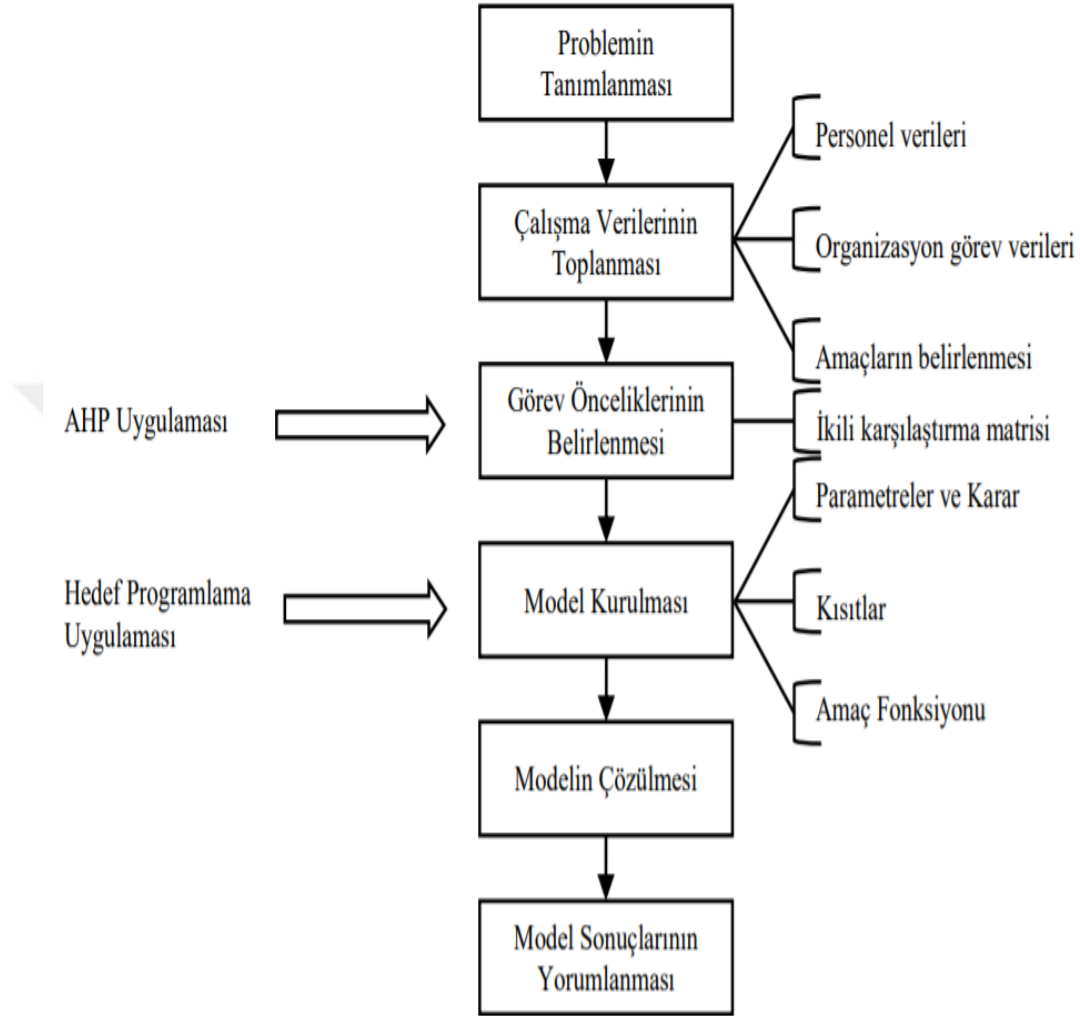
Söz konusu model; 49592 adet karar değişkeninin ve en fazla 3747 adet kısıt bulundurur. Çözümü IBM Ilog Cplex Optimization Studio programı ile yapılmıştır. Kısıt sayısının kesin olarak verilememesinin nedeni bazı kısıtların bir şarta bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. Model çözümü sonucunda yet hedefinde 9906, ma hedefinde 3390 sapma olmak üzere toplam 13296 sapma değeri meydana gelmiştir. Hedef sağ taraf değerlerinin büyüklükleri göz önünde bulundurulduğunda büyük bir sapma meydana gelmemiştir. Personellerin yetkinlikleri de dikkate alınarak, personellerin yetkin oldukları işlere atanması böylece hizmet kalitesinin artması ve olası personel kaynaklı aksaklıkların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca modele sert kısıt olarak eklenmiş; her bir görev için yetkinlikler bazında belirlenen minimum yetkinlik değerleri sayesinde, personellerin yetkin olmadıkları işlere atanmasının önüne geçilmiş olup, hizmet kalitesinin belirli bir seviyede sağlanacağı garanti edilmiştir. Personellerin uygun oldukları görevlere atanması kaliteli bir işin yapılmasına ek olarak personel memnuniyetini de artırmaktadır. Bu durum özellikle organizasyon sektöründe ve müşterilerle direk temasta olunan çalışma tiplerinde son derece önemlidir. Yetkinlik kullanımı maksimizasyonuna ek olarak maliyet minimizasyonu da ele alınmıştır. Ayrıca günümüz pandemi şartlarından dolayı,

personellerin sağlık durumları da dahil edilmiş olup, kronik hastalığı bulunan personellerin müşterilerle temas halinde olduğu işlere atanmamasına özenle dikkat edilmiştir. Model kısıtlara cevap vermiş ve istenen hedefler doğrultusunda personel çizelgeleme çalışması sonuçlandırılmıştır. Ek-3 de atama sonuçları gösterilmiştir.

5.4. Problem-4

Problemdede Kapadokya bölgesinde düzenlenen tanıtım festivalinde görev alacak 84 personelin çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Festivalde dört ana etkinlik bulunmaktadır ve bu etkinlikler günlere göre değişiklik göstermektedir. Festivalde yapılacak her etkinlik için farklı tipte personel ihtiyacı vardır ve farklı yetkinlikler içermektedir. Organizasyonda personellerin atanacağı 6 farklı görev mevcuttur. Bu görevler: Süpervizör (SPV), Bilet Satış (BILETS), INFO, Bilet Kontrol (BILETK), Yönlendirme (YOK) ve Karşılama (KAR) şeklindedir. 15 gün boyunca sürecek olan organizasyon ülke turizmi için büyük önem taşımaktadır. Organizasyonun kaliteli bir hizmet sunarak, personel kaynaklı aksama yaşamadan yürütülmesi temel hedeftir. Bu

hedef doğrultusunda her bir görev için en uygun personellerin atanması amaçlanmaktadır.



Şekil 5.4. Problem-4 akış şeması

5.4.1. Problem tanımı

Türkiye’de bulunan ve dünya çapında talep gören Kapadokya bölgesinde, tanıtım festivali için bir organizasyon düzenlenecektir. Hazırlık ve uygulama bölümü 15 iş günü süren etkinlikle, bölgede yabancı turist sayısının artması amaçlanmaktadır. Turizm sektörü için uluslararası rekabet ve milli kazanç düşünüldüğünde böyle bir organizasyonun beklentileri karşılaması oldukça önemli bir husustur. Etkinlikte 84 personel 6 farklı göreve atanacaktır. Organizasyonda personel kaynaklı herhangi bir aksaklık olmadan verimli bir şekilde yürütülmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda personellerin yetkinliklerine uygun görevlere atanmaları, böylece beklenen hizmetin

aksaklık olmadan sürdürülebilmesi amaçlanmaktadır. Organizasyon; hazırlık ve uygulama olmak üzere 2 bölümden oluşmaktadır. Hazırlık bölümü organizasyon iş akış planlarının oluşturulduğu ve gerekli ekipmanların sağlandığı bölümdür. Bu bölümdeki hazırlıkların süresi 7 gün olarak belirlenmiştir. Uygulama bölümü ise organizasyonun gerçekleştiği kısımdır. Hazırlıkların tamamlanmasının ardından festival birimleri ve ziyaretçileri kabul edebilmektedir. Bu bölüm ise 8 gündür. Bu planlama doğrultusunda görevler farklı çalışma günlerine sahiptir. SPV, BILETS ve INFO görevleri organizasyon boyunca (15 gün) aktif görev alacaklardır. BILETK görevi organizasyonun uygulama bölümü itibariyle aktif görev alacaktır (son 8 gün). YON görevi hazırlık bölümünün son günü ve uygulama bölümünün tamamı olmak üzere son 9 gün hazır bulunacaktır. KAR görevi ise organizasyon uygulama bölümünün başında 3 ve sonunda 1 gün olmak üzere; 7,8,14 ve 15. günler olmak üzere toplam 4 gün aktif görev alacaklardır. Organizasyon için personel ihtiyacı bir insan kaynakları firması aracılığı ile karşılanmıştır. Personellerin her bir görev için yetkinlik puanları da söz konusu firmada görevli proje uzmanından temin edilmiştir. Organizasyon için tanımlanan altı görev önceliklerine göre AHP yöntemi ile ağırlıklandırılır ve günlük yetkinlik puanlarının maksimize edilmesi amaçlanmıştır. 1 uzman ve 2 akademisyen görüşleri ile belirlenen personel yetkinlik puanları Çizelge 5.8.'de gösterilmiştir. Söz konusu uzman insan kaynakları firmasında görev alan iç Anadolu bölge sorumlusu ve akademisyenler personel çizelgeleme konusunda çalışan profesörlerdir.

5.4.2. Problem verileri

Organizasyon için belirlenen görevler ve bu görevler ile ilgili bilgiler Çizelge 5.7. 'de gösterilmiştir. SPV görevinde çalışacak personeller önceden belirlenmiş olup, diğer birimler için personel yetkinliklerine dayalı atama göz önüne alınmıştır. 1, 2, ..., 7 numaralı personel göreve uygunluklarından dolayı SPV görevinde çalışacaklardır. Personellerin (P) yetkinlik verileri bir uzman ve 2 akademisyen görüşleri ile belirlenerek Çizelge 5.7.'de gösterilmiştir. Organizasyon firması yetkilisi uzman ve akademisyenlerin çalışması ile 1-9 puan skalası kullanılarak görevlere göre yetkinlik puanları tablosu oluşturulmuştur.

Çizelge 5.6. Görevler ve talepler

Görev	Görev Tanımı	Personelde Aranan Nitelikler	Talep	Aktif günler
SPV (S)	Her birim için seçilen birim sorumlusu personellerdir.	Tecrübeli, problemleri hızlı çözebilecek proaktif, müşteri ile direk iletişim kurabilecek,	7	Hepsi (15)
BILETS (B1)	Organizasyon özelinde hazırlanan biletlerin satışında görev alacak personellerdir.	Bilgisayar bilgisi iyi, ikna kabiliyeti yüksek, diksiyonu iyi seviyede, yabancı dil bilen	10	Hepsi (15)
INFO (I)	Bilgi almak için gelen kişileri doğru birime yönlendirmek için bulunan personellerdir.	Yönlendirme becerisi yüksek, bilet satışa destek olabilecek, yabancı dil bilen	4	Hepsi (15)
BILETK (B2)	Biletli seyircilerin, giriş alanında biletlerini kod okuyucu cihaz kullanarak içeri girebilmelerini sağlayan personellerdir.	Fiziksel olarak uzun boylu olmak	20	Son 8 gün
YON (Y)	Katılımcılara alanda etkinlik noktalarına yönlendirme yapan personellerdir.	Diksiyonu düzgün, festival Alanına hâkim olan ve planları takip edebilen	35	Son 9 gün
KAR (K)	Aktivitede yer alan konuşmacıların ve sanatçıların havaalanında karşılayıp gerekli yönlendirmeleri yapan personellerdir.	Yabancı dil bilen, Diksiyonu düzgün, Bulunulan bölge hakkında bilgi sahibi (Kapadokya)	8	7,8,14 ve 15. günler

Çizelge 5.7. Yetkinlik verileri

P.NO	S	B1	I	B2	Y	K	P.NO	S	B1	I	B2	Y	K
1	9	9	5	8	9	8	43	2	2	5	3	9	5
2	9	8	8	8	8	9	44	4	3	2	5	9	3
3	8	9	8	7	9	9	45	2	2	3	4	8	5
4	9	8	8	7	8	8	46	3	5	2	5	8	2
5	8	9	8	7	7	7	47	6	3	4	3	9	4
6	8	8	8	8	8	8	48	5	6	2	2	9	3
7	9	8	8	8	9	7	49	1	5	2	5	8	5
8	5	9	3	5	4	4	50	2	2	2	6	9	2
9	4	9	3	7	4	5	51	3	1	3	3	8	5
10	4	8	4	7	7	2	52	4	4	5	2	9	4
11	4	9	4	4	4	3	53	2	2	5	1	9	6
12	3	8	2	5	3	1	54	3	3	4	5	9	4
13	2	8	3	6	4	2	55	5	2	1	5	9	5
14	3	9	3	2	4	4	56	5	5	2	3	9	4
15	3	9	2	3	4	3	57	5	3	3	2	8	4
16	4	9	4	3	5	4	58	4	5	2	5	8	5
17	4	9	4	5	5	4	59	4	2	5	3	9	5
18	5	3	9	5	4	4	60	3	3	3	3	9	4
19	4	2	8	4	5	5	61	2	2	2	5	9	4
20	5	3	9	5	3	3	62	1	5	5	5	9	6
21	5	3	8	5	4	4	63	4	2	4	5	8	5
22	4	3	4	9	5	4	64	5	3	2	3	8	4
23	5	4	2	8	5	5	65	2	2	3	2	9	5
24	4	5	3	9	5	5	66	3	5	5	3	9	6
25	3	3	2	8	5	3	67	1	2	2	5	9	4
26	4	5	4	8	4	5	68	4	3	3	3	9	5
27	4	2	5	9	5	4	69	2	2	5	2	8	6
28	5	1	2	9	5	5	70	1	5	2	5	9	4
29	3	4	3	9	8	3	71	3	2	4	6	8	5
30	6	5	2	9	4	5	72	4	3	2	3	8	6
31	2	3	5	8	5	4	73	1	2	3	2	8	4
32	5	2	6	9	8	5	74	2	5	2	5	9	5
33	3	5	3	8	4	3	75	5	2	5	6	8	3
34	2	6	2	8	5	5	76	3	3	2	3	9	2
35	3	2	5	9	4	4	77	2	1	3	2	3	9
36	6	4	4	9	5	5	78	4	5	5	5	5	8
37	3	2	1	9	4	3	79	5	5	2	6	4	9
38	2	3	7	9	5	4	80	2	3	3	3	2	8
39	1	2	2	8	4	5	81	3	2	5	2	3	9
40	5	5	5	9	5	3	82	4	5	4	5	5	8
41	4	3	3	8	9	5	83	2	4	2	2	4	9
42	3	5	6	2	8	4	84	1	4	3	3	2	8

5.4.3. Görevlerin Önceliklendirilmesi

Organizasyon çalışmasında, personellerin görevlendirileceği 6 adet görev tanımı, Uzman görüşü ile AHP ikili karşılaştırma matrisine tabii tutularak karşılaştırılmıştır. Bu sayede görevlere önem dereceleri doğrultusunda öncelik verilerek daha kaliteli bir hizmet verilmesi amaçlanmaktadır. SPV görevine atanacak personeller belirli olduğu için bu görev ikili karşılaştırılma matrisine dahil edilmemiştir. Bu karşılaştırma ve görevlerin önem ağırlıkları 0-100 puan skalası kullanılarak Çizelge 5.9.'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.8. Önem ağırlıkları

GÖREVLER	INFO	KAR	YON	BILETS	BILETK
INFO	1	2,00	2	3	4
KAR	0,50	1	2	2	4
YON	0,50	0,50	1	3	3
BILETS	0,33	0,50	0,33	1	3
BILETK	0,25	0,25	0,33	0,33	1
Önem Ağırlığı	36	25	20	12	7

5.4.4. Matematiksel modelin oluşturulması

Bu kısımda 84 adet personelin 6 iş özelinde 15 günlük çizelgelemesi ele alınmıştır. Modelde her bir bölümün önem dereceleri ile buna bağlı olarak oransal yetkinlik puanlarının maksimizasyonu amaçlanmıştır.

Notasyon

n : Personel sayısı n=84

m : Gün sayısı m=15

t : Görev sayısı t=6

i : Personel indeksi i=1,2,,n.

j : Gün indeksi j=1,2,,m.

k : Görev indeksi k=1, ...t.

M_{jk} : j. Günde k. görevin personel ihtiyacı $\forall j, k$

F_k : k. görevin pasif olduğu günler kümesidir $\forall k$

Y_{ik} : i. personelin k. Görevdeki yetkinliği $\forall i, k$

C_k : k. görevin hedef yetkinlik değeri (Hedef kısıtı sağ taraf değeri) $\forall \in 2...6$

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{i. personelin j. gün k. göreve atanması durumu} \\ 0, & \text{dd} \end{cases} \quad \forall i, j, k$$

Hedef karar değişkenleri aşağıda gösterilmiştir. Sağ taraf değerleri (C_k), görev alacak her personelin yetkinlik puanları 10'a eşit olması durumu düşünülerek, maksimum şekilde hesaplandığı için (toplam atama sayısı * 10) pozitif sapma durumu beklenmemektedir. Dolayısıyla modelde negatif sapmalar yer almıştır.

- in^- : INFO görevinin negatif yetkinlik sapması
- ka^- : KAR. Görevinin negatif yönde yetkinlik sapması
- yo^- : YON. Görevinin negatif yönde yetkinlik sapması
- bs^- : BILETS. Görevinin negatif yönde yetkinlik sapması
- bk^- : BILETK. Görevinin negatif yönde yetkinlik sapması

Amaç Fonksiyonu

Modelin amaç fonksiyonu aşağıda gösterilmiştir. Modelde kullanılan Sapmaların önem katsayıları ise Çizelge 5.9. 'dan alınmıştır.

$$\text{Minimize } (12 * bs^-) + (36 * in^-) + (7 * bk^-) + (20 * yo^-) + (25 * ka^-)$$

Hedef kısıtları

$$\sum_{i=1}^{84} \sum_{j=1}^{15} (x_{ij2} * Y_{i2}) + bs^- = C_2 \quad (5.29)$$

$$\sum_{i=1}^{84} \sum_{j=1}^{15} (x_{ij3} * Y_{i3}) + in^- = C_3 \quad (5.30)$$

$$\sum_{i=1}^{84} \sum_{j=1}^{15} (x_{ij4} * Y_{i4}) + bk^- = C_4 \quad (5.31)$$

$$\sum_{i=1}^{84} \sum_{j=1}^{15} (x_{ij5} * Y_{i5}) + yo^- = C_5 \quad (5.32)$$

$$\sum_{i=1}^{84} \sum_{j=1}^{15} (x_{ij6} * Y_{i6}) + ka^- = C_6 \quad (5.33)$$

Talep kısıtları

j. gün k. görevde ihtiyaç duyulan sayıda personelin atanmasını garanti eden kısıt.

$$\sum_{i=1}^{84} x_{ijk} = M_{jk} \quad \forall j, k \quad (5.34)$$

1, 2, ..., 7 numaralı personeller her gün SPV görevine atanmalıdır

$$x_{ij1} = 1 \quad i=1 \dots 7, \forall j \quad (5.35)$$

Bir personel bir günde en fazla bir göreve atanabilir.

$$\sum_{k=1}^6 x_{ijk} \leq 1 \quad \forall i, j \quad (5.36)$$

Eğer bir görev ilgili günde yapılmayacak ise o gün için o göreve personel atamasını engelleyen kısıt.

$$\sum_{i=1}^{84} x_{ijk} = 0 \quad \forall k, j \in F_k \quad (5.37)$$

5.4.5. Model çözümü ve yorumlanması

7565 adet karar değişkeninin ve 1452 adet sert kısıtın bulunduğu model IBM Ilog Cplex Optimization Studio programı ile çözülmüştür. Bu çalışmada tüm kısıtlar sağlanırken tüm görevlerin de önem derecelerine göre yetkinlikleri maksimize edilmiştir. Personellerin her görev altındaki puan verileri ve AHP yönteminden elde edilen görevlerin önem puanları da modele dahil edilerek, bir gerçek hayat problemine uygun çözüm üretilmiştir. Organizasyon sektöründe hizmet kalitesin kavramına odaklanan bu çalışmada hizmet kalitesini artırmayı hedeflemektedir. Görevlerin önem sırasını da gözetererek, uzmanlar tarafından belirlenen görevler için daha hassas atama modelini kullanmıştır. Hizmet kalitesinde personel memnuniyetinin önemi de dikkate alınarak personellerin yetkin oldukları işlere atanmasını sağlayan bir model kurulmuştur. Ek olarak bilimsel çalışmanın yürütülmediği bir çizelgeden elde edilen yetkinlik puanları da çözümde verilmiştir. Böylece yapılan çalışmanın önemi daha net bir şekilde anlaşılmaktadır.

Çalışma sonucunda elde edilen önerilen düzende çalışıldığında görevlerin ortalama yetkinlik puanları (GOYP) ve mevcut çalışma düzeninde GOYP karşılaştırılması Çizelge 5.10'de gösterilmiştir. Tablodaki veriler, günlük olarak göreve atanan personellerin yetkinliklerinin toplamının personel sayısına bölümü ile elde edilmiştir. Daha sonra tüm günlerin ortalaması alınmıştır.

Çizelge 5.9 . Karşılaştırma GOYP

Görev	Önerilen Durum GOYP	Mevcut Durum GOYP
S	8,571	8,571
B1	8,700	5,850
I	8,500	5,236
B2	8,500	6,661
Y	8,629	7,500
K	8,500	5,500

Çalışılan bu modelde hedef programlama yöntemiyle sapma minimizasyonu amaçlanmıştır. Ağırlıklandırılmış amaç fonksiyonu ile sapmalar minimize edilmiştir. Manuel atama yapılması sonucunda elde edilen yetkinlik ortalama puanları ile önerilen durum kıyaslandığında, elde edilen puanların farkı açık bir şekilde görülmektedir. Çizelge 5.10'da gösterilen veriler göz önüne alındığında yapılan çalışmanın önemi anlaşılmaktadır. Personellerin yetkinliklerine göre işlere atanması sonucu görevlerdeki başarılı olma durumu artacaktır. Bu şekilde hizmet kalitesi de yükselecek olup, personel kaynaklı aksamaların da önüne geçilebilecektir. Personellerin uygun işlere atanması sonucu personel memnuniyeti de artacaktır. SPV görevine atanacak personeller önceden belirlenmiş olup, yetkinlik puanlarından bir değişiklik görülmedi. Ancak diğer görevlerin atama verileri incelendiğinde kurulan modelin başarılı bir sonuç verdiği anlaşılmaktadır.

6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Hizmet sektöründe artan rekabet ortamında, ön plana çıkmak, başarılı olabilmek, birçok değişkene bağlıdır. Hizmet kalitesi; uygulandığı, içeriği, kapsamı, reklamları, sunumu vb. değerlendirme kriterlerine sahiptir. Bunun yanı sıra kullanıcılar tarafından fiziki hizmet alanları, güvenilirlik, empati kurma ve hevesli olma gibi öznel değerlendirmeleri barındıran kriterler de düşünüldüğünde, söz konusu yapıyı ayakta tutabilmek ve rekabette öne geçebilmek oldukça karmaşık süreçleri barındırdığı görülmektedir. Organizasyon sektörü, hizmet sektörü içinde değerlendirilen günümüzde birçok sektörün hizmet talep ettiği bir sektördür. Hizmet verilen alanlar arttıkça, çeşitlilik ve yeni organizasyon türleri artçı olaylar olarak birbirini takip eden süreçlerdir. Bu durum organizasyon sektöründe yeni problem tanımları oluşturmaktadır. Bu sektörde görev alan personeller için, sürekli gelişim ve ilerleme anlamı taşımaktadır. Organizasyonlar yapısı ile bu durumlara esnek karşılıklar verebildikleri oranda kalkınma sağlayabilmektedir. Talepler değişken ve öznel değerlendirmelere tabii olması, sektörün bilimsel çalışmalar için uygunluğunu kanıtlar niteliktedir.

Türkiye’de profesyonel olarak organizasyon hizmetleri sunan, yenilikçi, vizyon sahibi işletmeler, kazanç hedefleri, hizmet kalitesi hedefleri, kullanıcı ve personel memnuniyeti gibi son derece kritik öneme sahip konularda, gelişim ve değişime açık olmalıdırlar. Bu durum işletmenin geleceği için son derece önemli birtakım kararları etkileyebilmektedir. Sektörde görev alan personeller, sektörün en önemli problem türünü oluşturmaktadır. Planlama birimlerinin hazırladığı çalışma planlarının, hayata geçirilebilmesi ve istenen hizmet seviyesinin kullanıcılara sunulabilmesi, söz konusu uygulamada görev alacak personellerin performansı ile mümkün olmaktadır. Bu durum sürecin ne denli kritik bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Uygulama bölümünde sunulan çalışmalar ışığında sektörde görev alacak personellerin yetkinlik ve göreve uygunluk saptamaları, organizasyon talepleri, personel maliyetleri, personel istekleri büyük ölçüde problemlerde aranan temel veri kaynaklarını oluşturmaktadır. Problem türüne göre çözüm için amaçlar birbirinden ayrılmaktadır. Uygulama bölümünde bu durum dört farklı çalışmada üç farklı amaca uygulanmış olup, sektörün personel çizelgeleme problemlerine yatkınlığı kanıtlar niteliklerdedir. Söz konusu tez çalışması bu problem türlerinde bilimsel yöntemlere ihtiyaç duyulan personel çizelgeleme konusunu konu almaktadır. Birden fazla alternatif ve kritere

sahip olan problemler için, matematiksel modelleme, çok kriterli karar verme, yöneylem araştırması konuları kullanılarak personel atama, çizelgeleme, maliyet en küçüklenmesi, yetkinlik en büyüklenmesi, belirlenen hedeflerden en az sapma amaçları doğrultusunda çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden AHP yöntemi, yöneylem araştırması konularından tamsayı programlama ve hedef programlama yöntemleri tercih edilmiştir.

Söz konusu tez çalışmasında problem içerik ve verileri, sektörde görev alan bir uzman ve iki akademisyen tarafından değerlendirilmeye alınmış olup, manuel atama sonuçları ile kıyaslanmak suretiyle karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışma çözüm sonuçları ışığında problem çözüm süreçlerinin, manuel atama sürecine göre daha az zaman harcadığı saptanmıştır. Personellerin yetkinliklere uygun görevlerde daha başarılı olacağı varsayımı, bu uygulamalar ışığında, sonuç alınan bir durum haline gelmiştir. Organizasyonun bütçe hesaplarının, manuel atama durumlarına göre daha düşük maliyetlerle yönetilebileceği gösterilmiştir. Personel kaynaklı organizasyon sorunlarının, yetkinlik optimizasyonu ile uygulamalı olarak kanıtlanmıştır. Covid-19 pandemi kapsamında personellerin riskleri ve buna benzer bir biçimde ergonomik çalışma koşullarının değerlendirmeye alınarak, personel memnuniyetini artırmak, çalışmanın en kritik faydalarını içermektedir.

Gelecekte yapılacak organizasyon sektöründeki çalışmalarda iş gücü planlamasının yanı sıra sektörün diğer departmanları da dahil edilerek bütünsel bir sistem çalışması için öncül adımlar atılmış olmaktadır. Organizasyon sektöründe ekipman seçim problemleri, araç rotalama, uçuş planlama gibi bilimsel yöntemlerin tercih edildiği birçok problem türü yer almaktadır. Bunların yanı sıra talep tahminleri çalışmalarını da kapsayan uzun dönem planlamaları sektör özelinde oldukça faydalı olacaktır. Kısa vadeli planlama çalışmalarına örnek olarak, yapılan uygulamaların, geliştirilerek, bu sektörde hizmet sunan işletmelerin gelecek dönemleri planlamaları için, orta ve uzun vadede yapılacak genel yatırımlarını değerlendirebilecek detaylı bir uygulama yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Abbink, E., Fischetti, M., Kroon, L., Timmer, G., Vromans, M., Reinventing.Crew Scheduling at Netherlands Railways. *Interfaces*, 35 (5): 393-401,2005.
- Addou, I., Soumis, F., Bechtold-Jacobs. Generalized model for shift scheduling with extraordinary overlap. *Annals of Operations Research*, 155 (1): 177-205, 2007.
- Aickelin, U., Burke, E. K., Li, J. An evolutionary squeaky wheel optimization approach to personnel scheduling. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 13 (2): 433-443, 2009.
- Akbari, M., Zandieh, M., Dorri, B. Scheduling part-time and mixed-skilled workers to maximize employee satisfaction. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 64 (5-8): 1017-1027, 2013.
- Aktürk, M. S., Varlı, E., Eren, T. Tam Gün Vardiyalı ve Özel İzin İstekli Hemşire Çizelgeleme Probleminin Hedef Programlama ile Çözümü. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7 (2): 1-16, 2017.
- Al-Yakoob, S. M., Sherali, H. D. Mixed-integer programming models for an employee scheduling problem with multiple shifts and work locations. *Annals of Operations Research*, 155 (1): 119-142, 2007.
- Al-Yakoob, S. M., Sherali, H. D. A column generation approach for an employee scheduling problem with multiple shifts and work locations. *Journal of the Operational Research Society*, 59 (1): 34-43, 2008.
- Altner, D. S., Rojas, A. C., Servi, L. D. A two-stage stochastic program for multi-shift, multi-analyst, workforce optimization with multiple on-call options. *Journal of Scheduling*, 1-15, 2017.

- Alver, V., Eren, T., Bedir, N., Çetin, S. Ücretli Öğretmenlerin AHS-Hedef Programlama ile Derslere Atama Probleminin Çözümü: Kırıkkale’de Bir Uygulama. *38. Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi, 5-7 Temmuz, İstanbul: 19-20, 2017.*
- Aouni, B. d., Abdelaziz, F. B., Martel, J.-M. Decision-maker's preferences modeling in the stochastic goal programming. *European Journal of Operational Research*, 162 (3): 610-618, 2005.
- Arunraj, N., Maiti, J. Risk-based maintenance policy selection using AHP and goal programming. *Safety science*, 48 (2): 238-247, 2010.
- Association of Turkish Travel Agencies, “Turizm gelirleri,” tursab.or.tr, <https://www.tursab.org.tr/istatistikler-icerik/turizmgeliri>. [Erişim tarihi: 9 Eylül 2020].
- Aykin, T. A composite branch and cut algorithm for optimal shift scheduling with multiple breaks and break windows. *Journal of the Operational Research Society*, 49 (6): 603-615, 1998.
- Azmat, C. S., Hürlimann, T., Widmer, M. Mixed integer programming to schedule a single-shift workforce under annualized hours. *Annals of Operations Research*, 128 (1): 199-215, 2004.
- Bard, J. F., Binici, C., & Desilva, A. H. Staff scheduling at the United States postal service. *Computers & Operations Research*, 30(5), 745-771, 2003.
- Bektur, G. ve Hasgül, S. Kıdem Seviyelerine Göre İşgücü Çizelgeleme Problemi: Hizmet Sektöründe Bir Uygulama, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 385-402, 2013.
- Blöchliger, I. Modeling staff scheduling problems. A tutorial. *European Journal of Operational Research*, 158(3), 533-542, 2004.

- Bourdais, S., Galinier, P., & Pesant, G. Hibiscus: A constraint programming application to staff scheduling in health care. *In International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming* Springer, Berlin, (pp. 153-167), 2003.
- Brunner, J. O., & Edenharter, G. M. Long term staff scheduling of physicians with different experience levels in hospitals using column generation. *Health care management science*, 14(2), 189-202, 2011.
- Bağ, N., Özdemir, N. M., Eren, T. 0-1 Hedef programlama ve ANP yöntemi ile hemşire çizelgeleme problemi çözümü. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 4 (1): 2-6, 2012.
- Bechtold, S. E., Jacobs, L. W, Implicit modeling of flexible break assignments in optimal shift scheduling. *Management Science*, 36 (11): 1339-1351, 1990.
- Bertolini, M., Bevilacqua, M. A. Combined goal programming—AHP approach to maintenance selection problem. *Reliability Engineering & System Safety*, 91 (7): 839-848, 2006.
- Bhatnagar, R., Saddikutti, V., Rajgopalan, A. Contingent manpower planning in a high clock speed industry. *International Journal of Production Research*, 45 (9): 2051-2072, 2007.
- Bhulai, S., Koole, G., Pot, A. Simple methods for shift scheduling in multiskill call centers. *Manufacturing & Service Operations Management*, 10 (3): 411-420, 2008.
- Bittel, Lester *Organize Etme, İşgücü Sağlama ve Eğitim*, MESS Eğitim Vakfı, 1989.
- Blancas, F. J., Caballero, R., González, M., Lozano-Oyola, M., Pérez, F. Goal programming synthetic indicators: An application for sustainable tourism in Andalusian coastal counties. *Ecological Economics*, 69 (11): 2158-2172. 104, 2010.

- Boyer, V., Gendron, B., Rousseau, L.-M. A. Branch-and-price algorithm for the multi-activity multi-task shift scheduling problem. *Journal of Scheduling*, 17 (2): 185-197, 2014.
- Brucker, P., Qu, R., Burke, E. Personnel scheduling: Models and complexity. *European Journal of Operational Research*, 210 (3): 467-473, 2011.
- Brunner, J. O., Bard, J. F., Kolisch, R. Midterm scheduling of physicians with flexible shifts using branch and price. *Iie Transactions*, 43 (2): 84-109, 2011.
- Cai, X., & Li, K. N. A (2000). Genetic algorithm for scheduling staff of mixed skills under multi-criteria. *European Journal of Operational Research*, 125(2), 359-369, 2000.
- Ciancio, C., Laganà, D., Musmanno, R., Santoro, F. An integrated algorithm for shift scheduling problems for local public transport companies. *Omega*, 75: 139-153, 2018.
- Corominas, A., Lusa, A., Olivella, J. A detailed workforce planning model including non-linear dependence of capacity on the size of the staff and cash management. *European Journal of Operational Research*, 216 (2): 445-458, 2012.
- Côté, M.-C., Gendron, B., Rousseau, L.-M. Grammar-based integer programming models for multiactivity shift scheduling. *Management Science*, 57 (1): 151-163, 2011.
- Cuevas, R., Ferrer, J.-C., Klapp, M., Muñoz, J.-C. A mixed integer programming approach to multi-skilled workforce scheduling. *Journal of Scheduling*, 19 (1): 91-106, 2016.
- Cürebal, A., Koçtepe, S., ve Eren, T. Organizasyon firması için COVID-19 pandemi döneminde aylık personel atama ve çizelgeleme probleminin çözümü: bir uygulama. *Journal of Turkish Operations Management*, 4(2), 479-493, 2020a.
- Cürebal, A., Koçtepe, S., ve Eren, T. Tanıtım Festivalinde Personel Çizelgeleme Problemi: Bir Uygulama. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi (GMBD)*, 6(3), 217-229, 2020b.

- Dağdeviren, M., Eren, T. Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 41-52, 2001.
- Dahmen, S., Rekik, M., Soumis, F. An implicit model for multi-activity shift scheduling problems. *Journal of Scheduling*: 1-20, 2017.
- Dantzig, G. B. Letter to the Editör- A comment on Edie's Traffic delays at toll booths. *Journal of the Operations Research Society of America*, 2(3): 339-341, 1954.
- Defraeye, M., Van Nieuwenhuyse, I. A branch-and-bound algorithm for shift scheduling with stochastic nonstationary demand. *Computers & Operations Research*, 65: 149-162, 2016.
- Demirel, B., Yelek, A., Alağaç, H. M., ve Eren, T. ANKARAY Güvenlik Personelinin Vardiya Çizelgeleme Probleminin Hedef Programlama Yöntemi ile Çözümü, *Demiryolu Mühendisliği*, 8,1-17, 2018.
- Dewi, D. S., Septiana, T. Workforce scheduling considering physical and mental workload: A case study of domestic freight forwarding. *Procedia Manufacturing*, 4: 445-453, 2015.
- Di Gaspero, L., Gärtner, J., Kortsarz, G., Musliu, N., Schaerf, A., Slany, W. The minimum shift design problem. *Annals of Operations Research*, 155 (1): 79-105, 2007.
- Di Martinelly, C., Meskens, N. A bi-objective integrated approach to building surgical teams and nurse schedule rosters to maximise surgical team affinities and minimise nurses' idle time. *International Journal of Production Economics*, 191: 323-334, 2017.
- EL-Rifai, O., Garaix, T., Augusto, V., Xie, X. A stochastic optimization model for shift scheduling in emergency departments. *Health Care Management Science*, 18 (3): 289-302, 2015.

- Emmons, H., Burns, R.N. Off-day scheduling with hierarchical worker categories. *Operations Research*, 39: 484-495, 1991.
- Erdoğan, G., Erkut, E., Ingolfsson, A., Laporte, G. Scheduling ambulance crews for maximum coverage. *Journal of the Operational Research Society*, 61 (4): 543-550, 2010.
- Ernst, A. T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M., & Sier, D. Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. *European journal of operational research*, 153(1), 3-27, 2004.
- Eren, T., Koçtepe, S., Cürebal, A. Hedef programlama yöntemi ile Akaryakıt istasyonları tanıtımı için Personel çizelgeleme problemi *Journal of Polytechnic*, in press 2021.
- Excoffier, M., Gicquel, C., Jouini, O. A joint chance-constrained programming approach for call center workforce scheduling under uncertain call arrival forecasts. *Computers & Industrial Engineering*, 96: 16-30, 2016.
- Fowler, J. W., Wirojanagud, P., Gel, E. S. Heuristics for workforce planning with worker differences. *European Journal of Operational Research*, 190 (3): 724-740, 2008.
- Froger, A., Gendreau, M., Mendoza, J. E., Pinson, E., Rousseau, L.-M. A branch-and-check approach for a wind turbine maintenance scheduling problem. *Computers & Operations Research*, 88: 117-136, 2017.
- Gür, Ş., Hamurcu, M., Eren, T. Using analytic network process and goal programming methods for project selection in the public institution. *Les Cahiers du MECAS*, 13: 36-51, 2016.
- Hadwan, M., Ayob, M. B. An exploration study of nurse rostering practice at Hospital Universiti Kebangsaan Malaysia. *Data Mining and Optimization*, 2nd Conference on, 100-107, 2009.

- Henderson, W. B., Berry, W. L., Heuristic methods for telephone operator shift scheduling: An experimental analysis. *Management Science* 22 (12): 1372-1380, 1976.
- Hertz, A., Lahrichi, N., Widmer, M., A flexible MILP model for multiple-shift workforce planning under annualized hours. *European Journal of Operational Research*, 200 (3): 860-873, 2010.
- Hojati, M., Patil, A. S., An integer linear programming-based heuristic for scheduling heterogeneous, part-time service employees. *European Journal of Operational Research*, 209 (1): 37-50, 2011.
- Hung, R., Scheduling a workforce under annualized hours. *International Journal of Production Research*, 37 (11): 2419-2427, 1999.
- Jennings, M. G., Shah, N. Workforce planning and technology installation optimisation for utilities. *Computers & Industrial Engineering*, 67: 72-81, 2014.
- Jones, D., & Tamiz, M. Practical goal programming (Vol. 141). *New York: Springer*, 2010.
- Kabak, Ö., Ülengin, F., Aktaş, E., Önsel, Ş., Topcu, Y. I. Efficient shift scheduling in the retail sector through two-stage optimization. *European Journal of Operational Research*, 184 (1): 76-90, 2008.
- Kaçmaz, S., Alakaş H.M. and Eren, T. Ergonomic Staff Scheduling Problem with Goal Programming in Glass Industry, *Journal of Turkish Operations Management*, 4 (1), 369-377, 2020.
- Karpak, B., Kumcu, E., Kasuganti, R. An application of visual interactive goal programming: a case in vendor selection decisions. *Journal of Multicriteria Decision Analysis*, 8 (2): 93, 1999.
- Karsak, E. E., Sozer, S., Alptekin, S. E. Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach. *Computers & Industrial Engineering*, 44 (1): 171-190, 2003.

- Kaygısız, N., Girginer, N. ve Kaygısız, Z. İstatistiksel Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Birlikte Kullanımı. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (1), 211-233, 2009.
- Knust, S., Schumacher, E. Shift scheduling for tank trucks. *Omega*, 39 (5): 513-521, 2011.
- Koçtepe, S., Bedir, N., Gür, Ş., ve Eren, T. Organizasyon görevlileri için personel çizelgeleme probleminin 0-1 tam sayılı programlama ile çözümü. *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 2(1), 25-46, 2018.
- Koçtepe, S., Alakaş, H.M., Gür, Ş., ve Eren, T. Basketbol Karşılaşmasında Görevli Organizasyon Personellerinin 0-1 Tam Sayılı Programlama Yöntemi ile Çizelgelenmesi. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 44-53, 2019.
- Kongar, E., Gupta, S. M. Goal programming approach to the remanufacturing supply-chain model. *International Society for Optics and Photonics*, 4193: 167-179. 2008.
- Koubâa, M., Dhouib, S., Dhouib, D., El Mhamedi, A. Truck Driver Scheduling Problem: Literature Review. *IFAC-PapersOnLine*, 49 (12): 1950-1955, 2016.
- Kumar, M., Vrat, P., Shankar, R., A fuzzy goal programming approach for vendor selection problem in a supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 46 (1): 69-85, 2004.
- Labidi, M., Mrad, M., Gharbi, A. & Louly, M.A. Scheduling IT Staff at a Bank: A Mathematical Programming Approach. *The Scientific World Journal*, Article, 2014.
- Laporte, G., Pesant, G. A general multi-shift scheduling system. *Journal of the Operational Research Society*, 55 (11): 1208-1217, 2004.
- Lau, H., Woo, S., Choi, C. Manpower allocation and shift scheduling using human performance simulation. *IFAC Proceedings Volumes*, 39 (3): 181-186, 2006.

- Li, C., Smet, P., & De, P. Hierarchical constraints and their applications in staff scheduling problems. *In Proceedings of the 13th International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling (PATAT 2020)* (pp 24-33), 2020.
- Lilly, M., Emovon, I., Ogaji, S., Probert, S. Four-day service-staff work-week in order to complete maintenance operations more effectively in a Nigerian power-generating station. *Applied energy*, 84 (10): 1044-1055, 2007.
- Marchesi, J. F., Hamacher, S. & Fleck, J. L. A stochastic programming approach to the physician staffing and scheduling problem. *Computers & Industrial Engineering*, 142, 106-281, 2020.
- Matsumoto, R., Yamada, T., Kuo, Y. H., & Takanokura, M. Rehabilitation staff scheduling in senior daytime care facility with feeling of physical/mental workloads and movements. *Journal of Advanced Mechanical Design Systems, and Manufacturing*, 14(5), 2020.
- Mattia, S., Rossi, F., Servilio, M., Smriglio, S. Staffing and scheduling flexible call centers by two-stage robust optimization. *Omega*, 72: 25-37, 2017.
- Mohan, S. Scheduling part-time personnel with availability restrictions and preferences to maximize employee satisfaction. *Mathematical and Computer Modelling*, 48 (11-12): 1806-1813, 2008.
- Musliu, N., Schaerf, A., Slany, W. Local search for shift design. *European Journal of Operational Research*, 153 (1): 51-64, 2004.
- Narasimhan, R., An algorithm for single shift scheduling of hierarchical workforce. *European Journal of Operational Research*, 96 (1): 113-121, 1997.
- Özcan, E.C., Danişan, T., Eren, T. A hybrid model proposal for maintenance scheduling in hydropower plants, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(4): 1815-1827, 2020.

- Özder, E. H., Varlı, E., Eren, T. Hedef Programlama Yaklaşımı ile Temizlik Personeli Çizelgeleme Problemi İçin Bir Model Önerisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (2): 114-127, 2017.
- Özder, E., Özcan, E. & Eren, T. Staff task-based shift scheduling solution with an ANP and goal programming method in a natural gas combined cycle power plant. *Mathematics*, 7(2), 192, 2019.
- Özder, E.H., Özcan, E.C., Eren, T. Sustainable Personnel Scheduling Supported by an Artificial Neural Network Model in a Natural Gas Combined Cycle Power Plant, *International Journal of Energy Research*, 44: 7525-547, 2020.
- Öztürkoğlu, Y. & Çalışkan, F. Hemşire Çizelgelemede Esnek Vardiya Planlaması ve Hastane Uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16: 115-133, 2014.
- Perçin, S. An application of the integrated AHP-PGP model in supplier selection. *Measuring Business Excellence*, 10 (4): 34-49, 2006.
- Pınarbaşı, M., & Alakaş, H. M. Personel Görev Çizelgeleme Problemi İçin Bir Excel Çözücü Modeli: Orta Gerilim Sigorta Üretimi Uygulaması. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 12(2), 729-744, 2020.
- Polat, G. Subcontractor selection using the integration of the AHP and PROMETHEE methods. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22 (8): 1042-1054, 2016.
- Rahimian, E., Akartunalı, K., Levine, J. A hybrid integer and constraint programming approach to solve nurse rostering problems. *Computers & Operations Research*, 82: 83-94, 2017.
- Restrepo, M. I., Lozano, L., Medaglia, A. L. Constrained network-based column generation for the multi-activity shift scheduling problem. *International Journal of Production Economics*, 140 (1): 466-472, 2012.

- Saaty, T. L. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation. New York: McGraw, 281, 1980.
- Sabar, M., Montreuil, B., Frayret, J.-M., A multi-agent-based approach for personnel scheduling in assembly centers. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 22 (7): 1080-1088, 2009.
- Sadeghi, M., Hajiagha, S. H. R., Hashemi, S. S. A fuzzy grey goal programming approach for aggregate production planning. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 64 (9-12): 1715-1727, 2013.
- Sadjadi, S., Soltani, R., Izadkhah, M., Saberian, F., Darayi, M. A new nonlinear stochastic staff scheduling model. *Scientia Iranica*, 18 (3): 699-710, 2011.
- Sagnak, M., Kazancoglu, Y. Shift scheduling with fuzzy logic: an application with an integer programming model. *Procedia Economics and Finance*, 26: 827-832, 2015.
- Schrijver, Alexander , *Theory of Linear and Integer Programming* , Wiley, 1998.
- Schulze, M., Zimmermann, J. Staff and machine shift scheduling in a German potash mine. *Journal of Scheduling*, 20: 635-656, 2017.
- Shahnazari-Shahrezaei, P., Tavakkoli-Moghaddam, R., Kazemipoor, H., Solving A. New fuzzy multi-objective model for a multi-skilled manpower scheduling problem by particle swarm optimization and elite tabu search. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 64: 1517-1540, 2013.
- Shiau, J. Y., Huang, M. K., & Huang, C. Y. A Hybrid Personnel Scheduling Model for Staff Rostering Problems. *Mathematics*, 8(10), 1702, 2020.
- Smalley, H. K., Keskinocak, P. Automated medical resident rotation and shift scheduling to ensure quality resident education and patient care. *Health care Management Science*, 19 (1): 66-88, 2016.

- Stolletz, R., Brunner, J. O. Fair optimization of fortnightly physician schedules with flexible shifts. *European Journal of Operational Research*, 219 (3): 622-629, 2012.
- Sungur, B., Özgüven, C., Kariper, Y. Shift scheduling with break windows, ideal break periods, and ideal waiting times. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, 29 (2): 203-222, 2017.
- Şahiner, M., Aktürk, M. S., Ünlüsoy, S., Bedir, N., Varlı, E. Hemşire Çizelgeleme İçin Model Önerisi: Örnek Uygulama. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6 (2): 62-77, 2017.
- Taha A. H. *Yöneylem Araştırması*. Literatür Yayıncılık, Türkiye, 2015.
- Tamiz, M., Azmi, R. A., Jones, D. F. On selecting portfolio of international mutual funds using goal programming with extended factors. *European Journal of Operational Research*, 226 (3): 560-576, 2013.
- Taş, M., Özlemiş, Ş. N., Hamurcu, M., Eren, T. Analitik hiyerarşi prosesi ve hedef programlama karma modeli kullanılarak monoray projelerinin seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2 (2): 24-34, 2017.
- Techawiboonwong, A., Yenradee, P., Das, S. K. A master scheduling model with skilled and unskilled temporary workers. *International Journal of Production Economics*, 103 (2): 798-809, 2006.
- Telhada, J. Alternative MIP formulations for an integrated shift scheduling and task assignment problem. *Discrete Applied Mathematics*, 164: 328-343, 2014.
- Topaloglu, S. A shift scheduling model for employees with different seniority levels and an application in healthcare. *European Journal of Operational Research*, 198 (3): 943-957, 2009.

Tosun, M., Geyik, O., Bedir, N., Eren, T. Personel Çizelgeleme Probleminin Hedef Programlama ile Çözümü: Akaryakıt İstasyonunda Bir Uygulama. *1. Uluslararası Ekonomi, Finans ve Ekonometri Öğrenci Sempozyumu*, 17-18 Mayıs, Sakarya, 577-587, 2017.

Turgay, S., Taşkın, H. Fuzzy goal programming for health-care organization. *Computers & Industrial Engineering*, 86: 14-21, 2015.

Türkçe Sözlük, Cilt I, Türk Dil Kurumu Yayınları, Ankara 1998, s. 747.

Uçakcıoğlu, B., Eren, T. Hava Savunma Sanayinde Yatırım Projelerinin Çok Ölçütlü Karar Verme ve Hedef Programlama ile Seçimi. *Journal of Aviation*, 1 (2): 39-63, 2017.

Uslu, B., Bedir, N., Gür, Ş., Eren, T. 0-1 Hedef Programlama Yöntemi ile Hemşire Çizelgeleme Probleminin Çözümü. *1. Ulusal Sağlık Yöneticileri Kongresi, İstanbul, 14-15 Aralık 2017*.

Ünal, F. M. & Eren, T. Hedef Programlama ile Nöbet Çizelgeleme Probleminin Çözümü. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4 (1): 28-37, 2016.

Van de Vrugt, N., Luen-English, S., Bastiaansen, W., Kleinluchtenbeld, S., Lardinois, W., Pots, M., . . . Boucherie, R. J. Integrated scheduling of tasks and gynecologists to improve patient appointment scheduling; a case study. *Operations research for health care*, 16: 10-19, 2018.

Van den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E., De Boeck, L. Personnel scheduling: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 226 (3): 367-385, 2013.

Van Hecke, T. Shift Scheduling With Optimized Service Levels And Employee Satisfaction. *Mathematical Scientist*, 36 (2): 89-94, 2011.

- Van Veldhoven, S., Post, G., van der Veen, E., Curtois, T. An assessment of a days off decomposition approach to personnel shift scheduling. *Annals of Operations Research*, 239 (1): 207-223, 2016.
- Varlı, E., Alağaç, H. M., Eren, T., Özder, E. Goal Programming Solution of the Examiner Assignment Problem. *Bilge International Journal Of Science And Technology Research*, 105-118, 2017a.
- Varlı, E. & Eren, T. Hemşire Çizelgeleme Problemi ve Hastanede Bir Uygulama. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5 (1): 34-40, 2017.
- Varlı, E., Ergişi, B. & Eren, T. Özel Kısıtlı Hemşire Çizelgeleme Problemi: Hedef Programlama Yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (0) 49: 189-206, 2017b.
- Vermuyten, H., Rosa, J. N., Marques, I., Belien, J. & Barbosa-Póvoa, A. Integrated staff scheduling at a medical emergency service: An optimisation approach. *Expert systems with applications*, 112, 62-76, 2018.
- Volland, J., Fügener, A., Brunner, J. O. A column generation approach for the integrated shift and task scheduling problem of logistics assistants in hospitals. *European Journal of Operational Research*, 260 (1): 316-334, 2017.
- Wang, J., Zhao, R., Tang, W. Fuzzy programming models for vendor selection problem in a supply chain. *Tsinghua Science & Technology*, 13 (1):106-111, 2008.
- Wang, S., Zhu, S. On fuzzy portfolio selection problems. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 1 (4): 361-377, 2002.
- Wongwien, T., Nanthavanij, S. Ergonomic Workforce Scheduling for Noisy Workstations with Single or Multiple Workers per Workstation. *International Journal of the Computer*, 20 (3): 34-39, 2012a.

Wongwien, T., Nanthavanij, S. Ergonomic workforce scheduling under complex worker limitation and task requirements: Mathematical model and approximation procedure. *Songklanakarın Journal of Science & Technology*, 34 (5): 541-549, 2012b.

Yelek, A., Demirel B., Alağaş, H.M., ve Eren, T. Kısmi Zamanlı alışan Personellerin izelgelenmesi: Kırıkkale Üniversitesi Merkez Ktphanesi rneği, *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (2), 313-330, 2018.

Zarandi, M. H. F., Sisakht, A. H., Davari, S. Design of a closed-loop supply chain (CLSC) model using an interactive fuzzy goal programming. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 56 (5-8), 809-821, 2011.



EKLER

EK-1

Problem-1 sonuçları

Personel No	Gün	Vardiya	Görev
1, 2, ... 10	1,2,..7	S-A	1
11, 12, ... 17	2,3,..7	S-A	2
18, 19, ... 25	2,3,..7	S-A	3
26,27,28	2,3,..7	S	4
29, 30, ...43	3,4,..7	S	5
44, 45, ... 50	3,4,..7	S	6
51, 52, ... 55	1,2,..7	S	7
56,57,58	3,4,..7	S-A	8
59, 60, ... 67	3,4,..7	S	9
68, 69, ... 77	5,6,7	A	10
78,79,80	4,5,6	S	11

EK-2

Problem-2 sonuçları

P.N.	1. GÜN		2. GÜN		P.N.	1. GÜN		2. GÜN		P.N.	1. GÜN		2. GÜN	
1	S	A	S	A	41			G6	G6	81	G7	G7	G7	G7
2	G1	G1	G1	G1	42			G6	G6	82	G7	G7	G7	G7
3	G1	G1	G1	G1	43			G6	G6	83	G7	G7	G7	G7
4	G1	G1	G1	G1	44			G6	G6	84	G7	G7	G7	G7
5	G1	G1	G1	G1	45			G6	G6	85	G7	G7	G7	G7
6	G1	G1	G1	G1	46			G6	G6	86				G8
7	G1	G1	G1	G1	47			G6	G6	87				G8
8	G1	G1	G1	G1	48			G6	G6	88				G8
9		G2		G2	49			G6	G6	89				G8
10		G2		G2	50			G6	G6	90				G8
11		G2		G2	51			G6	G6	91				G8
12		G2		G2	52			G6	G6	92				G8
13		G2		G2	53			G6	G6	93				G8
14		G2		G2	54			G6	G6	94				G8
15		G2		G2	55			G6	G6	95				G8
16		G2		G2	56			G6	G6	96				G9
17	G3	G3	G3	G3	57			G6	G6	97				G9
18	G3	G3	G3	G3	58			G6	G6	98				G9
19	G3	G3	G3	G3	59			G6	G6	99				G9
20	G3	G3	G3	G3	60			G6	G6	100				G9
21			G4	G4	61			G6	G6	101				G9
22			G4	G4	62			G6	G6	102				G9
23			G4	G4	63			G6	G6	103				G9
24			G4	G4	64			G6	G6	104				G9
25			G4	G4	65			G6	G6	105				G9
26			G5	G5	66			G6	G6	106				G9
27			G5	G5	67			G6	G6	107				G9
28			G5	G5	68			G6	G6	108				G9
29			G5	G5	69			G6	G6	109				G9
30			G5	G5	70			G6	G6	110				G9
31			G6	G6	71			G6	G6	111				G9
32			G6	G6	72			G6	G6	112				G9
33			G6	G6	73			G6	G6	113				G9
34			G6	G6	74			G6	G6	114				G9
35			G6	G6	75			G6	G6	115				G9
36			G6	G6	76	G7	G7	G7	G7	116				G9
37			G6	G6	77	G7	G7	G7	G7	117				G9
38			G6	G6	78	G7	G7	G7	G7	118				G9
39			G6	G6	79	G7	G7	G7	G7	119				G9
40			G6	G6	80	G7	G7	G7	G7	120				G9

G1=Supervizor, G2=İNFÖ, G3=TEKNİK, G4=HOSTES, G5=HOST, G6=YÖNLENDİRME, P.N. =Personel numarası

EK-3

Problem-3 sonuçlar

P/ G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	4	4	4	3	3	3	3	3	3	1/4	1/4	1/6	1/6		19	19	19	19	19	19	19	19	19				28	28	28	25	
2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1/6	1/6	1/5	1/5													26	25	25	26		
3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	1/6	1/6	1/4	1/4													28	28	28	22		
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1/0	1/0	1/3	1/3													25	28	28	28		
5	3	3	3	4	4	4	4	4	4	1/6	1/6	1/4	1/4													28	28	28	26		
6	3	3	3	4	4	4	4	4	4	1/5	1/5	1/6	1/6		19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	22	22	28	28	28	22	
7			1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/6	1/6	1/6	1/6		19	19	19	19	19	19	19	19	19	22	22	22	22	22	22	22	
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1/0	1/0	1/6	1/6													25	25	25	25		
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1/0	1/0	1/5	1/5		21	21	21	21	21	21	21	21	21	22	22	28	28	28	28	22	
10	3	3	3	4	4	4	4	4	4	1/0	1/0	1/6	1/6		19	19	19	19	19	19	19	19	19	22	22	28	26	26	28	22	
11			7	7	7	7	7	7	7	1/8	1/8	1/3	1/3													29	29	29	29		
12	2	2	2	4	4	4	4	4	4	1/5	1/5	1/5	1/5													28	28	28	28		
13	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1/3	1/3	1/8	1/8													29	29	29	29		
14			9	9	9	9	9	9	9	1/6	1/6	1/5	1/5													22	22	22	22		
15			1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/0	1/6	1/6	1/6	1/6													27	22	22	27		
16	5	5	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/5	1/5	1/7	1/7		20	20	20	20	20	20	20	20	20	24	24	24	24	24	24	24	
17			1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/7	1/7	1/7	1/7		20	20	20	20	20	20	20	20	20	23	23	23	23	23	23	23	
18	5	5	5	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/7	1/7	1/7	1/7		20	20	20	20	20	20	20	20	20	24	24	24	24	24	24	24	
19	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1/7	1/7	1/4	1/4											23	23	28	28	28	28	23	
20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1/7	1/7	1/7	1/7		20	20	20	20	20	20	20	20	20	24	24	24	24	24	24	24	
21	5	5	5	3	3	3	3	3	3	1/1	1/1															25	23	23	23		
22			2	2	2	2	2	2	2																						
23																															
24			5	5	5	5	5	5	5																	27	27	27	28		
25	2	2	2	5	5	5	5	5	5																	28	28	28	28		
26																															
27																															
28			2	2	2	2	2	2	2																	27	27	27	27		

EK-3 (devam)

P/G	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
30																										29	29					
31																											29	29	29	29		
32	2	2	2	5	5	5	5	5	5	11	11													24	24	24	24	24	24	24		
33	5	5	5	5	5	5	5	5	5	11	11														23		23	25	25	25	23	
34																											29	29	29	29		
35				11	11	11	11	11	11	11	11														23	23	23	23	23	23	23	
36																											29	29	29	29		
37				9	9	9	9	9	9	15	15															23	23	23	23	23	23	
38																											29	29	29	29		
39																											29	29	29	29		
40				10	10	10	10	10	10	10	10																27	27	27	27		
41	6	6	6	1	1	1	1	1	1																		27	27	27	27		
42				10	10	10	10	10	10	9	9																	22	22	22	27	
43																												27	27	27	27	
44	4	4	4	8	8	8	8	8	8	9	9																28	25	25	28		
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1																			27	27	27	27	
46	4	4	4	4	4	4	4	4	4	14	14																	25	28	28	28	
47	4	4	4	2	2	2	2	2	2	9	9																	26	26	26	25	
48	2	2	2	2	2	2	2	2	2	8	8																	25	25	25	25	
49																																
50																																
51	6	6	6	6	6	6	6	6	6																					29	29	
52				9	9	9	9	9	9	8	8																	27	27	27	27	
53				12	12	12	12	12	12	7	7																	29	29	29	29	
54				8	8	8	8	8	8	14	14																	27	27	27	27	
55	1	1	1	6	6	6	6	6	6	13	13																	29	29	29	29	
56				10	10	10	10	10	10	8	8																	27	22	22	27	
57				8	8	8	8	8	8	12	12																	27	27	27	27	

EK-4

Problem-4 sonuçları

<i>P</i>	<i>GÖ</i>	<i>GÜN</i>	<i>P</i>	<i>GÖ</i>	<i>GÜN</i>	<i>P</i>	<i>GÖ</i>	<i>GÜN</i>	<i>P</i>	<i>GÖ</i>	<i>GÜN</i>
1	S	1-15	22	B2	8-15	43	Y	7-15	64	Y	7-15
2	S	1-15	23	B2	8-15	44	Y	7-15	65	Y	7-15
3	S	1-15	24	B2	8-15	45	Y	7-15	66	Y	7-15
4	S	1-15	25	B2	8-15	46	Y	7-15	67	Y	7-15
5	S	1-15	26	B2	8-15	47	Y	7-15	68	Y	7-15
6	S	1-15	27	B2	8-15	48	Y	7-15	69	Y	7-15
7	S	1-15	28	B2	8-15	49	Y	7-15	70	Y	7-15
8	B1	1-15	29	B2	8-15	50	Y	7-15	71	Y	7-15
9	B1	1-15	30	B2	8-15	51	Y	7-15	72	Y	7-15
10	B1	1-15	31	B2	8-15	52	Y	7-15	73	Y	7-15
11	B1	1-15	32	B2	7-15	53	Y	7-15	74	Y	7-15
12	B1	1-15	33	B2	8-15	54	Y	7-15	75	B2	8-15
13	B1	1-15	34	B2	8-15	55	Y	7-15	76	Y	7-15
14	B1	1-15	35	B2	8-15	56	Y	7-15	77	K	7,8,14,15
15	B1	1-15	36	B2	8-15	57	Y	7-15	78	K	7,8,14,15
16	B1	1-15	37	B2	8-15	58	Y	7-15	79	K	7,8,14,15
17	B1	1-15	38	B2	8-15	59	Y	7-15	80	K	7,8,14,15
18	I	1-15	39	B2	8-15	60	Y	7-15	81	K	7,8,14,15
19	I	1-15	40	B2	8-15	61	Y	7-15	82	K	7,8,14,15
20	I	1-15	41	Y	7-15	62	Y	7-15	83	K	7,8,14,15
21	I	1-15	42	Y	7-15	63	Y	7-15	84	K	7,8,14,15

S= SPV, BİLET SATIŞ= B1, İNFO=I, YÖNLENDİRME=Y,
BİLET KONTROL=B2, KARŞILAMA=K, P=PERSONEL, GÖ=GÖREV

1-15 = 1. Gün başlar, 15. güne kadar görev alır.
7,8,14,15= 7.,8.,14. ve 15. günler görev alır.

