
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

BİR KAMU KURUMUNDA GÖREV YAPAN DENETİM GÖREVLİLERİ İÇİN GÖREV ATAMA PROBLEMİ VE ÇÖZÜMÜ

Songül SÖZEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKİM 2017

Songül SÖZEN tarafından hazırlanan "BİR KAMU KURUMUNDA GÖREV YAPAN DENETİM GÖREVLİLERİ İÇİN GÖREV ATAMA PROBLEMİ VE ÇÖZÜMÜ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Feyzan ARIKAN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum .....

Başkan: Y. Doç. Dr. Murat ARIKAN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum .....

Üye: Y. Doç. Dr. Ayyüce A. KARADAĞ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Çankaya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum .....

Tez Savunma Tarihi: 10/10/2017

Danışmanı tarafından kabul edilen bu çalışmanın Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Songül SÖZEN

10/10/2017

BİR KAMU KURUMUNDA GÖREV YAPAN DENETİM GÖREVLİLERİ İÇİN GÖREV ATAMA PROBLEMİ VE ÇÖZÜMÜ

(Yüksek Lisans Tezi)

Songül SÖZEN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ekim 2017

ÖZET

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'na bağlı iş müfettişleri, iş sağlığı ve güvenliği kapsamında genellikle en az iki kişiden oluşan heyetler halinde işyerlerinde programlı teftişler yapmaktadırlar. Denetim görevinin sistemli ve planlı olarak yürütülmesi ancak görev dağılımındaki sosyal ve fiziksel dengenin sağlanması ile mümkündür. Bu nedenle, bu çalışmada iş müfettişleri arasındaki görev dağılımının en etkin çözümü amaçlanmıştır. Bu amaç dahilinde 2014 yılında yürütülen Mineral Ürünlerin İmalatında İş Sağlığı ve Güvenliği Programlı Teftişleri dikkate alınarak, problemin çözümü için, iki aşamalı hedef programlama yaklaşımı önerilmiştir. İlk aşamada, bir yıllık planlama dönemi içerisinde; hangi heyetin, hangi dönemde, hangi ile (şehre) denetime gideceğini belirlemek üzere bir model önerilmiştir. Modelin amaç fonksiyonu; heyetlerin dönemlik il tercihleri ve illerin merkeze olan mesafeleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. İkinci aşamada, ilk aşamada elde edilen heyet-dönem-il atama sonuçları ile illerdeki işyerleri arasında atamayı çalışan sayısı bazında dengeleyen bir başka model önerilmiştir. Modellere ait optimal çözümler GAMS programlama paketi ile elde edilmiştir. Elde edilen görev ataması ile uygulanan programlı teftiş görev dağılımı karşılaştırılmıştır. Önerilen yaklaşım ile elde edilen çözümün, müfettişlerin tercihlerini dikkate alarak insan unsuruna önem verdiği ve ayrıca görev yeri için kat edilecek mesafe ile denetlenecek işyeri çalışan sayısını dikkate alarak sosyal ve fiziksel dengeyi sağlayan etkin bir görev dağılımını temin ettiği gözlenmiştir.Bu çalışma, gerek ele alınan problem gerekse önerilen yöntem açısından, programlı teftişler için bilimsel bir planlama çalışması olması ile literatüre katkı sağlamaktadır. Ayrıca her yıl gerçekleştirilmesi gerekli farklı sektörlerde pek çok programlı teftişin planlamasına örnek teşkil edecek bir pilot çalışma niteliğinde olması bakımından özel önem arz etmektedir.

Bilim Kodu	:	90602
Anahtar Kelimeler	:	Görev atama, hedef programlama, matematiksel model, müfettiş, teftiş, denetim
Sayfa Adedi	:	137
Danışman	:	Doç. Dr. Feyzan ARIKAN

AUDIT OFFICER-TASK ASSIGNMENT PROBLEM IN A PUBLIC ORGANIZATION AND ITS SOLUTION

(M. Sc. Thesis)

Songül SÖZEN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

October 2017

ABSTRACT

Labor inspectors affiliated to the T.C. Ministry of Labor and Social Security Labor Inspection Board inspect workplaces in terms of occupational health and safety programmed inspections, usually consisting of committees of at least two people. It is only possible to carry out the audit duties systematically and in a planned manner by ensuring the social and physical balance of duties. For this reason, obtaining the most effective task distribution among the labor inspectors is aimed in this study. For this purpose, a two-stage goal programming approach has been proposed for solving the audit officer task assignment problem by considering the occupational health and safety programmed inspections for Mineral Products in the year 2014. In the first phase, within a one year planning period; a mathematical model has been proposed to determine which committee will be assigned in which city and in which period. The objective function of the model is formed by taking into account the preferences of the committees for the cities and the distances of the cities from the capital city center. In the second stage, another model is proposed to assign workplaces to the commitee-period-city assignments obtained in the first stage. The model balances the assignment of duties in terms of the employee number in the workplaces. Optimal solutions for both models were obtained by GAMS programming package. The task assignment based on the obtained solutions and the previously implemented task schedule were compared. It has been observed that the solution obtained by the proposed approach gives an efficient distribution of tasks that provides social and physical balance by taking into consideration the preferences of the inspectors and paying attention to the human factor and taking into account the distance covered by the work place and the number of the workplace employees to be audited. This study contributes to the literature by the fact that the problem addressed is a scientific planning study for programmed inspections in terms of the proposed method. It has also a particular significance in that it is a pilot study that will set an example for the planning of many other programmed inspections in different sectors that need to be carried out every year.

Science Code	:	90602
Key Words	:	Assignment problem, goal programming, task assignment, mathematical modelling, inspector, inspection, audit
Page Number	:	137
Supervisor	:	Assoc. Prof. Dr. Feyzan ARIKAN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım boyunca değerli bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan kıymetli hocam Doç. Dr. Feyzan ARIKAN'a, problem verilerini kullanmam konusunda gerekli izni veren kurum yöneticilerime, her zaman yanımda olduklarını hissettiğim annem Adalet KÜL ve kardeşlerime, tez yazım süresince maddi manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşim Sn. Levent SÖZEN'e ve ailesine, ayrıca beni bir yerlerden izlediğini bildiğim rahmetli babam Sn. Ahmet KÜL'e içten teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET…….. iv

ABSTRACT..... v

TEŞEKKÜR..... vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ..... ix

ŞEKİLLERİN LİSTESİ..... xi

SİMGELER VE KISALTMALAR..... xii

1. GİRİŞ..... 1

2. TEMEL KAVRAMLAR..... 5

2.1. Atama Problemi 5

2.1.1. Doğrusal atama problemi (Linear assignment problem)…… 7

2.1.2. İkinci derece/karesel atama problemleri (Quadratic assignment problems)…….. 9

2.1.3. Çok indisli atama problemleri (Multi-index assignment problems)…….. 11

2.2. Personel Atama Problemi..... 13

2.3. Hedef Programlama (HP)..... 14

2.3.1. Hedef programlama modeli oluşturulmasında temel adımlar…… 15

2.3.2. Hedef programlama genel formülasyonu……... 16

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI 19

4. SİSTEMİN ANALİZİ, PROBLEMİN TANIMI..... 39

4.1. Sistemin Analizi 39

4.2. Problemin Tanımı..... 43

4.2.1. Problemin varsayımları……... 45

4.2.2. Problemin sonucu elde edilmesi beklenen bilgiler……. 45

Sayfa

5. İKİ AŞAMALI ÇÖZÜM YAKLAŞIMI 49

5.1. Verilerin Derlenmesi 51

5.2. Birinci Aşama Hedef Programlama Modeli 65

5.3. İkinci Aşama Hedef Programlama Modeli 75

5.4. 2014 Yılında Uygulanan Program ile Tez Çalışmasında Önerilen Modelin Karşılaştırılması 99

6. SONUÇ VE ÖNERİLER 103

KAYNAKLAR 107

EKLER 113

EK-1. İşyerleri listesi 114

EK-2. Birinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu 121

EK-3. İkinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu 126

EK-4. Birinci aşamada optimal çözüme erişildiğini gösterir ekran çıktısı 133

EK-5. İkinci aşamada optimal çözüme erişildiğini gösterir ekran çıktısı 134

EK-6. Birinci aşama hedef programlama modeli gams çözümünde Xijk=1 değerini alanlar 135

EK-7. Birinci aşama hedef programlama modeli gams çözümü pozitif ve negatif sapma değişkenlerinden "0"dan farklı değer alanlar 136

ÖZGEÇMİŞ 137

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.1. Task assignment-görev atama için bulunan makaleler listesi..... 21

Çizelge 3.2. Personnel assignment-personel atama için bulunan makaleler listesi 23

Çizelge 3.3. Goal programming-hedef programlama için bulunan makaleler listesi 25

Çizelge 3.4. İnspector-müfettiş alanında yapılan çalışmalar listesi..... 26

Çizelge 3.5. Rostering-Listeleme için bulunan makaleler listesi..... 28

Çizelge 3.6. Literatür çalışması listesi (Tez) 29

Çizelge 4.1. Birinci aşama sonucu elde edilecek bilgiler 46

Çizelge 4.2. İkinci aşama sonucu elde edilecek bilgiler..... 48

Çizelge 5.1. Ay-dönem karşılaştırması..... 51

Çizelge 5.2. Sendika yetki sisteminden kodlara göre illerde bulunan işyeri sayıları 54

Çizelge 5.3. İllerin işyeri sayıları oranları 55

Çizelge 5.4. İllerdeki çalışan sayısı genel listesi..... 56

Çizelge 5.5. Heyetlerin dönemlik il tercihleri (Tercih sırası bazında gösterim)..... 58

Çizelge 5.6. Heyetlerin dönemlik il tercihleri (Puan bazında gösterim)..... 59

Çizelge 5.7. Heyetlerin aylık il tercihleri (İl bazında puan değerleri) 60

Çizelge 5.8. İl kodu, işyeri sayısı ve illerin denetime gidilme sayısı..... 62

Çizelge 5.9. İllerin mesafe bilgileri..... 65

Çizelge 5.10. Birinci aşama hedef programlama model çözümüne göre heyetlerin her dönem gidecekleri il numaraları..... 72

Çizelge 5.11. Birinci aşama hedef programlama model çözümde heyetlerin her dönem gidecekleri illerin aldıkları puan değerleri 73

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.12. Atama modeli ile hedef programlama modelinin sonuçlarının karşılaştırılması 75

Çizelge 5.13. Her bir ilde aynı heyet tarafından aynı dönemde denetimi yapılması istenilen işyerleri 77

Çizelge 5.14. Aynı programda olması gereken işyerleri gerekçeleri..... 78

Çizelge 5.15. İkinci aşama hedef programlama modelinin çözümü sonucu heyetlerin denetlemiş oldukları çalışan sayıları 94

Çizelge 5.16. İkinci aşama hedef programlama modelinin gams çözümü sonucu "1" değerini alanlar..... 95

Çizelge 5.17. 4.2.1. Problemin varsayımları bölümünde 12. Maddede bahsedilen kısıtlar..... 96

Çizelge 5.18. İkinci aşama hedef programlama modelinin gams sonucunun probleme uyarlanması 97

Çizelge 5.19. Uygulanan görev ataması 99

Çizelge 5.20. Uygulanan görev atamasına göre alınan puanlar..... 99

Çizelge 5.21. 2014 yılında uygulanan görev ataması verileri ile tezin birinci aşama model sonucunun karşılaştırılması..... 100

Çizelge 5.22. 2014 yılında uygulanan görev ataması verileri ile ikinci aşama hedef programlama modeli sonucunun karşılaştırılması..... 101

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.1. İş teftiş kurulu başkanlığı idari yapısı 39

Şekil 4.2. Teftiş ve türleri 40

Şekil 4.3. Grup başkanlıklarının sorumlu oldukları iller 41

Şekil 5.1. Problemin çözümü için takip edilen adımlar 50

Şekil 5.2. Modelin farklı yoldan (klasik atama) çözüm ekranı 74

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklama**
km	Kilometre

Kısaltmalar	**Açıklama**
BİMER	Başbakanlık İletişim Merkezi
ÇİAP	Çok İndisli Atama Problemi
ÇSGB	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
DP	Doğrusal Programlama
DPP	Doğrusal Programlama Problemi
EDYS	Elektronik Doküman Yönetim Sistemi
GAMS	General Algebraic Modeling System
HPP	Hedef Programlama Problemi
ILO	International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
İTKB	İş Teftiş Kurulu Başkanlığı
İŞKUR	Türkiye İş Kurumu Genel Müdürlüğü
KAP	Karesel Atama Problemi
LBAP	Linear Bottlenecek Assignment Problem
LSAP	Linear Sum Assignment Problem
NACE	Statistical classification of economic activities in the European Community
NP	Non-Deterministic Polynomial
OHS	Occupational Health and Safety
QoS	Quality Of Service=Hizmet Kalitesi
QuE	Quality Of Experience=Deneyim Kalitesi
SCI	Science Citation Index
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu

Kısaltmalar	**Açıklama**
TDK	Türk Dil Kurumu
YA	Yöneylem Araştırması
YÖK	Yüksek Öğretim Kurulu
3İAP	3 İndisli Atama Problemleri

1. GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde küçük el tezgahlarında bireysel olarak yapılan işler, özellikle sanayi devriminden sonra gruplar halinde yapılmaya başlanmış, çalışan sayısındaki artış çalışanların ücret ve sosyal haklarında adaletin koruması, iş kazaları, meslek hastalıkları ve ölümlerde devletin daha etkin müdahalesini gerekli kılmıştır.

Türkiye Cumhuriyeti Devleti, çalışanların hayat seviyelerini yükseltmek, çalışma hayatını geliştirmek için çalışanları ve işsizleri korumak, çalışmayı desteklemek, işsizliği önlemeye elverişli ekonomik bir ortam oluşturmak ve çalışma barışını sağlamak için gerekli tedbirleri almakla yükümlü kılınmıştır (1982 Anayasası 49. ve İlgili Diğer Maddeleri). Bu yükümlülük Devlet'in çalışma hayatına müdahalesini ve denetimini zorunlu hale getirmiştir.

4857 sayılı İş Kanununun "Çalışma Hayatının Denetimi ve Teftişi" başlıklı Yedinci Bölümünün 91-97 nci maddeleri kapsamında bu görevin "*Devlet çalışma hayatı ile ilgili mevzuatın uygulanmasını izler, denetler ve teftiş eder. Bu ödev Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığına bağlı ihtiyaca yetecek sayı ve özellikte teftiş ve denetlemeye yetkili iş müfettişlerince yapılır*." hükmü uyarınca iş müfettişlerince yerine getirileceği belirlenmiştir. İş müfettişlerinin statü ve yetkileri İş Kanunu'nun yanı sıra, Türkiye tarafından 5690 sayılı Kanun'la onaylanan 81 sayılı ILO (International Labor Organization-Uluslararası Çalışma Örgütü) Sözleşmesi ile de güvence altına alınmıştır.

Denetim; kurumsal eylemlerin ve işlemlerin, öngörülen amaçlar doğrultusunda, benimsenen ilke ve kurallara uygunluğunun belirlenmesidir. Denetimde temel amaç, kurum amaçlarının gerçekleştirilme derecelerini saptayarak, kurumun etkililik, ekonomiklik ve verimlilik düzeylerini yükseltmek ve onun geliştirilmesini sağlamaktır (Gönülaçar, 2007)**.**

"Teftiş" kelimesi TDK (Türk Dil Kurumu)'da "Denetim" kelimesiyle aynı anlama geldiği belirtilmektedir. Ancak kavramsal olarak "Denetim" teftişten daha kapsamlı bir kavramdır: Denetim kavramı, olması gerekenle fiili durum arasındaki karşılaştırma anlamına gelen *murakabe*; defterlerin ve kayıtların gözden geçirilmesi anlamına gelen *revizyon*; zaman zaman yapılan bir gözden geçirme ile islerin yasalara, emir ve yönergelere göre yürütülüp yürütülmediğini tespit etmek anlamına gelen *teftiş*; uygulama sonuçları ile ulaşılmak istenin

amaçların karşılaştırılması anlamına gelen *kontrol* gibi kavramların tümünü içine alan bir üst kavramdır.

Bu çalışmada "Denetim" ve "Teftiş" kelimeleri birbiri yerine kullanılmakla beraber Devletin idari kadrolarında "Denetim" kelimesi tercih edilmiştir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'nda gerçekleştirilen görev tanımları kapsamında teftis işi; idari teftiş ve iş teftişi olmak üzere ikiye ayrılır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2012).

İdari teftiş: Bakanın emri veya onayı üzerine Bakanlık merkez, taşra ve yurtdışı teşkilatı ile bağlı ve ilgili kuruluşların her türlü hesap, faaliyet ve işlemlerinin, ilgili mevzuat çerçevesinde uygulanması ile buralardaki amir, memur ve diğer görevlilerin her türlü hal ve hareketlerinin incelenmesi, teftişi, soruşturulması ve ön incelemesini ifade eder.

İş teftişi ise, çalışma süreleri, ücretler, iş sağlığı ve güvenliği, işçilerin refahı, çocuk ve gençlerin çalıştırılması, kayıtdışılık, işsizlik, istihdam ve işgücü piyasası uygulamaları gibi çalışma şartlarına ve ortamına ilişkin tüm mevzuat hükümlerinin uygulanmasıyla ilgili olarak araştırma, inceleme ve denetlemeyi de kapsayan ve Devlet adına gerçekleştirilen teftiş faaliyetleri ile mevzuat ile verilen diğer teftiş faaliyetlerini ifade eder.

İş Teftişi faaliyetleri kendi içinde İşin Yürütümü ve İş Sağlığı ve Güvenliği Teftişi olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Her bir bölüm içinde hem programlı hem de program dışı teftişler yürütülür. Bu çalışmanın konusunu, iş teftişi faaliyetleri içerisinde yer alan iş sağlığı ve güvenliği teftişi kapsamındaki programlı teftişler oluşturmaktadır.

Programlı teftişlerin ilgili yılın başında dengeli bir şekilde planlanması gerekmektedir. Yılın büyük bir bölümünü şehir dışında geçiren denetim elemanlarının en azından gidecekleri il konusunda tercih haklarının olması, ancak bu tercih haklarını kullanırken de aynı şartlarda görev yapan diğer denetim elemanları arasındaki dengeyi de sağlayacak şekilde bir görev dağılımının yapılması, bu dağılım yapılırken de karar vericinin ve problemin kendinden kaynaklanan kısıtların da karşılanması adaletli bir görev dağılımını gerektirmektedir. Heyetlerin il tercihlerinin yanısıra bu görev atamasını etkileyen diğer faktörlerden en önemlileri denetime giden heyetlerin yıl boyunca yapmış oldukları mesafe değerleri, dönemlik yapılabilecek görev sayısı, heyetlerin aynı ile belirli kez denetime gidebilme kısıtı,

illerde denetimi yapılması planlanan işyeri sayısı, işyerlerindeki toplam çalışan sayısı, bazı işyerlerinin aynı dönem aynı heyet tarafından denetlenme kısıtı,…vb bulunmaktadır. Tüm bu kısıtlar altında dengeli bir görev dağılımı yapılması ciddi bir planlama aşamasını gerektirmektedir.

Bu çalışma ile; Maden, İnşaat, Kimya, Metal, Elektrik sektörlerinde büyük endüstriyel kazaların kontrolü ve etkilerinin azaltılması, meslek hastalıkları ve iş kazalarının önlenmesi kapsamında her yıl gerçekleştirilen programlı teftişlerin planlamasına örnek teşkil edecek bir pilot çalışma amaçlanmıştır. Bu amaç dahilinde 2014 yılında yürütülen Mineral Ürünlerin İmalatında İş Sağlığı ve Güvenliği Programlı Teftişleri verileri dikkate alınarak iş müfettişleri için görev ataması problemi için iki aşamalı hedef programlama yaklaşımı önerilmiştir. Problemin etkin ve dengeli çözümü ile hangi heyetin hangi dönem hangi ilde hangi işyerinin denetimi yapacağı bilgisinin, ilgili yılın başında elde edilmesi planlanmıştır. Bu plan dahilinde, çalışmanın 2. Bölümünde; atama problemi, personel atama problemi ve hedef programlama yaklaşımı ile ilgili temel kavramlara yer verilmiştir. Bölüm 3'de, literatürde görev ve/veya personel atamasını matematiksel programlama ile gerçekleştiren çalışmalar incelenmiştir. 4. Bölüm'de sistemin analizine, problemin tanımına ve varsayımlarına yer verilmiştir. 5. Bölüm'de problemin çözümü için önerilen iki aşamalı hedef programlama yaklaşımı ve takip edilen adımlar açıklanmıştır. Takip edilen adımlar; verilerin derlenmesini, önerilen matematiksel modelleri ve GAMS programı ile elde edilen optimal çözümleri içermektedir. Ayrıca bu bölümde, 2014 yılında uygulanan görev ataması ile bu tez çalışmasından elde edilen çözümler karşılaştırılmıştır. 6. Bölüm olan Sonuç ve Öneriler Bölümü'nde, elde edilen sonuçların sisteme katkıları değerlendirilerek çalışmanın önemi vurgulanmış ve geleceğe yönelik çalışmalara değinilmiştir.

2. TEMEL KAVRAMLAR

Bu çalışma, bir görev atama problemini iki aşamali hedef programlama yaklaşımı ile çözmeyi hedeflediğinden, temel kavramlar bölümünde; atama problemi, personel çizelgeleme ve hedef programlama yaklaşımı ile ilgili temel kavramlara yer verilmiştir.

2.1. Atama Problemi

Atama problemleri, ilk olarak 1784 yılında Fransız matematikçi G. Monge tarafından incelenmiştir (Aardal, Nemhauser, George ve Weismantel, 2005:47). "Atama problemi" özel ismi ise ilk defa 1952 yılında Votaw ve Orden (Votaw ve Orden, 1952) tarafından kullanılmıştır (Pentico, 2007). Klasik atama probleminin çözümü için Kuhn (1955) tarafından Macar Metodu'nun geliştirilmesinin ardından problemin pek çok farklı versiyonu üretilmiştir. Bunlara örnek olarak, darboğaz atama problemi, genelleştirilmiş atama problemi, kareli atama problemi, çok kriterli atama problemi verilebilir (Pentico, 2007).

Atama probleminin orjinal versiyonu, "klasik atama problemi" olarak bilinir. Birebir eşlemenin yapıldığı n adet işin n adet makineye en az maliyetle atanması problemi olarak tanımlanır. Atama modelinde kaynaklar ve hedefler problem tanımına göre farklılaşır. Örneğin kaynaklar; iş, makine, öğrenci, parça olurken, hedefler de işçi, iş, sınıf olabilir. Klasik atama probleminde genel olarak kaynakların hedeflere eşit olduğu kabul edilir. Eşit olmadığı durumlarda eksik olan tarafa "kukla" diye tabir edilen değişkenler eklenir. Örneğin; makinelere işçilerin atanması probleminde işçi sayısının makina sayısına eşit olduğu kabul edilir. Eğer eşit değilse, i işçi sayısını, j makina sayısını göstersin; eğer i>j ise (i-j) miktarında kukla makina modele eklenir. Eğer i<j ise (j-i) miktarında kukla işçi modele katılarak i=j eşitliği sağlanır (Aardal ve diğerleri, 2005).

Atama modeli kaynakların en etkin kullanımını amaçladığından işlerin en kısa toplam zamanda veya en düşük toplam maliyette gerçekleşmesi istenir. Durum böyle olunca, bir işçinin bir makinaya ayrılmasında uygunluk ölçütü aranır ki, bu da toplam en kısa süre veya en düşük maliyette tüm işlerin tamamlanmasıdır (Sarsenow, 2011).

Klasik atama problemi, matematiksel tanım itibariyle Graf Teorisi'nde "ağırlıklı iki kümeli eşleme-weighted bipartite matching" problemi ile özdeştir. Personel görev ataması problemi için klasik atama matematiksel modeli aşağıda verilmiştir:

i = personel= 1,2,…m

j = görev= 1,2,…m

c_{ij} = i personelini j görevine atamanın birim maliyeti

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, eğer\ i.personel\ j.göreve\ atanacaksa \\ 0, eğer\ i.personel\ j.göreve\ atanmayacaksa \end{cases}$$

$$min \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{m} c_{ij} X_{ij} \qquad (2.1)$$

$$\sum_{j=1}^{m} X_{ij} = 1 \qquad (i = 1,2, \ldots\ldots\ldots m) \qquad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} = 1 \qquad (j = 1,2, \ldots\ldots\ldots m) \qquad (2.3)$$

$$X_{ij} = 0\ ya\ da\ 1 \qquad (i = 1,2, \ldots\ldots\ldots m;\ j = 1,2, \ldots\ldots\ldots m) \qquad (2.4)$$

Modelde; Eş. 2.1, atamanın minimum maliyetle yapılmasını sağlayan amaç fonksiyonudur. Eş. 2.2 her bir i personelinin mutlaka bir j görevine atanmasını sağlar. Eş. 2.3 her bir j görevine mutlaka bir i personelinin atanmasını sağlar. Eş. 2.4, i personelinin j görevine atanma veya atanamama durumuna göre değer alan 0-1 değişken değeridir.

Literatürde Atama probleminin farklı versiyonları Burkard, R., Dell,'Amico., M. ve Martello, S . (2009) ve Pentico (2007) tarafından sınıflandırılmıştır. Pentico, 2007 tarihli "Atama Problemi"nin tarihçesi ile ilgili 50. Yıl araştırma makalesinde, atama problemlerini kaynak ve hedef sayısı nazarında aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır:

1. Her bir kişiye/makineye en fazla bir görev/iş verildiği modeller (Models with at most one task per agent)
2. Her bir kişiye/makineye birden fazla görev/iş verildiği modeller (Models with multiple tasks per agent)

3. Çok boyutlu atama problemleri (Multi-dimensional assignment problems)

Burkard ve diğerleri (1998) ise dikkate alınan amaç fonksiyonu yapısına göre aşağıdaki üç sınıfta incelemişlerdir: (Pentico, 2007)

1. Doğrusal Atama Problemleri (Linear assignment problems)
2. İkinci Derece/Karesel Atama Problemleri (Quadratic assignment problems)
3. Çok İndeksli Atama Problemleri (Multi-index assignment problems)

2.1.1. Doğrusal atama problemi (Linear assignment problem)

Doğrusal Atama ana başlığı altında, *Doğrusal Toplam Atama Problemi (LSAP – Linear Sum Assignment Problem)* ve *Doğrusal Darboğaz Atama Problemi (LBAP – Linear Bottleneck Assignment Problem)* yer alır. Bu iki problem *Cebirsel Atama Problemi* olarak da anılırlar. Doğrusal Toplam Atama Problemi, yukarıda tanımlanan klasik atama problemidir. Doğrusal Darboğaz Atama Problemi ise her ne kadar doğrusal yapıda bir amaç fonksiyonuna sahip olamasa da *Karesel Atama Problemi* ile zıtlık oluşturabilmesi için bu isimle anılmaktadır. Klasik Atama Probleminde toplam atama maliyetinin minimizasyonu elde edilmek istenirken, Doğrusal Darboğaz Atama Probleminde amaç fonksiyonu maksimum atama maliyetlerinin minimizasyonu olarak tanımlanır. Doğrusal Atama Problemleri, "Ağırlıklı Mükemmel Eşleme-weighted perfect matching" olarak da adlandırılırlar. Ayrıca özel graflarda, "Minimum Maliyetli Şebeke Akış Problemi" ile özdeştir.

i = personel= 1, 2, …n
j = görev= 1, 2, …n
c_{ij} = i personelini j görevine atamanın birim maliyeti

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, eğer\ i.personel\ j.göreve\ atanacaksa \\ 0, eğer\ i.personel\ j.göreve\ atanmayacaksa \end{cases}$$

Doğrusal Toplam Atama Problemi (LSAP) genel olarak şöyle modellenmektedir;

$$\min \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}X_{ij} \qquad (2.5)$$

$$s.t. \qquad \sum_{j=1}^{n} X_{ij} = 1 \qquad (i = 1,2, \dots \dots \dots .n) \qquad (2.6)$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = 1 \qquad (J = 1,2, \dots \dots \dots .n) \qquad (2.7)$$

$$X_{ij} \epsilon \{0,1\} \qquad (i,j = 1,2, \dots \dots \dots n) \qquad (2.8)$$

Yukarıdaki modelde Eş. 2.5 atamanın minimum maliyetle yapılmasını sağlayan amaç fonksiyonudur. Eş. 2.6 her bir i personelinin j görevine mutlaka atanmasını, Eş. 2.7 her bir j görevinin mutlaka bir i personeli tarafından yapılmasını, Eş. 2.8 tüm bu i ve j değerlerinin ya 0 ya da 1 olmasını sağlayan işaret kısıtıdır.

Aynı notasyonları kullandığımızı varsayarak *Doğrusal Darboğaz Atama Problemi* (LBAP) ise genel olarak şöyle modellenmektedir;

$$min \ \ max_{1 \le i,j \le n} \ c_{ij} X_{ij} \qquad (2.9)$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} X_{ij} = 1 \qquad (i = 1,2, \dots \dots \dots .n) \qquad (2.10)$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = 1 \qquad (j = 1,2, \dots \dots \dots .n) \qquad (2.11)$$

$$X_{ij} \epsilon \{0,1\} \qquad (i,j = 1,2, \dots \dots \dots n) \qquad (2.12)$$

Yukarıdaki doğrusal darboğaz atama modelinde Eş. 2.9 $1 \le i$ ve $j \le n$ şartları altında mümkün olan maksimum maliyetli atamanın en az olmasını sağlayan amaç fonksiyonudur. Eş. 2.10, Eş. 2.11 ve Eş. 2.12 numaralı eşitlikler Eş. 2.6, Eş. 2.7 ve Eş. 2.8 numaralı kısıtlarla aynı anlamdadır.

Yukarıdaki modelde her ne kadar amaç fonksiyonu doğrusal değilse de, karesel atama probleminden ayırt etmek için bu problem "doğrusal darboğaz atama problemi" olarak isimlendirilmiştir.

2.1.2. İkinci derece/karesel atama problemleri (Quadratic assignment problems)

Kesikli çözüm uzayına sahip problemler için en iyi çözümü arayan ya da bulan yöntemlere kombinatoryal eniyileme yöntemleri, bu tür problemlere de kombinatoryal eniyileme problemleri adı verilmektedir. Bu problemler P sınıfı ve NP Zor sınıfı problemler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Çözüm zamanı logaritmik olarak artan P sınıfı problemler (en kısa yol, minimum ağaç v.b.) için optimum çözümü bulmak mümkün iken, üstel olarak artan çözüm zamanına sahip NP Zor sınıfı problemler (Gezgin Satıcı Problemi, Karesel Atama Problemi, Tek Makineli Çizelgeleme Problemi, Atama Problemi, Atölye Çizelgeleme Problemi, Araç Rotalama Problemi v.b.) için karar değişkeni sayısı arttıkça optimum çözüme ulaşılması çok zaman alıcı, hatta imkansız olabilmektedir. Metasezgisel yöntemlerin uygulandığı birçok NP-Zor sınıfı problem mevcuttur. Metasezgisel yöntemler çok geniş ölçekte optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılmaktadır. Karesel atama problemi NP Zor sınıfı bir problem olması sebebiyle çözümünde metasezgisel yöntemlerin kullanıldığı bir problem çeşididir (Ünsal, 2013).

Karesel Atama Problemi'nde (KAP) bir tesis atama problemi ele alındığı varsayılırsa; n tane tesis ve n tane aday bölge olan bir tesis atama probleminde;

i,k = tesisler= 1,…n
j,l = aday bölge = 1,…n
a_{ik}= i tesisinden k tesisine akış miktarı
b_{jl}= j aday bölgesi ile l aday bölgesi arasındaki mesafe
c_{ij}=i tesisini j aday bölgesine yerleştirmenin maliyeti
X_{ij}= i tesisi j aday bölgesine yerleştirilirse 1, yerleştirilmezse 0 değerini alan değişken
X_{kl}= k tesisi l aday bölgesine yerleştirilirse 1, yerleştirilmezse 0 değerini alan değişken

Burada; toplam maliyetin tesisler arasında akan miktarın uzaklıklarıyla çarpımına ve bir tesisi aday bölgeye yerleştirmenin maliyetine göre değiştiğini ve amacın toplam maliyeti en azlayacak şekilde her bir tesisi bir aday bölgeye atamak olduğu varsayarsak modelimiz şu şekildedir;

$$Min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1}^{n} a_{ik}b_{jl}X_{ij}X_{kl} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}X_{ij} \quad (2.13)$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = 1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (i = 1,2 \dots\dots n) \quad (2.14)$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = 1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (j = 1,2 \dots\dots\dots\dots n) \quad (2.15)$$

$$X_{ij} = 0 - 1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (i, j = 1,2 \dots\dots\dots\dots n) \quad (2.16)$$

Burada Eş. 2.13 numaralı eşitlik, ilgili maliyetin mimimum olmasını sağlayacak amaç fonksiyonu denklemidir. Eş. 2.14 numaralı denklem her i tesisinin bir j aday bölgesine yerleşmesini sağlayan, Eş. 2.15 numaralı denklem de her j aday bölgesine bir i tesisi tarafından yerleşilmesini sağlayan kısıt denklemidir. Eş. 2.16 numara i tesisi j aday bölgesine yerleştirilirse 1, yerleştirilmezse 0 değerini alan işaret kısıt denklemini ifade etmektedir.

KAP NP-Zor sınıfı problemlerden olduğundan, çözüm zamanı yerleştirilecek tesis sayısı arttıkça üstel olarak artmaktadır. Bu durumda fazla sayıda tesisin olduğu problemlerde kısa zamanda iyi çözüm elde edilebilmesi için KAP çözümü için sezgisel yöntemler kullanılmıştır.

Doğrusal Atama Problemleri ile Karesel Atama Problemleri arasında önemli bir fark vardır. Atama Problemlerinde etkin, polinom zamanlı çözüm metodları bulunmaktadır. Bu çok sayıda "n" değerleri için çözüm fırsatı sunmaktadır. Diğer taraftan Karesel Atama Problemleri NP-Zor Problemler olarak tanımlanmıştır (Johnson ve Garey, 1979:207).

Bu, optimal bir çözümün yalnızca P = NP olmadığı sürece tüm olasılıkların numaralandırmasıyla bulunabileceği anlamına gelir. Karesel Atama Problemlerinde n≈30 olduğu zaman optimal çözüm verdiği görülmüştür. Bu nedenle Karesel Atama Problemlerinin çözümü için bir çok sezgisel yöntemler önerilmiştir. Bilgisayarlı deneyler, bu sezgisel yöntemlerin çoğunun optimum sonuca yakın alt çözümler ürettiğini göstermiştir. Bu etki Karesel Atama Problemlerinin asimtotik davranışı ile açıklanabilmektedir.

Çoğu zaman kübik ve dörtlü amaç fonksiyonları atamalar sonucu minimize edilir. Bu Kübik ve Dörtlü (Bi-Quadratic) Atama Problemleri olarak bilinir (Burkard ve diğerleri, 2009).

2.1.3. Çok indisli atama problemleri (Multi-index assignment problems)

Bir çizelgeleme probleminde n adet kursun n zamanda n adet sınıfa atanması gerektiği durumda c_{ijk}'nın i kursunun j zamanında k sınıfına atanmasının maliyeti olduğu varsayıldığı durumda amaç ilgili kursun uygun zamana ve yine ilgili kursun uygun sınıfa atanmasında minimum maliyeti sağlayacak eşleşmelerin bulunmasıdır. Bu durum eksenel 3 indisli atamaya sebep olur (Burkard ve diğerleri, 2009).

Eksenel 3 indisli atama problemlerinin NP-Zor problem olduğu literatürde gösterilmiştir (Karp, 1972:85,103).

Bu 3 indisli atama problemini tamsayılı doğrusal program olarak aşağıdaki gibi yazılabilir;

i = kurs = 1, 2, ….n
j = zaman = 1, 2, ….n
k = sınıf = 1, 2, ….n

c_{ijk} = i kursunun j zamanında k sınıfına atanmasının birim maliyeti
X_{ijk} = i kursu j zamanında k sınıfına atanırsa 1, atanmazsa 0 değerini alan değişken

$$\min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} c_{ijk}X_{ijk} \tag{2.17}$$

$$s.t. \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} X_{ijk} = 1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (i = 1,2, \dots\dots\dots n) \tag{2.18}$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} X_{ijk} = 1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (j = 1,2, \dots\dots\dots n) \tag{2.19}$$

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} X_{ijk} = 1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (k = 1,2, \dots\dots\dots n) \tag{2.20}$$

$$X_{ijk} \epsilon \{0,1\} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (i,j,k = 1,2, \dots\dots n) \tag{2.21}$$

Burada X_{ijk}'yı i kursunu j zamanında k sınıfına ataması yapılırsa 1, yapılmazso 0 olan 0-1 değişken olarak tanımlandığından; amaç fonksiyonu toplam atama maliyetinin minimum yapılmasıdır. Bu durum Eş. 2.17 numaralı eşitlik ile gösterilmiştir. Eş. 2.18 numaralı eşitlik her i kursunun bir j zamanında ve k sınıflarına ataması yapılacağı, Eş. 2.19 numaralı eşitlik her j zaman diliminde i kursu ve k sınıflarında bir atamanın yapılacağı, Eş. 2.20 numaralı eşitlik de her k sınıfına i kursu ve j zamanında atamanın yapılacağı anlamına gelen kısıtları sembolize etmektedir. Eş. 2.21 numaralı eşitlik X_{ijk} değişkeninin sadece 0 veya 1 değerini alabileceğini belirten işaret kısıtır.

Çok İndisli Atama Problemleri Pierskalla tarafından 1968 yılında doğrusal atama problemlerinin bir uzantısı olarak geliştirilmiştir (Pierskalla, 1968). Uzun süre sadece 3 İndisli Atama Problemleri (3İAP) ele alınmıştır. Daha sonraları çok hedefli izleme ve veri ilişkilendirme problemleri ortaya çıkmış ve 3 indisten fazla indisler de ele alınmaya başlanmıştır (Poore, 1994).

3İAP'de Schell tarafından 1955 yılında Eksenel 3 İndisli Atama Problemi (Axial 3-İndex Assignment Problem) ve Düzlemsel 3 İndisli Atama Problemi (Planar 3-İndex Assignment Problem) olmak üzere 2 model çalışılmıştır (Schell, 1965).

Düzlemsel 3-İndisli Atama Probleminin (Planar 3-İndex Assignment Problem) Tamsayılı Doğrusal Programlama Modeli aşağıdaki gibidir;

i = kurs = 1, 2, ….n
j = zaman = 1, 2, ….n
k = sınıf = 1, 2, ….n

c_{ijk} = i kursunun j zamanında k sınıfına atanmasının birim maliyeti
X_{ijk} = i kursu j zamanında k sınıfına atanırsa 1, atanmazsa 0 değerini alan değişken

$$\min \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} c_{ijk}X_{ijk} \qquad (2.22)$$

$$s.t. \sum_{k=1}^{n} X_{ijk} = 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j = 1,2,\ldots\ldots\ldots n) \qquad (2.23)$$

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ijk} = 1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (j,k = 1,2,\dots\dots\dots n) \quad (2.24)$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ijk} = 1 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (i,k = 1,2,\dots\dots\dots n) \quad (2.25)$$

$$X_{ijk} \epsilon \{0,1\} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (i,j,k = 1,2,\dots\dots\dots n) \quad (2.26)$$

Burada Eş. 2.22 numaralı eşitlik toplam maliyeti minimum yapan amaç fonksiyonu denklemidir. Eş. 2.23 numaralı eşitlik her bir k sınıfına, her bir i kursunun j zamanında, Eş. 2.24 numaralı eşitlik her bir i kursunun j zamanında k sınıfına, Eş. 2.25 numaralı eşitlik her bir j zamanında i kursunun k sınıfına atanmasını sağlayan kısıt denklemleridir. Eş. 2.26 numaralı eşitlik ilgili kurs, zaman ve sınıfın atanması durumunda 1, atanmaması durumunda 0 değerini alan işaret kısıtıdır.

Eksenel 3 İndisli Atama Problemi birçok yönüyle Klasik Atama Problemine benzemektedir, ancak NP-Zor sınıfındandır. Düzlemsel 3 İndisli Atama Probleminin çözümü, Eksenel 3 İndisli Atama Probleminden daha zordur.

Bunların dışında problem tipindeki farklılıklar ve gereksinimler üzerine indis sayılarında artış olmuş ve Çok İndisli Atama Problemleri (Multi-İndex Assignment Problem) ortaya çıkmıştır (Burkard ve diğerleri, 2009).

2.2. Personel Atama Problemi

Çizelgeleme problemleri içerisinde personel çizelgeleme probleminin özel bir yeri vardır. Personel çizelgeleme problemi Dantzig (1954) ve Edie (1954) tarafından ilk olarak tanımlandığından bu yana oldukça farklılaşmıştır. Çalışanların ihtiyaçlarının çizelgeleme kararlarında tatmininin göreli önemi büyüyerek artmaktadır. Personel çizelgeleme problemleri için ilk sınıflandırma Baker (1976) tarafından yapılmıştır. Baker (1976) işçi (labour) çizelgeleme problemlerini vardiya çizelgeleme, izin günü çizelgeleme ve ilk ikisinin kombinasyonundan oluşan nöbet çizelgeleme olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır. Arabeyre ve diğerleri (1969) havayolu kabin ekibi çizelgeleme problemi için problemi aşamalar halinde incelediği sınıflandırmasında, kabin ekibi oluşturma, kabin ekibi eşleme ve ekip görev

çizelgeleme aşamalarını dikkate almıştır. Benzer şekilde hemşire çizelgeleme problemi için çalışmalar mevcuttur.

Tien and Kamiyama (1982) ise genel personel çizelgeleme problemini 5 alt probleme bölmüştür. Bunlar, geçici çalışan ihtiyaçları, tüm çalışanların ihtiyaçları, iş çizelgeleri, ve vardiya çizelgeleridir.

Ernst, Jiang, Krishnamoorthy ve Sier (2004) ise gerçekleştikleri sistemden bağımsız olarak tüm personel çizelgeleme problemleri için mümkün işleri kategorize eden modüller tanımlamıştır. Bu modüller talep modelleme, vardiya çizelgeleme, çalışma çizgisi yapılandırma, *görev atama* ve çalışan atama modülleridir. Modüllerin birinin, birkaçının ya da hepsisinin kullanımı problemin ihtiyacına göre ortaya çıkar. Ernst ve diğerlerinin (2004) sınıflandırması ile çalışan çizelgelemede farklı sistemler için ortak anahtar problemler belirlenmiş ve tanımlanmış olmaktadır. Bir başka değişle sağlık sistemlerinde, ulaştırma sistemlerinde, çağrı merkezi sistemlerinde aynı ortak tanımlardan yola çıkılarak probleme çözüm getirmek amaçlı bir sınıflandırma yapılmıştır. Ernst ve diğerleri'nin (2004) tanımladığı modüllerde atama problemi bir alt problem olarak ortaya çıkar. En çok karşılaşılan atama problemleri de *görev atama* ve vardiya atama problemleridir.

2.3. Hedef Programlama (HP)

Çok Amaçlı Karar Verme tekniklerinden biri olan Hedef Programlama (HP) Yaklaşımının temelleri 1950'li yılların başlarında Charnes ve Cooper'ın geliştirdikleri kısıtlı regresyon metoduna dayanır. Daha sonra 1961 yılında bu metodu genelleştirerek HP'yi ortaya koymuşlardır (Ignizio, 1976:84). HP'de amaç, verilen kısıtlar altında birbiriyle çatışan her bir amaç kriterini maksimize veya minimize etmekten ziyade amaçlara atanan hedef değerlerden sapmaları minimum kılmaktır.

HP'de her bir hedef için bir çift sapma değişkeni tanımlanır. Bunlar pozitif ve negatif sapma olarak sırasıyla d_i^+, d_i^- simgeleriyle gösterilir. Sapma değişkenleri negatif değerli olmazlar. Her bir hedef için erişilen hedef değer, hedeflenen değerin aynı anda hem üzerinde hem altında olamayacağından, çözüm sonucunda elde edilen her i için sapma değişkeni çiftlerinden en az birinin değeri sıfır olmalıdır. Hedef kısıtlayıcının tipine bağlı olarak sapma değişkenleri istenen veya istenmeyen değişken olarak tanımlanır (Ignizio, 1985:63). Hedef

kısıtlayıcının tipi "≤" yönde ise, d_i^+, istenmeyen sapma değişkenidir. Bir başka deyişle, hedef değer amaç fonksiyonu için bir üst sınır oluşturuyorsa, pozitif sapmalar minimum seviyede tutulmak istenir. Hedef tipi "≥" yönde ise , d_i^- istenmeyen sapma değişkenidir. Bir başka deyişle, hedef değer amaç fonksiyonu için bir alt sınır oluşturuyorsa, negatif sapmalar minimum seviyede tutulmak istenir. Hedef kısıtlayıcının tipi "=" ise d_i^+, d_i^- her ikisi de istenmeyen sapma değişkenleridir. Bir başka deyişle, amaç tam olarak hedef değere ulaşmak ise hem pozitif hem de negatif sapmalar aynı anda minimum seviyede tutulmak istenir (Ignizio, 1985:65).

Charnes ve Cooper, tanımlanan amaç fonksiyonuna göre HP için üç farklı varyasyon önermişlerdir (Ignizio, 1985:80);

- *Archimedian HP Yaklaşımı:* Bu yaklaşım "minsum" veya "weighted-ağırlıklı" HP olarak da bilinir. Yaklaşımda tüm hedeflerden mutlak sapmaların toplamı minimize edilmeye çalışılır.
- *Chebyshev HP:* Bu yaklaşım "minimax" HP olarak da bilinir. Burada amaç, maksimum sapmayı minimize etmektir.
- *Non-Archimedian HP:* Bu yaklaşım "preemtive priority" veya "lexicographic" HP olarak da bilinir. Burada önem sırasına göre sıralanmış vektörlerin minimumu aranır.

2.3.1. Hedef programlama modeli oluşturulmasında temel adımlar

Klasik bir matematiksel programlama modelinde yer alan karar değişkenleri ve parametrelerin belirlenmesinin ardından HP modelinin formüle edilmesi için önerilen adımlar aşağıdaki gibidir (Schniederjans, 1995);

- Hedef değerlerin belirlenmesi: Bu adımda her bir amaç için kabul edilmiş veya arzu edilen bir başarı seviyesini gösteren sayısal değerler belirlenir.
- Sapma değişkenlerinin belirlenmesi
- Hedef kısıtlayıcılarının oluşturulması: Hedef kısıtları sapma değişkenleri eklenerek eşitlik şeklinde ifade edilir. Hedef kısıtlarının sağ taraf sabiti olarak karar vericinin belirlediği hedefler kullanılır.

- HP amaç fonksiyonunun oluşturulması: Bu adımda amaç fonksiyonuna dâhil edilecek doğru sapma değişkenlerini seçmek önemlidir. Formül Eş. 2.27'de Archimedian HP Yaklaşımı için genel amaç fonksiyonu gösterimi yapılmıştır;

$$Min\ z = \sum_{i=1}^{m} d_i^- + d_i^+ \ldots\ldots\ldots\

$$Min\ z = \sum_{i=1}^{m} (P_{oi} W_{oi}^{-} * d_i^{-} + P_{ui} W_{ui}^{+} * d_i^{+}) \ldots\ldots\ldots\

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışmanın amacı, bir görev atama problemini iki aşamali hedef programlama yaklaşımı ile çözmektir. Bu nedenle; literatürde yer alan "görev atama" ve "personel atama" çalışmaları "matematiksel modelleme" ve "hedef programlama" anahtar kelimeleriyle daraltılarak araştırılmıştır. Literatür araştırması, uluslararası hakemli dergiler ve bilimsel çalışmaları içeren Science Direct'de yer alan çalışmalar ve YÖK üzerinden tam metnine erişilebilen tez çalışmaları ile kısıtlanmıştır.

Hazırlanan bu tez çalışmasında denetim görevlilerine/müfettişlere yönelik tez veya makale çalışması örneğine rastlanmamıştır. Mevcut çalışmalar genelde sosyal alanda yapılan araştırma çalışmalarıdır. Dolayısıyla bu tez çalışmasında ele alınan iş sağlığı ve güvenliği müfettişlerine yönelik yapılan bir görev ataması problemine yönelik bir çalışma da literatürde bulunmamaktadır.

Araştırma kapsamında, içeriğinde task assignment (görev atama), mathematical model-modelling (matematiksel model-modelleme), mathematical programming (matematiksel programlama), goal programming (hedef programlama), audit (denetim), inspector (müfettiş/denetmen), public organization (kamu kurumu) ve OHS-Occupational Health and Safety (İş Sağlığı ve Güvenliği) kelimeleri birbirleriyle araştırılarak ulaşılan çalışmalar incelenmiştir.

Task Assignment-Görev Atama için;

- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "task assignment-görev atama" ve "mathematical model-matematiksel model" ve "mathematical modelling-matematiksel modelleme" olan toplam 57 makale (her iki arama için ortak) bulunmuş olup bunların 6 tanesinin Endüstri Mühendisliği alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bunlardan matematiksel modelleme içeren 3 tanesi incelenmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "task assignment-görev atama" ve "mathematical programming-matematiksel programlama" olan toplam 38 makale bulunmuş olup bunların 9 tanesinin Endüstri Mühendisliği ve Yöneylem Araştırması

alanlarında yapıldığı tespit edilmiştir. Bunlardan matematiksel modelleme içeren 7 tanesi incelenmiştir.

- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "task assignment-görev atama" ve "audit-denetim" olan toplam 4 makale bulunmuş olup bunların 1 tanesinin Yöneylem Araştırması alanında yapıldığı tespit edilmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "task assignment-görev atama" ve "inspector-müfettiş/denetmen" olan toplam 1 makale bulunmuş olup bu 1 tanesinin de Güvenlik Bilimleri alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bu 1 tane makale de matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle incelenmemiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "task assignment-görev atama" ve "public organization-kamu kurumu" olan toplam 4 makale bulunmuş olup bunların 1 tanesinin Operasyonel Yönetim alanında yapıldığı tespit edilmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "task assignment-görev atama" ve "OHS-İSG-İş Sağlığı ve Güvenliği" olan toplam 2 makale bulunmuş olup bunların 1 tanesinin Uygulamalı Ergonomi alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bu 1 tane makale de matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle incelenmemiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "task assignment-görev atama" ve "OHS-Occupational Health and Safety-İş Sağlığı ve Güvenliği" olan toplam 2 makale bulunmuş olup bunların 1 tanesinin Endüstriyel Ergonomi ve diğerinin de Güvenlik Bilimleri alanında yapıldığı tespit edilmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "task assignment-görev atama" ve "goal programming" olan toplam 29 makale bulunmuş olup bunların 6 tanesinin Endüstri Mühendisliği ve Operasyonel Yönetim alanlarında yapıldığı tespit edilmiştir.

"Task Assignment-Görev Atama" için;

Yukarıdaki arama kriterleriyle içerisinde matematiksel model olan toplam 12 makaleye ulaşılmıştır. Yukarıdaki arama kriterlerinden farklı olarak makalenin başlığında, özetinde veya anahtar kelimesinde ilgili kelimelerin aratılması sonucu da bulunan makalelerden içinde matematiksel model olanlar (6 adet) bir sonraki sayfadaki çizelgeye eklenmiştir.

Çizelge 3.1. Task assignment-görev atama için bulunan makaleler listesi

No	Yazar, YIL	Problem	Model/Çözüm Yöntemi	Çalışılan Alan
1	James H. Bookbinder, Steven H. Edwards, 1989	Görev Atama	Doğrusal Atama Modeli	Ulaşım
2	Bajis Dodin, A.A. Elimam, 1997	Görev Atama	Doğrusal Atama Modeli	Denetim
3	Chiung Moon, Jongsoo Kim, Sun Hur, 2002	Görev Atama	Karışık Tamsayılı Atama Modeli	Tedarik Zinciri
4	Alan P. French, John M. Wilson, 2005	Görev Atama	Doğrusal Programlama Bazlı Sezgisel Atama Modeli	Üretim
5	Scott E. Sampson, 2006	Görev Atama	Karışık Tamsayılı Atama Modeli	Gönüllü Hizmetleri
6	Albert Corominas, Jordi Olivella, Rafael Pastor, 2010	Görev Atama	Doğrusal Atama Modeli	Üretim
7	Bahram Alidaee, Hongman Gao, Haibo Wang, 2010	Görev Atama	Çok Kaynaklı Genelleştirilmiş Atama Problemi	Genel
8	Quentin Lequy, Guy Desaulniers, Marius M. Solomon, 2012	Görev Atama	Karışık Tamsayılı Atama Modeli	Çevre Bilimleri
9	Eric H. Grosse, Christoph H. Glock, Mohamad Y. Jaber, 2013	Görev Atama	Doğrusal Atama Modeli	Lojistik
10	Gonca Tuncel, Seyda Topaloglu, 2013	Görev Atama	Tamsayılı Programlama Modeli	Üretim
11	Thomas Setzer, Martin Bichler, 2013	Görev Atama	Doğrusal Atama Modeli	Müşteri Hizmetleri (Call Center)
12	G. Sena Das, Tolunay Göçken, 2014	Görev Atama	Bulanık Atama Modeli	Ar-Ge
13	Giuliana Carello, Ettore Lanzarone, 2014	Görev Atama	0-1 Tamsayılı Atama Modeli	Evde Bakım Hizmetleri

Çizelge 3.1. (devam) Task assignment-görev atama için bulunan makaleler listesi

No	Yazar, YIL	Problem	Model/Çözüm Yöntemi	Çalışılan Alan
14	Lu Zhen, 2015	Görev Atama	Stokastik Model	Yazılım
15	M. Güray Güler, M. Emre Keskin, Alper Döyen, Hasan Akyer, 2015	Görev Atama	Doğrusal Atama Modeli	Eğitim
16	Gema Calleja, Albert Corominas, Alberto García-Villoria, Rafael Pastor, 2016	Görev Atama	Metasezgisel Atama Modeli	Montaj Hattı Dengeleme
17	Marco Casazza, Alberto Ceselli, 2016	Görev Atama	Karışık Tamsayılı Atama Modeli	Paketleme

Personnel Assignment-Personel Atama için;

- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "personnel assignment-personel atama" ve "mathematical model-matematiksel model" ve "mathematical modelling-matematiksel modelleme" olan toplam 6 makale (her iki arama için ortak) bulunmuş olup bunların 5 tanesinin Yöneylem Araştırması alanında yapıldığı tespit edilmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "personnel assignment-personel atama" ve "mathematical programming-matematiksel programlama" olan toplam 7 makale bulunmuş olup bunların da bir önceki matematiksel modelleme ile bulunanlarla aynı olduğu tespit edilmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "personnel assignment-personel atama" ve "audit-denetim" olan toplam 4 makale bulunmuş olup bunların hiçbirinin Endüstri Mühendisliği, Yöneylem Araştırması, Yönetim, Yönetim Bilimleri,…vb alanlarda yapılmadığı tespit edilmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "personnel assignment-personel atama" ve "inspector-müfettiş/denetmen" olan hiçbir makalenin olmadığı tespit edilmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "personnel assignment-personel atama" ve "public organization-kamu kurumu" olan toplam 3 makale bulunmuş olup bunların 1 tanesinin Yönetim alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bu 1 tane makale de matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle incelenmemiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "personnel assignment-personel atama" ve "OHS-İSG-İş Sağlığı ve Güvenliği" olan toplam 1 makale bulunmuş olup bu 1 makalenin

de bir önceki “task assignment-görev atama” ile elde edilen makale ile aynı olduğu tespit edilmiştir.

- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde “personnel assignment-personel atama” ve “OHS-Occupational Health and Safety-İş Sağlığı ve Güvenliği” olan toplam 2 makale bulunmuş olup bunların hiçbirinin Endüstri Mühendisliği, Yöneylem Araştırması, Yönetim, Yönetim Bilimleri, Güvenlik Bilimleri…vb alanlarda yapılmadığı tespit edilmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde “personnel assignment-personel atama” ve “goal programming” olan toplam 4 makale bulunmuş olup bunların 3 tanesinin Endüstri Mühendisliği ve Yöneylem Araştırması alanlarında yapıldığı tespit edilmiştir. Bunlardan matematiksel modelleme içeren 1 tanesi incelenmiştir.

“Personnel Assignment-Personel Atama” için;

Yukarıdaki arama kriterleriyle içerisinde matematiksel model olan toplam 3 makaleye ulaşılmıştır. Bu makaleler aşağıdaki listedeki gibidir;

Çizelge 3.2. Personnel assignment-personel atama için bulunan makaleler listesi

No	Yazar, YIL	Problem	Model/Çözüm Yöntemi	Çalışılan Alan
1	Alain Billionnet, 1999	Personel Atama	Tamsayılı Programlama	Yönetim
2	Deng Kui Huang, Huan Neng Chiu, Ruey Huei Yeh, Jen Huei Chang, 2009	Personel Atama	Çok Amaçlı Doğrusal Atama Modeli	Yönetim
3	Levent Karamalak, Ihsan Sabuncuoglu, Altan Ozkil, 2014	Personel Atama	Doğrusal Atama Modeli	Yönetim

Goal Programming-Hedef Programlama için;

- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "goal programming-hedef programlama" ve "audit-denetim" olan toplam 114 makale bulunmuş olup bunların hiçbirinin Endüstri Mühendisliği, Yöneylem Araştırması, Yönetim, Yönetim Bilimleri,…vb alanlarda yapılmadığı tespit edilmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "goal programming-hedef programlama" ve "inspector-müfettiş/denetmen" olan toplam 9 makale bulunmuş olup bunların 1 tanesinin Endüstriyel Ergonomi alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bu 1 tane makale de matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle incelenmemiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "goal programming-hedef programlama" ve "public organization-kamu kurumu" olan toplam 249 makale bulunmuş olup bunların 2 tanesinin Yöneylem Araştırması alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bunlardan matematiksel modelleme içeren 1 tanesi incelenmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "goal programming-hedef programlama" ve "OHS-İSG-İş Sağlığı ve Güvenliği" olan toplam 8 makale bulunmuş olup bunların 2 tanesinin Güvenlik Bilimleri alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bu 2 makale de matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle incelenmemiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "goal programming-hedef programlama" ve "OHS-Occupational Health and Safety-İş Sağlığı ve Güvenliği" olan toplam 33 makale bulunmuş olup bunların 3 tanesinin Güvenlik Bilimleri alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bu 3 makale de matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle incelenmemiştir.

"Goal Programming-Hedef Programlama" için;

Yukarıdaki arama kriterleriyle içerisinde matematiksel model olan toplam 1 makaleye ulaşılmıştır. Yukarıdaki arama kriterlerinden farklı olarak makalenin başlığında, özetinde veya anahtar kelimesinde ilgili kelimelerin aratılması sonucu da bulunan makalelerden içinde matematiksel model olanlar (4 adet) bir sonraki sayfadaki çizelgeye eklenmiştir;

Çizelge 3.3. Goal programming-hedef programlama için bulunan makaleler listesi

No	Yazar, YIL	Problem	Model/Çözüm Yöntemi	Çalışılan Alan
1	Antreas D. Athanassopoulos, Dimitris Giokas, 1998	Hedef Programlama	Atama Modeli	İletişim
2	Öner Esen, Eyüp Çetin, Seda Tolun Esen, 2008	Hedef Programlama	Karışık Tamsayılı Lineer Olmayan Hedef Programlama Modeli	Sağlık
3	Ramakrishnan Ramanathan, 2012	Hedef Programlama	AHP Modeli	e-Ticaret
4	Behnam Fahimnia, Armin Jabbarzadeh, 2016	Hedef Programlama	Çok Amaçlı Hedef Programlama	Tedarik Zinciri
5	Thanh Van Tran, Hans Schnitzer, Gerhart Braunegg, Hai Thanh Le, 2017	Hedef Programlama	Tam Sayılı Programlama Modeli	Üretim

"Inspector-Müfettiş" için Web of Science SCI (Science Citation Index) üzerinden yapılan araştırmalarda;

- Başlığında "inspector-müfettiş" olan toplam 151 çalışma bulunmuştur.
- Bu 151 çalışmadan Endüstri Mühendisliği alanında yapılan toplam 6 çalışmadan 5 tanesinin tam metnine ulaşılmıştır. Ancak bu çalışmalar müfetişlerle ilgili sosyal alanda yapılan çalışmaları içermekte olup, çalışmalar içerisinde herhangi bir matematiksel modelleme bulunmaması sebebiyle incelenmemiştir.
- Yine aynı şekilde bu 151 çalışmadan Yöneylem Araştırması Yönetim Bilimleri alanında yapılan 6 çalışmanın tamamının tam metnine ulaşılmıştır. Bu çalışmaların 5 tanesi bir önceki maddedeki 5 tanesi ile aynıdır. Farklı olan 1 tanesi incelenmiş ve matematiksel model içerdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 3.4. İnspector-müfettiş alanında yapılan çalışmalar listesi

No	Yazar, YIL	Problem	Model/Çözüm Yöntemi	Çalışılan Alan
1	Ralf Borndörfer, Guillaume Sagno, Thomas Schlechte, Elmar Swarat, 2016	Çizelgeleme	Tam Sayılı Programlama Modeli	Ulaşım

"OHS (Occupational Health and Safety) audit-İş Sağlığı ve Güvenliği Denetimi " için Science Direct üzerinden yapılan araştırmalarda;

- Başlıklarında "OHS-İSG" ve "audit-denetim" olan 5 makale bulunmuş olup, bu 5 makalenin 4 tanesine ulaşılmıştır. Bu 4 makalede sosyal anlamda denetimle ilgili içeriğin bulunması ve herhangi bir matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle detaylı incelenmemiştir.
- Anahtar kelimelerinde "OHS-İSG" ve "audit-denetim" olan 2 makale bulunmuş olup, bu 2 makaleden bir tanesi bir önceki maddedeki makalelerden bir tanesidir. Geriye kalan 1 makalenin de matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle detaylı incelenmemiştir.
- Başlığında "OHS-İSG" ve anahtar kelimesinde "audit-denetim" olan 4 makale bulunmuş olup, bu 4 makalenin hepsi de iki önceki maddedeki 4 makale ile aynıdır. Dolayısıyla bu 4 makalede sosyal anlamda denetimle ilgili içeriğin bulunması ve herhangi bir matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle detaylı incelenmemiştir.
- Anahtar kelimesinde "OHS-İSG" ve başlığında "audit-denetim" olan 2 makale bulunmuş olup, bu 2 makalenin hepsi de iki önceki maddedeki 2 makale ile aynıdır. Dolayısıyla bu 2 makalede sosyal anlamda denetimle ilgili içeriğin bulunması ve herhangi bir matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle detaylı incelenmemiştir.

"OHS (Occupational Health and Safety) audit-İş Sağlığı ve Güvenliği Denetimi" için Web of Science SCI (Science Citation Index) üzerinden yapılan araştırmalarda;

- Başlığında "ohs (occupational health and safety) audit-iş sağlığı ve güvenliği denetimi" olan toplam 4 çalışma bulunmuştur.

- Bu 4 çalışmadan Endüstri Mühendisliği alanında yapılan toplam 3 çalışmadan tamamının tam metnine ulaşılmıştır.
- Yine aynı şekilde bu 4 çalışmadan Yöneylem Araştırması Yönetim Bilimleri alanında yapılan 3 çalışmanın tamamının tam metnine ulaşılmıştır.

Yukarıdan belirtilen makaleler aynı makaleler olup *OHS (Occupational Health and Safety) audit-İş Sağlığı ve Güvenliği Denetimi* konularında Science Direct üzerinden ulaşılan makalelerle aynıdır.

Rostering-Listeleme için;

- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "rostering-listeleme" ve "mathematical model-matematiksel model" ve "mathematical modelling-matematiksel modelleme" olan toplam 6 makale (her iki arama için ortak) bulunmuş olup bunların 4 tanesinin Yöneylem Araştırması alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bunlardan matematiksel modelleme içeren 2 tanesi incelenmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "rostering-listeleme" ve "mathematical programming-matematiksel programlama" olan toplam 9 makale bulunmuş olup bunların 4 tanesinin Yöneylem Araştırması alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bunların 2 tanesinin bir önceki arama kriteriyle bulunan makalelerle aynı olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan hariç matematiksel modelleme içeren 1 tanesi incelenmiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "rostering-listeleme" ve "audit-denetim" olan toplam 2 makale bulunmuş olup bunların Sağlık Bilimleri (Abelik) alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bunların hiçbirinin matematiksel model içermemesi sebebiyle incelenmemiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "rostering-listeleme" ve "inspector-müfettiş/denetmen" olan hiçbir çalışma bulunamamıştır.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "rostering-listeleme" ve "public organization-kamu kurumu" olan toplam 1 makale bulunmuş olup bunun da Donanım ve Sistem alanında yapıldığı tespit edilmiştir. Bu makale de matematiksel modelleme içermemesi sebebiyle incelenmemiştir.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "rostering-listeleme" ve "OHS-İSG-İş Sağlığı ve Güvenliği" olan hiçbir çalışma bulunamamıştır.

- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "rostering-listeleme" ve "OHS-Occupational Health and Safety-İş Sağlığı ve Güvenliği" olan hiçbir çalışma bulunamamıştır.
- Çalışma özet, başlık ve anahtar kelimesinde "rostering-listeleme" ve "goal programming" olan toplam 5 makale bulunmuş olup bunların 2 tanesinin Endüstri Mühendisliği ve Yöneylem araştırması alanlarında yapıldığı tespit edilmiştir.

"Rostering-Listeleme" için;

Yukarıdaki arama kriterleriyle içerisinde matematiksel model olan toplam 5 makaleye ulaşılmıştır. Bu makaleler Çizelge 3.5'deki gibidir;

Çizelge 3.5. Rostering-Listeleme için bulunan makaleler listesi

No	Yazar, YIL	Problem	Model/Çözüm Yöntemi	Çalışılan Alan
1	Sydney C.K. Chu, 2007	Listeleme	Hedef Programlama Modeli	Havacılık
2	Christos Valouxis, Christos Gogos, George Goulas, Panayiotis Alefragis, Efthymios Housos, 2012	Listeleme	Tamsayılı Programlama Modeli	Sağlık
3	Hung-Tso Lin, Yen-Ting Chen, Tsung-Yu Chou, Yi-Chun Liao, 2012	Listeleme	Hedef Programlama Modeli	Hizmet
4	Marta Mesquitaa, Margarida Moz, Ana Paias, Margarida Pato, 2015	Listeleme	Karışık Tamsayılı Doğrusal Programlama Mdoeli	Ulaşım
5	Tai-Hsi Wu, Jinn-Yi Yeh, Yueh-Min Lee, 2015	Listeleme	Tamsayılı Programlama Modeli	Sağlık

Görev atama ve Personel atama konularında YÖK üzerinden yapılan araştırmalarda ise Çizelge 3.6'daki listedeki tezlere ulaşılabilmiştir;

Çizelge 3.6. Literatür çalışması listesi (Tez)

No	Yazar, YIL	Problem	Model/Çözüm Yöntemi	Çalışılan Alan
1	Canan ERSAN, 2010	(Kapı) Atama Problemi	Karesel Atama Modeli	Havacılık
2	Bağlan SARSENOV, 2011	(Filo) Atama Problemi	Doğrusal Atama Modeli	Havacılık
3	Sema ÖZÇELIK, 2011	Personel Atama Problemi	Doğrusal Atama Modeli	Üretim

Yukarıda Çizelge 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 ve 3.6'da belirtilen çalışmalara ait özet bilgiler bir sonraki sayfada sıralanmıştır;

Bookbinder ve Edwards (1989) çalışmalarında klasik okul servisi çizelgeleme problemini ele almışlardır. Doğrusal Atama Modeli oluşturarak problemi çözmüşlerdir.

Dodin ve Elimam (1997) çalışmalarında denetim firmalarının, görevleri denetlemek için denetçileri görevlendirmek gibi karmaşık bir işle karşı karşıya kalmaktadırlar. Çizelgeleme, firmanın en iyi zamanlamanın belirlenmesinde gerçek yaşam konularını dikkate alması gerektiği için daha karmaşık hale gelir. Bu konular arasında, denetçilerin görevlerini değiştirmekten kaynaklanan kurulum süreleri ve maliyetler ile denetim görevleri arasındaki liderlik ve gecikme ilişkileri yer alır. Çalışmada oluşturulan modelde amaç fonksiyonu denetlenen ile denetleyen arasındaki uyuşmazlığı, görevler arasında geçen boş zamanın ve görevin geecikmesini minimize edecek şekilde oluşturulmuştur. Model detayında ise aynı anda birden fazla görevin yapıldığı, bir denetim görevi bitmeden diğerine başlanıldığı gibi detaylar da düşünülerek modelleme yapılmıştır. Hazırlanan bu tez çalışmasında ise denetim görevinin ne kadar süreceği bilinmediği için bu detaylara girilmeden model oluşturulmuştur.

Moon, Kim ve Hur (2002) çoklu ürün tedarik sürecinde alternatif makine ve sıralamaları, sıralamaya bağlı kurulumu ayarlarını ve farklı bitiş zamanlarını dikkate alan bir matematiksel model kurmuşlardır. Burada da işlem zamanalrı dikkate alınarak notasyonlar oluşturulmuş ve modellenmiştir. Bu tez çalışmasında ise daha önce de belirtildiği üzere

denetim zamanları dikkate alınmamış, sadece hangi dönem programa alınması gerektiği dikkate alınmıştır.

French ve Wilson (2005) üretim sektöründeki genel sorunlardan biri olan makine-iş atamasını konu almışlardır. Makinelerde işlem dizisi olduğu, makinelerin de belirli bir kapasitesi olduğu, her bir işin tam olarak bir makineye atandığı durumu model alan bir doğrusal atama modeli ve sonrasında sezgisel olarak gelişmiş bir algoritma geliştirmişlerdir.

Sampson (2006) çalışmasında gönüllü işgücü atamasının geleneksel işgücü atamasından farkını ele almıştır. Değişken maliyet, çalışan istihdamı, görev ataması ve gelecekteki işgücü erişilebilirliği ve işgücünün uygunluğu kriterlerine göre farklılıklar ifade edilmiştir. Bu durumları dikkate alarak matematiksel modelle çözüm yapmıştır.

Corominas, Olivella ve Pastor (2010) çalışanların göreve göre tecrübesinin değiştiği durumlarda atama ve çizelgeleme probleminde bir dizi görevin bir dizi çalışana atanmasını konu alan çalışmalar yapmışlardır. Çalışmalarında amaç fonkisyonunu görev setinin tamamlanma zamanını minimize etmek olarak varsaymışlardır. Sorunu çözmek için alternatif seçenekleri bir araya getiren farklı doğrusal atama model formülasyonları önermişler ve bu formülasyonlar birkaç örnekle test edilmiştir.

Alidaee, Gao ve Wang (2010) değişken sayılarının üstel olarak arttığı çoklu kaynaklı genelleştirilmiş atama problemi için son 20 yılda literatürde bir çok çalışmanın olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında önceki araştırmalardaki modelleri özel durum olarak içeren kompact bir atama modeli sunmuşlardır. Önerilen model çoklu kaynaklı genelleştirimiş atama problemi modelidir.

Lequy, Desaulniers ve Solomon (2012) parçalanamayan işlerin çoklu etkinlik atama sorununu çevre bilimlerinde ele alan iki aşamalı karışık tamsayılı programlama modeli sunmuşlardır.

Grosse, Glock ve Jaber (2013) yeniden sipariş verme sistemlerinde çalışanların öğrenme ve unutmalarının etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında bu konuyu dikkate alan bir matematiksel model sunmuşlardır.

Tuncel ve Topaloğlu (2013) elektronik üretim firması için montaj hattı dengeleme üzerine bir çalışma yapmışlardır. Burada iş parçasının pozisyonuna göre farklı makinelerde operasyonların olduğu, bazı iş parçalarının kesinlikle belirli işleme merkezlerinde işlendiği, teknolojik nedenlerle diğer iş parçalarının bu işleme merkezlerine atanamadığı, gerekli olan üretim oranında hat etkinliğini artırmak ve çevrim zamanının aşılmaması için paralel hatlara izin verildiği bir üretim montaj hattı dikkate alınmıştır. Model başlangıçta 0-1 tamsayılı programlama modeli kurulmuştur.

Setzer ve Bichler (2013) sunucu konsolidasyon problemi olarak bilinen görsel makinelerin fiziki sunuculara atanması problemini ele almışlardır. Bunu doğrusal atama problemi olarak modellemiş ve çözmüşlerdir.

Das ve Göçken (2014) proje tekliflerine uzmanların atanmasını ele alan bir çalışma yapmışlardır. Bununla ilgili bulanık atama modeli önermişlerdir.

Carello ve Lanzarone (2014) hastane yerine evlerde verilen tıbbi, paramedical ve sosyal hizmetlerdeki görevli personel atamasını minimize edecek şekilde bir model oluşturmuşlardır.

Zhen (2015) çalışmasında görevin; bir tanesinin deterministik, diğerinin işyükünün durumuna göre belirsiz olduğu 2 parçaya bölündüğü tipik atama problemini ele almıştır. Stokastik açıdan bakıldığında bu çalışma hem işyükü gereksinimlerin görevlere rastgele dağılım yapıldığı stokastik programlama modeli hem de olasılık dağılımlarıyla ilgili sınırlı bilginin olduğu durumlarda güçlü bir optimizasyon modeli önermektedir. Uygulamanın bir örneği bir yazılım projesinde yapılmıştır. Önerilen modelin etkinliğini ve iki model arasındaki farkı doğrulamak için sayısal deneyler yapılmıştır.

Guler, Keskin, Döyen ve Akyer (2015) çalışmalarında Araştırma Görevlilerinin kıdemli akademik personelle birlikte üniversitenin temelini oluşturdukları, Araştırma Görevlilerinin öncelikle lisans mezunu öğrenciler olduğu ve bir çok akademik ve idari görevlerde yer aldıkları belirtilmiştir. Bu görevlerin her dönemin başında atandığı ve amacın profesör ve araştırma görevlilerinin taleplerine göre adil bir görev dağılımı yapmak olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada endüstri mühendisliği bölümündeki araştırma görevlilerine görev ataması yapan bir Amaç Programlama modeli geliştirilmiştir. Model oluştururken bazı katı kurallara

uyulmuştur (Her asistana bir görev atamak gibi). Bunlar hard constraint olarak değerlendirilmiştir. Adil dağılım da soft constraint olarak modellenmiştir. Soft constraintlerden sapma cezalarına Analitik Hiyerarşi Prosesine göre karar verilmiştir. Önerilen Amaç Programlama modeli aynı Araştırma Görevlisi'ne takip eden dönemlerde aynı görevlerin atanmasından kaçınmaktadır. Önerilen model daha önce elle yapılan atamalara göre daha iyi bir çizelgeleme önermektedir. Makalede görevler akademik görevler ve idari görevler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Atamalar Araştırma Görevlilerinden sorumlu bir başkan ve Araştırma görevlisi temsilcisi olarak adlandırılan kıdemli Araştırma Görevlisi tarafından yapılmaktadır. Kıdemli Araştırma Görevlisi ortalama 2 gününü bu işe adamaktadır. Hazırlanan görev dağılımı da ortalama 40 insan-saat sürmektedir. Makalenin genel olarak amacı şöyledir;

1. Master ve Doktora gruplarındaki Araştırma Görevlilerine eşit akademik ve idari görevler vermek.
2. Profesörlerin ve Araştırma Görevlileri'nin tercihlerini dikkate almak.
3. Yapışan görevlerin rotasyonunu sağlamak

Modelde dikkate alınan durumlar;

1. Akademik ve İdari görevler
2. Görevlerin rotasyonu
3. Araştırma Görevlilerinin görevlerle ilgili verdikleri puanlar
4. Birbiriyle çakışan görevler
5. Birbiriyle çalışmak istemeyen Araştırma Görevlileri

Calleja, Corominas, Villoria ve Pastor (2016) iş parçalarının uzunluğunun iş istasyonlarının genişliğinden daha büyük olduğu montaj hattı dengeleme problemini ele almışlardır. Problem klasik montaj hattı dengeleme probleminden, iş parçasının belirli bir oranının veya ardışık iki iş parçasının herhangi bir istasyonda ulaşılabilir olması yönüyle ayrılır. Bununla ilgili metasezgisel bir atama problemi sunmuşlardır.

Casazza ve Ceselli (2016) ağırlık olarak bilinen setlerin, sınırlı kapasitedeki kutulara, kutuların kapasitesini aşmayaca şekilde aktarılmasını dikkate alan bir çalışma yapmışlardır. Model, minimum kutu kullanılacak şekilde oluşturulmuş ve çözülmüştür.

Billionnet (1999) çalışmasında yüksek kalifiyedeki işçilerin daha az kalifiyedekilerin yerine geçebildiği, ancak tersinin mümkün olmadığı hiyerarşik işgüçü planlaması ele alınmıştır. Günlük işgücü ihtiyacı değişebilmektedir, ancak her çalışanın "n" gün tatil hakkı vardır. Bu problem Hung (1994) tarafından ele alınmıştır ve işgücü karışımlı ve toplam maliyeti en azlayan bir model sunulmuştur. Bu çalışmada bu tür sorunlar için tamsayılı programlama modelinin uygun olduğu gösterilmiştir.

Huang, Chiu, Yeh ve Chang (2009) çok amaçlı personel atama problemlerinde bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımı üzerine bir çalışma yapmışlardır. Başlangıçta atama problemi modeli oluşturup daha sonra bu modeli sezgisel bir algoritma ile çözmüşlerdir.

Karamalak, Sabuncuoğlu ve Özkıl (2014) çalışmalarında hiyerarşik organizasyonların, özellikle devlet kurumlarının, kendi piramidal yapılarındaki çalışanlarının promosyon ve/veya atamalarından kaynaklanan sürekli eğitim ihtiyaçları ile bilindiği, insan kaynakları yönetiminde iş analizi/iş tanımı, işe alma/seçme, atama, performans değerlendirme ve kariyer planlama fonksiyonlarında bilimsel ve akılcı yöntemlerin kullanılmasının eğitim maliyetlerini azalttığı, bu çalışmada, eğitim maliyetlerini düşürmek ve uzmanlık düzeyini artırmak için yeni metodolojiler zinciri (maliyet-etkin ders planlama modeli (CECPM)) geliştirildiği belirtilmektedir. Geliştirilen bu metodoloji, insan kaynaklarında şu adımlarla gerçekleştirilir; 1.Görev Tanımlama Matrisinin ölçülebilir birimlerde her bir çalışan için gerekli olan eğitim miktarının belirlendiği İş Analizi ve İş Tanımı adımı, 2. Bir çalışanın kariyeri için asgari eğitim maliyetlerinin ağ akış modeli kullanılarak belirlendiği Kariyer Matrisi adımı, 3. analitik hiyerarşi süreci, doğrusal programlama ve Pareto analizinden oluşan bir karar destek sistemi öneren Atama Adımı. Sonuçlar, önerilen sistemin insan-pozisyon uyumluluğu ve kişilerin tercihlerini dikkate alan minimum eğitim ihtiyacını sağladığını göstermiştir.

Athanassopoulos ve Giokas (1998) çalışmalarında monopolistik koşullar altında faaliyet gösteren devlete ait işletmelerin göreceli verimliliğini değerlendirmek için yöntemler önermişlerdir. Modeller incelenmiş ancak bu tez çalışması ile bir ilgisi tespit edilememiştir.

Öner, Eyüp ve Esen (2008) çalışmalarında kanser hücrelerinin toplam ağırlıklı zararını maksimize etmek, toplam ağırlıklı yan etkiyi minimize etmek ve toplam doza bağlı terapi maliyeterini en aza indirgemek amaçlı 3 hedefi olan yakın optimizasyon

immünokemoradyoterapi modeli geliştirmişlerdir. Bu çalışmayı yaparken askeri yöneylem araştırmasındaki Silah-Hedef Atamasından esinlenmişlerdir. Çok amaçlı bu yapı hedef programlama aracılığıyla tek amaca dönüştürülmüştür. Önerdikleri model Karışık Tamsayılı Lineer Olmayan Hedef Programlama Modelidir. Çalışmalarında klinik olmayan varsayımsal bir örnek, MS Excel'in Çözücü aracını kullanarak güçlü bir elektronik tablo aracı olarak çözülmüştür. Elde edilen teorik sonuç, özellikle tek-amaçlı programın sonucuyla karşılaştırıldığında oldukça etkileyici olmuş ve hem askeri hem de tıbbi operasyonların bir karışımı olmuştur.

Ramanathan (2012) geleneksel mağazalar gibi e-ticaret sitelerinin de müşterileri kazanmak ve korumak için çeşitli performans kriterleri sunması gerektiğini belirtmiştir. Literatürde bir dizi e-ticaret performans kriteri belirlenmiştir. Bir e-ticaret web sitesinin yöneticisi açısından, müşterilerin bu performans kriterlerine bağlı göreli önem seviyeleri önemlidir. Ramanathan çalışmasında bu önem seviyelerini tahmin etmek için analitik Hiyerarşi Prosesi Tabanlı bir matematiksel modelleme önermiş ve hedef programlama ile bütünleştirmiştir.

Fahimnia ve Jabbarzadeh (2016) tedarik zinciri tasarım düzeyinde sürdürülebilirlik-esneklik ilişkisini keşfetmeyi amaçlayan çalışmalar yapmışlar ve dinamik sürdürülebilir pazarlık gerçekleştirmek ve "esnek sürdürülebilir" tedarik zinciri tasarlamak için kullanılabilecek sürdürülebilirlik performans puanlama yöntemi ve stokastik bulanık hedef programlama yaklaşımı içeren çok yönlü bir optimizasyon modeli geliştirmişlerdir.

Tran, Schnitzer ve Braunegg (2017) daha temiz üretim programlarında seçim alternatiflerini kolaylaştırmak için optimize edilmiş bir matematiksel modelleme sunmak amaçlı çalışmalar yapmışlardır. Bunun için bir tamsayılı programlama modeli önermişlerdir. Verilen kısıtlamalar ile model, hangi objelerin ve hangi alternatiflerin inovasyon için en uygun hedefi elde edebileceğini tanımlar.

Borndörfer, Sagno, Schlechte ve Swarat (2016) geçiş ücreti uygulayan müfettişler için optimal görev çizelgeleme konusunda çalışmışlardır. İlgilendikleri konu genel hatlarıyla ağır kamyonların ücretinin ödenmesi için Alman otoyollarında müfettişlerin mobil turlarını planlama sorunudur. Aslında yaptıkları çalışma araç rotalama probleminin spesifik bir örneğidir. Buna ek olarak turlardaki mürettebatı çizelgelemek için özelleştirilmiş bir

personel çizelgeleme modeli geliştirmişlerdir. Bunları tam sayılı programlama modeli kurarak elde etmişlerdir.

Chu (2007) işgücü planlamasında hedef programının çok kullanışlı bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında sabit uzunluktaki bir görevin belirli bitişik saatteki işlerden oluştuğunu, yemel ve dinlenme aralarının genelde tercihen bu çalışma saatlerinin ortasında bir saatte olduğunu belirtmiş ve bunların planlamasına esnek hedef programlama modelini önermiştir. Çalışmasını Hong Kong havalimanının bagaj servisinde görevli çalışanları üzerinde uygulamış ve önerilen modelle hem mümkün, hem değişken iş şartlarını sağlayan ve hem de boş zamanları optimum yapan bir çözüm elde edilmiştir.

Valouxis, Gogos, Goulas ve Housos (2012) hemşire çizelgeleme problemi büyüklüğü ve karışıklığı sebebiyle gerçek yaşamdaki problemlerin etkin bir şekilde çözülmesinin zor olduğu bir NP-zor kombinatoryel problemlerden biri olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada 2 aşamada çözüm yapılmıştır. Birinci aşamada her bir hemşirenin haftanın her bir günü eşit işyükünün olduğu, ikinci aşamada da günlük vardiyaların atandığı planlama yapılmıştır. Bunlara ek olarak hemşirelerin kısmi programlarının uygulandığı yerel optimizasyon teknikleri kullanılmıştır. Bu çalışmalar birçok kez bilgisayar yardımıyla çözülmüş ve optimal çözümler elde edilmiştir.

Lin, Chen, Chou, ve Liao (2012) hizmet sektöründe yer alan personelin çizelgelemesini ele almışlardır. Bu çalışma çok fonksiyonlu çalışanların farklı tipteki işlere atanmasını ve belirli bir zaman dilimi içerisinde mevcut ve ulaşılabilen işyükünün vardiyalar arasında değiştiği durumda vardiyaların çizelgelenmesini içermektedir. Bunun için doğrusal hedef programlama modeli önerilmiş ve önerilen modelin doğru işçilerin doğru işe, doğru işçilerin birlikte bir işte çalıştığı ve vardiyaların daha dengeli olduğu bir model olduğu belirtilmiştir.

Mesquitaa, Moz, Paias ve Pato (2015) araç sürücülerinin boş günlerini de dikkate alan, etkinliği artıran, işletme maliyetini azaltan, aynı esnada hizmet kalitesini ve sürücülerin iş yükünü dengeleyen bir sürücü listeme problemini ele alan karışık tamsayılı bir doğrusal atama modeli oluşturmuşlardır.

Wu, Yeh ve Lee (2015) hem tipik bir hastane ortamının kurallarını karşılayan bir model geliştirmeyi, hem de yayınlanmış araştırma verilerine göre bir yerel hastanenin

gereksinimlerine dayanan bir çalışma yapmışlardır. Çalışma kapsamında öncelikle hemşire çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Hemşire çizelgeleme probleminin kombinatoryel yapısı gereği bu karışık hemşire çizelgeleme problemi için parçacık sürüsü optimizayonu yaklaşımı önerilmiştir. Adaletli bir vardiya dağılımı amaç fonksiyonu olarak düşünüldüğünde, yapılan hesaplamalar parçacık sürüsü optimizasyonunun optimal çözümü sağladığı görülmektedir.

Ersan (2010) havaalanı işletmeciliğinin son derece hizmet yoğun bir faaliyet olduğu, havacılığın genel olarak yüksek profilde bir müşteri kitlesine sahip olması nedeniyle yüksek kalite ve performans beklentisinin mevcudiyeti olduğunu ifade etmiştir. Bu beklenti; zamanında, hatasız, etkin maliyetli çözümler gerektirmektedir. Bu çalışma ile bir havalimanında en önemli maliyet unsuru kabul edilen geliş ve gidişlerde uçakların kapı yanaşmalarının optimize edilmesini sağlayan Kapı Atama Problemi'nin çözümüne yönelik bir uygulamanın ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu çalışmada, havalimanındaki mobil olmayan kaynaklardan biri olan kapıların kullanımlarının eniyilemesi ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılan çözüm metotları, araçlar ve teknikler incelenmiştir. Kapı atama problemi tanımlanırken Atatürk havalimanındaki gerçek maliyet unsurlarından yola çıkılarak 'kapıların kullanım oranının' artırılmasının birincil amaç fonksiyonu olmasına karar verilmiştir. En uygun başlangıç çözümünün bulunması için farklı algoritmalar tasarlanmıştır. Bu algoritmalar ile elde edilen sonuçlar üzerinde tabu arama uygulanmıştır. Son olarak, Atatürk Havalimanı Dış Hatlar Terminali'nden temin edilen veri üzerinde algoritma ve teknikler test edilmiştir. Sonuçlar üzerinde test ve analizler yapılmıştır.

Sarsenov (2011) hava trafik yoğunluğunun gün geçtikçe artması havaalanlarının mevcut kapasitelerinin arttırılmasına yönelik karar destek sistemlerinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu çalışmada öncelikle havaalanı sıklıkla karşılaştıkları bir problem olan uçak ataması problemine ilişkin yapılan çalışmalar, problemin çözümüne yönelik olarak geliştirilen yöntemler ve uygulama sonrası elde edilen iyileştirmeler ele alınacaktır. Havayolu Şirketleri için ciddi maliyet artışlarına sebep olan filo ataması problemi, "doğru uçuşa doğru uçağın atanması" sorununun çözümü için gereklidir. Türkiye"nin önde gelen havayolu olan "Türk Hava Yolları"nın verileri kullanılarak, yöneylem araştırması tekniği ile bir Filo Atama Modeli kurulmuştur. Bu modelin amacı, maliyeti minimum yapacak şekilde uygun filoları uygun uçuşlara atamak ve havaalanlarında geceleyin yerde bulunan optimal uçak sayılarını belirlemektedir. Modelin amaç fonksiyonunu oluşturmak için öncelikle ikili

ve tamsayı değişkenler seçilmiştir. Sonra her filo tipi için işletme masrafları ve yolcu kayıp masrafları hesaplanmıştır. Bu değerler her uçuşun bekleme talebine, standart sapmasına ve tekrar alım oranına göre hesaplanmıştır. Amaç fonksiyonu oluşturulduktan sonra uçak kapsama, uçak denge ve uçak müsaitlik kısıtları belirlenmiştir. Sonraki aşamada Filo Atama Modeli kurulup, bu model Lindo optimizasyon programı ile kodlanıp maliyeti minimum yapacak şekilde filoların uçuşlara atanmasını sağlayan optimal bir çözüm elde edilir.

Özçelik (2011) personel atamanın, emek yoğun üretim sistemlerinde verimliliği, dolayısıyla karlılığı etkileyen önemli kararlardan biri olduğunu, emek yoğun üretim sistemlerinin genellikle küçük, basit ve ucuz makine ve ekipmanlar gerektirdiğini, bu sistemlerde üretim personelinin, makine yoğun üretim sistemlere göre sayıca daha fazla olduğunu ve personel atamasının hattın hızını direkt olarak etkilediğini belirtmiştir. Pratik uygulamalarda üretim faaliyetlerini gerçekleştirmek üzere personelin performansı, kabiliyeti önemli bir kısıt iken; literatürde personel atama problemlerinde bu kısıt göz ardı edilmektedir. Personel atama kararlarının niteliği ve doğruluğu büyük ölçüde atanan personelin deneyimine, yetkinliğine, işe uyumuna, performansına ve kişisel özelliğine bağlıdır. Personel atama problemi için önerilen yaklaşım 3 aşamadan oluşmaktadır: Birinci aşama; personel performanslarının değerlendirilmesinde kullanılacak kriter/alt kriter önceliklerinin bulanık AHP yöntemi kullanılarak belirlenmesi. Ikinci aşama; nitel ve nicel alt kriterler temelinde personellerin performansını değerlendirirerek alfa kesme yöntemi ile personel performans değerlerinin elde edilmesi ve performansa dayalı personel kategorilerinin oluşturulması. Üçüncü aşama; karışık tamsayılı doğrusallaştırılmış programlama modeli kurarak aylık ürün talebini karşılamak üzere üretim hatlarına optimum personel ve ürün atamasının gerçekleştirilmesi. Personel atama optimizasyonunda amaç, yetenek seviyesi ile atanan personel miktarı çarpımını minimize etmek olarak belirlenmiştir. Böylece yetkin personel ataması minimize edilecek ve daha sonraki atamalarda esneklik sağlanacaktır. Metodolojinin, gerçek yaşamda uygulanabilirliğine perspektif oluşturmak için bir elektronik firmasında uygulaması yapılmıştır. Yapılan tezde, tüm üretim zamanları ve talepler deterministiktir, bir üretim hattına sadece bir çeşit ürün atanabilirken, talep bölünebilmektedir.

Yukarıda, literatür araştırmasında ulaşılabilinen çalışmalara ait bilgiler özet şekilde verilmiştir. Bu çalışmaların hepsi detaylı bir şekilde incelenmiş, ancak daha önce de belirtildiği üzere bu tezde yapılan çalışmaya benzer veya örnek teşkil edilebilecek şekilde faydalanılabilecek herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır. Denetim elemanlarına görev

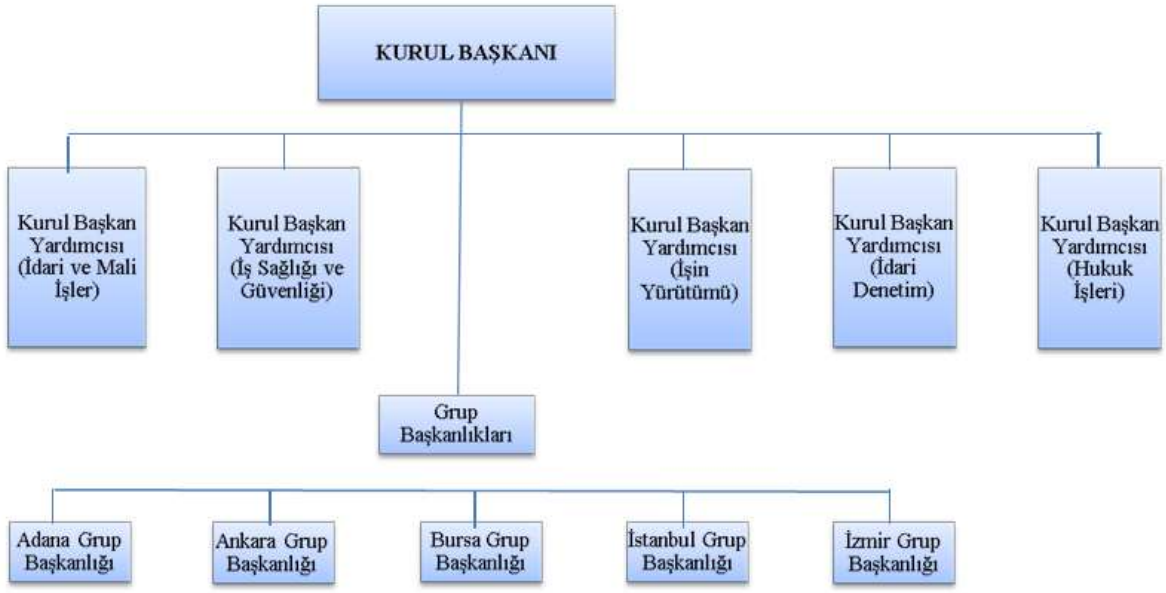
atamasına en yakın örnek olarak gösterilebilecek çalışma Borndörfer ve diğerlerinin (2016) karayollarında geçiş ücreti uygulayan müfettişler için optimal görev çizelgeleme konusundaki çalışmalarıdır. Ancak bu çalışma bile bizim çalışmamızdan oldukça farklıdır. Bu çalışmada Alman otoyollarında görev yapan müfettişlerin mobil turlarını planlama sorunu ele alınmış ve tam sayılı programlama modeli kurularak bir nevi araç rotalama problemi ele alınmıştır.

4. SİSTEMİN ANALİZİ, PROBLEMİN TANIMI

4.1. Sistemin Analizi

Türkiye'de çalışma hayatı ile ilgili en üst seviyedeki kurum T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'dır. Bakanlık, bünyesinde çalışma hayatı ile ilgili çeşitli birimleri barındırmaktadır. Bunlardan biri denetim birimi olan İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'dır. İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'nda görevli yaklaşık 1000 iş müfettişi; her ay sahada Devlet adına denetim görevini icra etmektedir.

İş Teftiş Kurulu Başkanlığı bünyesinde, "idari teftiş" ve "iş teftişi" faaliyetlerinin organizasyonu ve yürütülmesi amacıyla çalışma grupları oluşturulmuştur. Şekil 4.1'de oluşturulan bu çalışma grupları gösterilmiştir.



Şekil 4.1. İş teftiş kurulu başkanlığı idari yapısı

Bu çalışma gruplarının görevleri şunlardır:

a) İdari ve Mali İşler Çalışma Grubu: Hizmet içi eğitim, müfettiş yardımcısı alımı, bütçe, halkla ilişkiler, yayın, tanıtım, otomasyon sistemi ve benzeri işler.

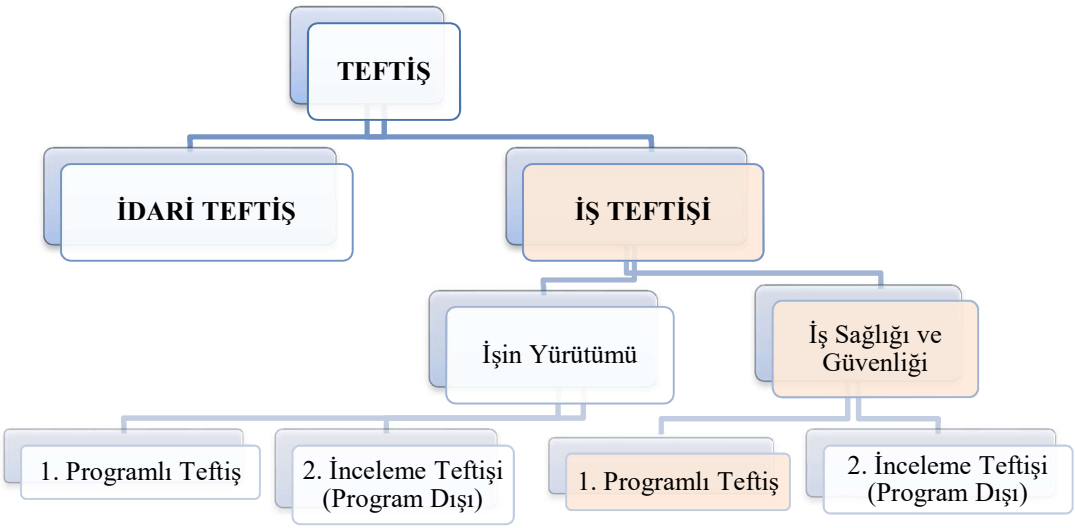
b) İş Sağlığı ve Güvenliği Teftişi Çalışma Grubu: Maden işyerleri teftişi, yapı işyerleri teftişi, büyük endüstriyel kaza oluşabilecek işyerleri teftişi, kimya sanayi işyerleri teftişi, meslek hastalıkları, iş kazaları, program dışı teftişler, İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda belirtilen yetkilendirme ve belgelendirme işlemlerinin teftişi, eğitim kurumlarının denetim ve kontrolü işlemlerinin teftişi, ortak sağlık ve güvenlik birimlerinin denetim ve kontrolü işlemlerinin teftişi ve benzeri işler.

c) İşin Yürütümü Teftişi Çalışma Grubu: Bireysel ve toplu iş ilişkileri teftişi, işgücü piyasası ve işsizlik sigortası teftişi, il müdürlüklerinde işçi şikâyetleri incelemesi işlemlerinin teftişi, program dışı teftişler ve benzeri işler.

d) İdari Teftiş Çalışma Grubu: İdari inceleme, teftiş, soruşturma, ön inceleme ve benzeri işler.

e) Hukuk İşleri Çalışma Grubu: Mevzuat hazırlama, görüş oluşturma, teftiş raporlarının değerlendirilmesi ve benzeri işler. (2017)

İş Teftişi faaliyetleri kendi içinde İşin Yürütümü ve İş Sağlığı ve Güvenliği Teftişi olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Her bir bölüm içinde hem programlı hem de program dışı teftişler yürütülür. Bu çalışmanın konusunu, iş teftişi faaliyetleri içerisinde yer alan iş sağlığı ve güvenliği teftişi kapsamındaki programlı teftişler oluşturmaktadır.



Şekil 4.2. Teftiş ve türleri

Programlı teftişler, çalışma hayatındaki sorunların değerlendirilmesi ve önceliklendirilmesi sonucu belirlenen alanlarda veya sektörlerde yahut özel bir risk grubu hedeflenerek belirlenen işyerlerinde çalışma hayatı ile ilgili mevzuat hükümlerinin tamamının veya bir

kısmının uygulamalarının denetlenmesi amacıyla ve hedefler koyularak gerçekleştirilen teftişlerdir.

İncelemelerden oluşan program dışı teftişler ise programlı teftişler dışında kalan güvenlik raporu incelemesi ve ihbar, şikâyet vb. talepler üzerine veya Kurul Başkanlığına intikal ettirilen evraklardan teftiş hizmetiyle bağdaşır nitelikte olanların teftiş programına alınması sonucu gerçekleştirilen teftişlerdir.

İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'na bağlı 5 Grup Başkanlığı bulunmaktadır. Bunlar;

1. İş Teftiş Ankara Grup Başkanlığı
2. İş Teftiş İstanbul Grup Başkanlığı
3. İş Teftiş Bursa Grup Başkanlığı
4. İş Teftiş İzmir Grup Başkanlığı
5. İş Teftiş Adana Grup Başkanlığıdır.

Her Grup Başkanlığı'nın denetimi ile yükümlü oldu il sayıları birbirinden farklıdır. Şekil 4.3'te her Grup Başkanlığı'nın denetlemekle görevli olduğu iller harita üzerinde gösterilmiştir. Haritada sarı renk ile belirtilen iller Ankara Grup Başkanlığı'nın, yeşil renk ile belirtilen iller İstanbul Grup Başkanlığı'nın, mavi renk ile belirtilen iller Bursa Grup Başkanlığı'nın, kırmızı renk ile belirtilen iller İzmir Grup Başkanlığı'nın ve kahverengi renk ile belirtilen iller ise Adana Grup Başkanlığı'nın denetimini yapmakla yükümlü oldukları illeri göstermektedir.



Şekil 4.3. Grup başkanlıklarının sorumlu oldukları iller
(http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/itkb.portal, 2017)

Ayrıca her Grup Başkanlığı'nda bulunan iş müfettişi sayısı da birbirinden farklıdır. İş Müfettişlerinin özelliklerine baktığımızda hukuk, siyasal bilgiler, siyasal bilimler, iktisat, idari bilimler, işletme, iktisadi ve idari bilimler fakültelerinden mezun ve işyerlerinde işin yürütümü yönünden denetimle görevli müfettişler olduğu gibi; tıp doktoru, mimar, elektrik, maden, jeoloji, metalürji, inşaat, elektronik, makina, kimya, endüstri, fizik, bilgisayar, tekstil, petrol, uçak, gemi, çevre mühendisliği bölümlerinden mezun ve işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğini denetlemekle yükümlü iş müfettişleri bulunmaktadır.

Kurulun merkezi Ankara'dadır. Bu merkez, müfettiş ve müfettiş yardımcılarının da görev merkezidir. Müfettişler ülke düzeyinde denetim esasına göre çalışırlar. Müfettişlerin grup başkanlıklarında görevlendirilmeleri bu esası değiştirmez (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2012). Dolayısıyla iş müfettişlerine her ay denetimi yapılacak il, denetimi yapılacak işyeri ve denetimi yapacak heyetlerin belirlenmesi önemli bir işgücü planlamasını gerektirmektedir.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'na bağlı iş müfettişlerinin uymak zorunda oldukları İş Teftişi Rehberi'nde İş müfettişlerine verilecek görevlerin belirlenmesinde esas alınan hususlar;

a) İşin nitelik ve niceliği,
b) İmkânlar ölçüsünde, iş müfettişinin iş müfettiş yardımcılığından itibaren meslekte geçen kıdemi, formasyonu ve uzmanlık alanı,
c) Görevin tamamlanabileceği süre,
d) Mevsim şartları,
e) Gidilecek il, ilçe ve işyerlerinin *müfettişin devamlı çalışma merkezine uzaklığı*, ulaşım,

vb. unsurlar olarak belirtilmiştir. Yine aynı rehberde "İş müfettişinin aynı il ve ilçelerde sıklıkla görev yapmamasına özen gösterilir" ifadesi yer almaktadır. (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013)

Tez çalışmasında ele alınan problemde yukarıda bahsedilen rehberin ilgili maddesinin a, c ve kısmen e fıkraları ele alınmaktadır. b fıkrası heyetlerin belirlenmesi aşamasında ele alınan bir konu olup son olarak üst yöneticinin kararına bağlıdır. Burada üst yönetici İş Teftiş Kurulu Makamı, dolayısıyla İş Teftiş Kurulu Başkanıdır. Tez çalışmasında heyetler kod

adlarıyla tanımlandığı için heyette yer alan müfettişlerin meslekte geçen kıdemi, formasyonu ve uzmanlık alanı konularına girilmemiştir. “d” fıkrasında yer alan unsur ise mevsim şartlarıdır. Bu fıkra denetim elemanları arasında sürekli tartışma konusu olan bir konudur. Burada mevsim şartlarından kasdedilen mevsim şartlarının kötü olduğu kış döneminde veya sıcaklığın çok fazla olduğu yaz döneminde denetim elemanlarının denetim görevine gönderilmemeleri değildir. Burada kasdedilen mevsim şartlarına göre çalışan işyerlerinin denetim programlarında dikkate alınmasıdır. Örneğin açık maden ocakları kış şartlarında çalışmamaktadır. Bu dönemlerde bu tarz işyerlerinin denetiminin yapılması mümkün olmamaktadır. Tatil bölgelerinde ise turizmin etkilenmemesi açısından tatil sezonu içerisinde inşaat çalışmaları yapılmamaktadır. Şeker fabrikarında ise ürün hasadına bağlı olarak “kampanya” diye tabir edilen dönemde çalışma yaptıkları bilinmektedir. Turizm işyerlerinin çoğu yaz sezonunda aktiftir. Bu tarz işyerlerinin denetimi planlanırken faal oldukları dönemde programa alınması gerekirken, bazı münferit durumlarda gayrifaal oldukları zamanlarda da denetim programlarına alındıkları olmaktadır. Çünkü bu zamanlarda işyerlerinin bakım onarım çalışmaları, üretim hazırlık, revizyon çalışmaları yapılmaktadır.

4.2. Problemin Tanımı

Bahse konu olan kamu kurumunda denetim görevlileri ilgili yılın başında ya inceleme teftişlerinde ya da programlı teftişlerde görevlendirilirler. İnceleme teftişleri çeşitli yollarla (İşkur, Bimer, ALO 170, ...vb) Bakanlığa intikal eden iş kazası, şikayet, ihbar, meslek hastalığı,… vb taleplerden incelemeye değer bulunanların incelenmesi amaçlı yapılan teftişlerdir ve denetim elemanlarının uymak zorunda oldukları rehbere göre yıllık teftişlerin % 15’ini oluşturmaktadır. Geriye kalan programlı teftiş ise daha önceden belirlenen riskli alanlarda belirlenen risklere göre seçilen işyerlerinin önleyici teftiş mantığıyla denetlenmesini kapsamaktadır ki bu şekilde yapılan teftiş sayısı yıllık teftiş sayısının %85’ini oluşturur. Dolayısıyla teftişlerin yoğun bir kısmını Programlı Teftişler oluşturmaktadır. Programlı Teftişler planlı bir şekilde yürütülmelidir, çünkü hangi dönem hangi denetim elemanının hangi ilde hangi işyerinin denetimini yapacağının ilgili yılın başında planlanması gerekmektedir. Sorun da burada ortaya çıkmaktadır. Çünkü müfettişlere verilecek görevlerin belirli bir sayıda olması gerekmektedir. Ancak işyerlerinin büyüklüğü hep aynı olmamaktadır. İşyerlerinin büyüklüğüne göre teftiş süreleri uzamakta, bu da denetim elemanları arasında eşitsizliğe sebep olmaktadır. Çünkü işyerlerinin

büyüklüğünü önceden belirlemek oldukça güç bir durumdur. İşyerlerinin büyüklüğü hakkında bize fikir verecek tek bilgi ancak SGK sistemindeki çalışan sayısı bilgisi olabilmektedir. Fakat çalışan sayısı "2" olan işyeri de 1 işyeri, çalışan sayısı "5000" olan işyeri de 1 işyeri olarak sayılmaktadır. Ancak çalışan sayısı 2 olan bir işyeri çalışan sayısı 5000 olan işyerinden teftiş alanı olarak da daha küçük olduğundan teftişinin nispeten daha kısa süreceği aşikardır. Ayrıca bazı işyerleri il merkezlerine daha yakın iken bazıları ilçelerde olmaktadır. Bu tür mesafeler de şehir dışında kalınan süreyi uzatmaktadır. Veya SGK'dan alınan listede asıl işverenler ve alt işverenler ayrı ayrı birer işyerleri olarak olarak görünmektedir. İstatistiksel olarak ayrı teftiş yapılarak teftiş sayısını etkiledikleri için bu tür işyerlerinin aynı dönem aynı denetim heyetine görev olarak verilmesi gerekmektedir. Aynı şekilde SGK'dan alınan listede aynı adreste birden fazla ünvanlı işyeri olduğu durumlar da olmaktadır. Bu tür adresteki teftişlerin de aynı dönem aynı denetim heyetine verilmesi gerekmektedir. Yine benzer şekilde aynı ünvanlı bir işyerinin birden fazla farklı adreste işyeri görünmektedir. Bu tür görevlerin de aynı heyet tarafından mümkünse aynı dönemde yapılması arzu edilmektedir. Ayrıca aynı heyetin sürekli aynı ile gitmesi istenmemektedir. Bu gibi durumların en başında denetim elemanı sayısı kısıtı bulunmaktadır. Örneğin 2014 yılında ilgili kamu kurumunda 6 adet programlı teftiş yürütülmüştür. Bunlardan örneğin P1 kodundaki projede 7 ilde ilk 4 ay 15 heyet (30 denetim elemanı), sonraki 5. ayda ise 18 heyet (36 denetim elemanı) olması planlanmıştır. Teftişi yapılması planlanan işyeri sayısı ise 600'dür. Yine benzer şekilde P3 kodundaki projede 9 ilde ilk 4 ay 16 heyet (32 denetim elemanı), sonraki 5. ayda 19 (38 denetim elemanı) olmak üzere 636 işyerinin denetimi planlanmıştır. Yapılması gereken bu görevlerin denetim elemanları üzerine dengeli bir şekilde yukarıda ve bir sonraki maddede belirtilen kısıtlar altında dağıtımının yapılması büyük sorun teşkil etmektedir. Bu tür görev dağılımlarında bundan sonraki yıllarda da kullanılabilecek bir matematiksel modelleme yapılması gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada, 2014 yılında yürütülen P2 proje kodunda Mineral Ürünlerin İmalatında İş Sağlığı ve Güvenliği Programlı Teftişleri dikkate alınmıştır. Bu projede ilk 4 ay (2 dönem) 8 heyet (16 denetim elemanı), geriye kalan 5 ay da (3 dönem) toplam 10 heyet (20 denetim elemanı) tarafından toplam 7 ilde 328 işyerinin denetimi yapılacak şekilde planlanmıştır. Toplam işyeri sayısı, denetim elemanı ve görev yükü dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Hesaplamanın ayrıntılarına Bölüm 5'de verilerin derlenmesi kısmında değinilmiştir.

4.2.1. Problemin varsayımları

1. Denetimler 2 müfettişten oluşan heyetler tarafından gerçekleştirilecektir. Toplamda 10 Heyet Programlı Teftişte görev alacaktır.
2. Denetimler Şubat ayında başlayacak olup 2'şer aylık planlanacaktır. (Şubat-Mart, Nisan-Mayıs, Haziran-Temmuz, Eylül-Ekim)
3. Kasım ayı tek dönem olarak planlanacaktır.
4. Denetimler ay olarak bakıldığında 9 ay, ancak dönem olarak bakıldığında 5 dönemde gerçekleştirilecektir.
5. Görevlendirme açısından aylar hesaplanırken Şubat-Mart 1.dönem, Nisan-Mayıs 2. dönem, Haziran-Temmuz 3. dönem, Eylül-Ekim 4.dönem ve Kasım ayı 5.dönem olarak değerlendirilmelidir.
6. Görevlendirme açısından ilk 2 dönem toplamda 8 heyet, son 3 dönem toplamda 10 heyet tarafından denetimler yapılacaktır.
7. Her heyet her dönem teftişe çıkacaktır.
8. Her dönem her ile en az 1 defa gidilecektir (İllerdeki işyeri sayısı dikkate alınacaktır). Çalışan sayısı her dönem teftişe yetmeyen illere ayrık dönemlerde teftişe gidilecektir.
9. Bir heyet aynı ile en fazla 2 defa gidebilecektir (5 Dönem içerisinde).
10. İlk 4 Dönem dönemlik 8 görev, son 5. Dönem 4 görev verilecektir.
11. Heyetlerin denetim için gittikleri illerde yapmış oldukları mesafe değerleri birbirine yakın olmalıdır.
12. Heyetlerin denetime gitmek istedikleri ille ilgili tercihleri dikkate alınacaktır.
13. Her bir ildeki aynı dönem aynı heyet tarafından denetimi yapılması planlanan işyerlerine ait bilgiler dikkate alınacaktır.

4.2.2. Problemin sonucu elde edilmesi beklenen bilgiler

Tez çalışması sonucunda elde edilecek bilgileri daha anlaşılır hale getirmek için aşağıdaki gibi tablolardan faydalanılabilir. Burada birinci aşama sonucu elde edilecek bilgilerle aşağıdaki Çizelge 4.1'deki kutucuklardaki değerler bulunacaktır. Daha sonra 5. Bölümde Detayları anlatılmakla beraber X_{ijk} değeri i heyeti j döneminde k iline giderse 1; gitmezse 0 değerini alan ve aşağıdaki gibi kodlanan karar değişkenidir.

i=Heyet = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

j=Dönem = 1, 2, 3, 4, 5

k=İl (şehir) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Burada birinci aşamada her bir kutucuktaki değişkenlerden sadece 1 tanesi seçilmek suretiyle çözüm elde edilecektir. Kutu içindeki değerler problemin 1. Aşama sonucunda elde edilen gerçek değerleri göstermektedir.

Çizelge 4.1. Birinci aşama sonucu elde edilecek bilgiler

	DÖNEM				
HEYET	1	2	3	4	5
Heyet 1	X_{111}	X_{121}	X_{131}	X_{141}	X_{151}
	X_{112}	X_{122}	X_{132}	X_{142}	X_{152}
	X_{113}	X_{123}	X_{133}	X_{143}	X_{153}
	X_{114}	X_{124}	X_{134}	X_{144}	X_{154}
	X_{115}	X_{125}	X_{135}	X_{145}	X_{155}
	X_{116}	X_{126}	X_{136}	X_{146}	X_{156}
	X_{117}	X_{127}	X_{137}	X_{147}	X_{157}
Heyet 2	X_{211}	X_{221}	X_{231}	X_{241}	X_{251}
	X_{212}	X_{222}	X_{232}	X_{242}	X_{252}
	X_{213}	X_{223}	X_{233}	X_{243}	X_{253}
	X_{214}	X_{224}	X_{234}	X_{244}	X_{254}
	X_{215}	X_{225}	X_{235}	X_{245}	X_{255}
	X_{216}	X_{226}	X_{236}	X_{246}	X_{256}
	X_{217}	X_{227}	X_{237}	X_{247}	X_{257}
Heyet 3	X_{311}	X_{321}	X_{331}	X_{341}	X_{351}
	X_{312}	X_{322}	X_{332}	X_{342}	X_{352}
	X_{313}	X_{323}	X_{333}	X_{343}	X_{353}
	X_{314}	X_{324}	X_{334}	X_{344}	X_{354}
	X_{315}	X_{325}	X_{335}	X_{345}	X_{355}
	X_{316}	X_{326}	X_{336}	X_{346}	X_{356}
	X_{317}	X_{327}	X_{337}	X_{347}	X_{357}
Heyet 4	X_{411}	X_{421}	X_{431}	X_{441}	X_{451}
	X_{412}	X_{422}	X_{432}	X_{442}	X_{452}
	X_{413}	X_{423}	X_{433}	X_{443}	X_{453}
	X_{414}	X_{424}	X_{434}	X_{444}	X_{454}
	X_{415}	X_{425}	X_{435}	X_{445}	X_{455}
	X_{416}	X_{426}	X_{436}	X_{446}	X_{456}
	X_{417}	X_{427}	X_{437}	X_{447}	X_{457}
Heyet 5	X_{511}	X_{521}	X_{531}	X_{541}	X_{551}
	X_{512}	X_{522}	X_{532}	X_{542}	X_{552}
	X_{513}	X_{523}	X_{533}	X_{543}	X_{553}
	X_{514}	X_{524}	X_{534}	X_{544}	X_{554}
	X_{515}	X_{525}	X_{535}	X_{545}	X_{555}
	X_{516}	X_{526}	X_{536}	X_{546}	X_{556}
	X_{517}	X_{527}	X_{537}	X_{547}	X_{557}

Çizelge 4.1. (devam) Birinci aşama sonucu elde edilecek bilgiler

	DÖNEM				
HEYET	1	2	3	4	5
Heyet 6	X_{611}	X_{621}	X_{631}	X_{641}	X_{651}
	X_{612}	X_{622}	X_{632}	X_{642}	X_{652}
	X_{613}	X_{623}	X_{633}	X_{643}	X_{653}
	X_{614}	X_{624}	X_{634}	X_{644}	X_{654}
	X_{615}	X_{625}	X_{635}	X_{645}	X_{655}
	X_{616}	X_{626}	X_{636}	X_{646}	X_{656}
	X_{617}	X_{627}	X_{637}	X_{647}	X_{657}
Heyet 7	X_{711}	X_{721}	X_{731}	X_{741}	X_{751}
	X_{712}	X_{722}	X_{732}	X_{742}	X_{752}
	X_{713}	X_{723}	X_{733}	X_{743}	X_{753}
	X_{714}	X_{724}	X_{734}	X_{744}	X_{754}
	X_{715}	X_{725}	X_{735}	X_{745}	X_{755}
	X_{716}	X_{726}	X_{736}	X_{746}	X_{756}
	X_{717}	X_{727}	X_{737}	X_{747}	X_{757}
Heyet 8	X_{811}	X_{821}	X_{831}	X_{841}	X_{851}
	X_{812}	X_{822}	X_{832}	X_{842}	X_{852}
	X_{813}	X_{823}	X_{833}	X_{843}	X_{853}
	X_{814}	X_{824}	X_{834}	X_{844}	X_{854}
	X_{815}	X_{825}	X_{835}	X_{845}	X_{855}
	X_{816}	X_{826}	X_{836}	X_{846}	X_{856}
	X_{817}	X_{827}	X_{837}	X_{847}	X_{857}
Heyet 9			X_{931}	X_{941}	X_{951}
			X_{932}	X_{942}	X_{952}
			X_{933}	X_{943}	X_{953}
			X_{934}	X_{944}	X_{954}
			X_{935}	X_{945}	X_{955}
			X_{936}	X_{946}	X_{956}
			X_{937}	X_{947}	X_{957}
Heyet 10			X_{1031}	X_{1041}	X_{1051}
			X_{1032}	X_{1042}	X_{1052}
			X_{1033}	X_{1043}	X_{1053}
			X_{1034}	X_{1044}	X_{1054}
			X_{1035}	X_{1045}	X_{1055}
			X_{1036}	X_{1046}	X_{1056}
			X_{1037}	X_{1047}	X_{1057}

Birinci aşamanın çözülmesi sonucu elde edilecek verilerin girdi olarak kullanılmasıyla İkinci Aşama çözülecek ve aşağıdaki kutulardaki değerlerin bulunması sağlanacaktır.

Detayları bir sonraki bölümde anlatılmakla beraber X_{ijkt} i heyeti, j döneminde, k ilindeki t. İşyerine giderse 1, gitmezse 0 değerini alan ve aşağıdaki gibi kodlanan karar değişkenidir.

i= Heyet = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

j= Dönem = Şubat-Mart, Nisan-Mayıs, Haziran-Temmuz, Eylül-Ekim, Kasım=1, 2, 3, 4, 5

k= İl = Denizli, Uşak, Muğla, Aydın, Kütahya, Kırklareli, Bilecik = 1,2,3,4,5,6,7

t=k. İldeki t. işyeri olarak tanımlanmakla birlikte bu değerler şöyledir;

- k=1,4,7 için t=1, 2, 3, ……...48
- k=2 için t=1, 2, 3, …..12
- k=3 için t=1, 2, 3, ……....44
- k=5 için t=1, 2, 3, ……..….104
- k=6 için t=1, 2, 3, ……24

Çizelge 4.2. İkinci aşama sonucu elde edilecek bilgiler

	DÖNEM				
HEYET	1	2	3	4	5
Heyet 1	X_{11kt}	X_{12kt}	X_{13kt}	X_{14kt}	X_{15kt}
Heyet 2	X_{21kt}	X_{22kt}	X_{23kt}	X_{24kt}	X_{25kt}
Heyet 3	X_{31kt}	X_{32kt}	X_{33kt}	X_{34kt}	X_{35kt}
Heyet 4	X_{41kt}	X_{42kt}	X_{43kt}	X_{44kt}	X_{45kt}
Heyet 5	X_{51kt}	X_{52kt}	X_{53kt}	X_{54kt}	X_{55kt}
Heyet 6	X_{61kt}	X_{62kt}	X_{63kt}	X_{64kt}	X_{65kt}
Heyet 7	X_{71kt}	X_{72kt}	X_{73kt}	X_{74kt}	X_{75kt}
Heyet 8	X_{81kt}	X_{82kt}	X_{83kt}	X_{84kt}	X_{85kt}
Heyet 9			X_{93kt}	X_{94kt}	X_{95kt}
Heyet 10			X_{103kt}	X_{104kt}	X_{105kt}

Yukarıdaki Çizelgedeki "k" değerleri bir önceki aşamadan elde edilecek ve ona göre "t" değerleri hesaplanacaktır. Her bir kutucuktaki X_{ijkt} sayısı ilk 4 dönem için "8", son 5. Dönem için "4" olacaktır. Bunun sebebi dönemlik görev sayısının ilk 4 dönem için "8", 5. Dönem için "4" olmasındadır.

Detayları 5.2. ve 5.3. Bölümünde de görüleceği üzere 1. Heyet 1. Dönem için Çizelge 4.1 ve 4.2 değerlendirilirse;

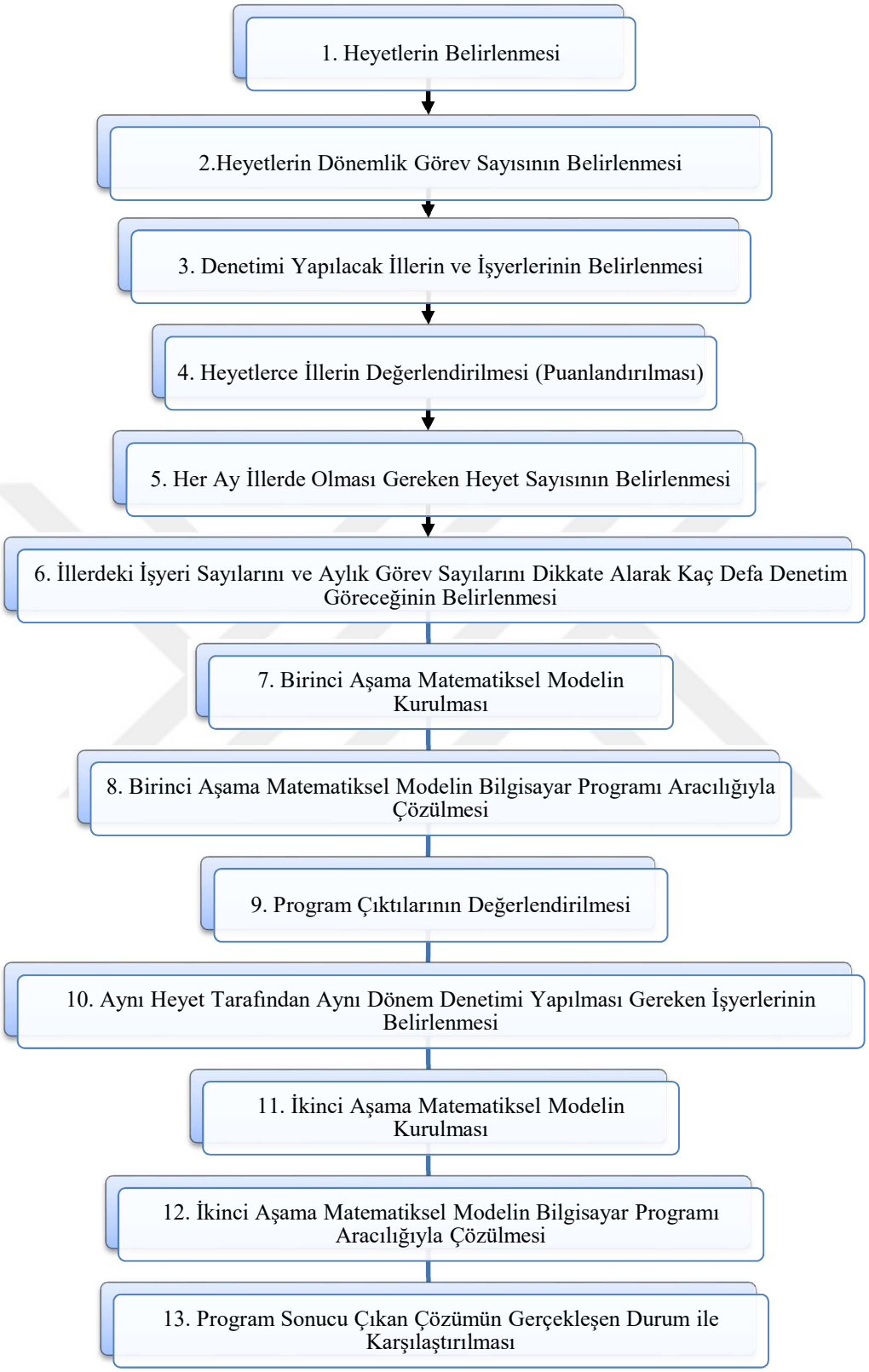
- 5.2. Bölümünün sonucunda Çizelge 4.1'de X_{ijk} değeri 1. Heyet 1. Dönem için X_{114} olmaktadır.
- 5.3. Bölümünün sonucunda Çizelge 4.2'de X_{ijkt} değeri 1. Heyet 1. Dönem için X_{1147}, X_{1148}, X_{11410}, X_{11412}, X_{11413}, X_{11414}, X_{11423} ve X_{11427} olmaktadır.

5. İKİ AŞAMALI ÇÖZÜM YAKLAŞIMI

Problemin çözümü için izlenen adımlar akış şeması olarak Şekil 5.1'de özetlenmiştir. Akış şemasında yer alan ilk altı adım *verilerin toplanması* aşamasıdır. ilk adımda heyetler belirlenmiştir. 2. Adımda üst yönetim tarafından dönemlik görev sayısı belirlenmiştir. 3. Adımda hangi illerin ve o illerdeki işyerlerinin denetim programına alınacağı belirlenmiştir. 4. Adımda heyetlerin en çok istedikleri ile denetime gitmeleri için illerin değerlendirilmesi yapılmıştır. 5. Adımda illerde her dönem bulunması gereken heyet sayıları belirlenmiştir. İllerdeki işyeri sayısı ve dönemlik görev sayısı kısıtlarına göre her ilin kaç defa denetim göreceği bilgisi 6. Adımda derlenmiştir.

Birinci aşama hedef programlama modeli 7. Adımda kurulmuştur. 8. Adımda kurulan modelin GAMS çözümüyle hangi heyetin hangi dönem *hangi ile* denetime gideceği verisi elde edilmiştir. 9. Adımda bir önceki adımda elde edilen veriler heyetlerin tercihleri açısından yorumlanmıştır.

Aynı heyet tarafından aynı dönem denetimi yapılması gereken işyerleri 10. Adım'da belirlenmiştir. İkinci aşama hedef programlama modeli 11. Adımda kurulmuştur. 12. Adımda ilk aşamada belirlenen heyet&dönem&il atama sonuçlarına göre elde edilen sonuçların girdi olarak kullanılması ile oluşturulan yeni matematiksel model bilgisayar programı aracılıyla çözülmüştür. 12. Adım'da elde edilen bu verilerin gerçekleşen durum ile karşılaştırılmasına 13. Adım'da yer verilmiştir.



Şekil 5.1. Problemin çözümü için takip edilen adımlar

5.1. Verilerin Derlenmesi

Akış şemasında (Şekil 5.1) yer alan ilk altı adım verilerin toplanması aşamasını içermektedir. Herbir adıma ait detaylar aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

Adım 1-Heyetlerin Belirlenmesi; Heyetler, 2 müfettişten oluşan gruplardır. Tez çalışmasına konu olan Programlı Teftişte 10 heyet, dolayısıyla 20 müfettiş görev almıştır. Heyetlerde bulunan müfettişlere ait isimler bu tez çalışmasında verilememektedir. Heyet isimlerinde 1. Heyet, 2. Heyet, ……10. Heyet kod isimleri kullanılmıştır. Heyetlere üst yönetici tarafından karar verilmiştir.

Adım 2-Heyetlerin Dönemlik Görev Sayısının Belirlenmesi; Yapılan bu çalışmada ay-dönem kavramları önemlidir. Üst yönetim tarafından Programlı Teftişlerin 9 ay sürmesi planlanmıştır. Ancak Görev Ataması açısından bakıldığında görevlendirmeler 2 aylık (Kasım ayı hariç) yapıldığından 5 dönem görev ataması yapılmıştır. Bundan sonraki bölümlerde aşağıdaki çizelgeye uygun olarak "dönem" kavramı kullanılmıştır.

Çizelge 5.1. Ay-dönem karşılaştırması

Ay	Dönem
Şubat-Mart	1
Nisan-Mayıs	2
Haziran-Temmuz	3
Eylül-Ekim	4
Kasım	5

Bu veriler İş Teftiş Kurulu Başkanlığı tarafından belirlenmiştir. Buna göre 2 aydan oluşan dönemlerde görev sayısı "8", tek aydan oluşan (Kasım) dönemde ise görev sayısı "4" olarak belirlenmiştir. Bu belirleme yapılmaz ise, aynı dönemde aynı heyet tarafından denetim görme ve eşit sayıda çalışanı denetlemek hedeflenirse, işyeri ve çalışan sayısındaki farklılar nedeniyle kimi heyet 1 işyerine giderken kimi heyet 20-30 işyerine gitmek zorunda kalabileceği dikkate alınmıştır.

Adım 3-Denetimi Yapılacak İllerin ve İşyerlerinin Belirlenmesi; Mineral Ürünlerin İmalatında İSG Programlı Teftişi'nin hangi illerde ve hangi NACE kodlu işyerlerinde yapılacağı bilgisi üst yönetim (İş Teftiş Kurulu Başkanlığı) tarafından belirlenmiştir. NACE (Nomenclature of Economic Activities) kodu, işyerlerinin faaliyet alanlarına göre tehlike sınıflarının belirlendiği kodlama sistemi ve listesidir. Avrupa Topluluğunda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması kapsamında ülkemizde de kullanılmaktadır. Üst yönetim belirlenen sektördeki geçmiş yıllarda meydana gelen iş kazaları/meslek hastalıkları sayıları gibi istatistiki verilere dayanarak NACE kodlarını ve ilgili illeri belirlemektedir. Belirlenen bu iller Denizli, Uşak, Muğla, Aydın, Kütahya, Kırklareli, ve Bilecik olmak üzere toplam 7 ildir. Teftişi yapılacak işyerlerine ait NACE kodları ise; 23.11, 23.12, 23.13, 23.14, 23.19, 23.20, 23.31, 23.32, 23.41, 23.42, 23.43, 23.44, 23.49, 23.52, 23.61, 23.62, 23.63, 23.64, 23.65 ve 23.69'dur.

Programlı teftiş kapsamında Bakanlık EDYS (Elektronik Doküman Yönetim Sistemi) sistemi üzerinden çalışan "Sendika Yetki" sisteminden NACE Kodlarına göre bulunan işyeri sayıları incelendiğinde, toplamda sektörde faaliyet gösteren 1154 işyeri tespit edilmiş olup; bu 1154 işyerinin,

- 281'i, "23.61" NACE kodu ile inşaat amaçlı beton ürünlerin imalatı'nda,
- 224'ü "23.20" NACE kodu ile ateşe dayanıklı (refrakter) ürünlerin imalatı'nda;
- 131'i "23.41" NACE kodu ile seramik ev ve süs eşyaları imalatı'nda;
- 81'i "23.63" NACE kodu ile hazır beton imalatı'nda;
- 68'i "23.19" NACE kodu ile diğer camların imalatı ve işlenmesi (teknik amaçlı cam eşyalar dahil) imalatında;
- 63'ü "23.11" NACE kodu ile düz cam imalatı'nda;
- 63'ü "23.32" NACE kodu ile fırınlanmış kilden tuğla, karo ve inşaat malzemeleri imalatı'nda;
- 48'i "23.69" NACE kodu ile beton, alçı ve çimentodan yapılmış diğer ürünlerin imalatı'nda;
- 38'i "23.52" NACE kodu ile kireç ve alçı imalatı'nda;
- 38'i "23.31" NACE kodu ile seramik karo ve kaldırım taşları imalatı'nda;
- 33'ü "23.12" NACE kodu ile düz camın şekillendirilmesi ve işlenmesi'nde;
- 33'ü "23.13" NACE kodu ile çukur cam imalatı'nda;
- 25'i "23.42" NACE kodu ile seramik sıhhi ürünlerin imalatı'nda;

- 9’u “23.49” NACE kodu ile başka yerde sınıflandırılmamış diğer seramik ürünlerin imalatı’nda;
- 6’sı “23.44” NACE kodu ile diğer teknik seramik ürünlerin imalatı’nda;
- 4’ü “23.62” NACE kodu ile inşaat amaçlı alçı ürünlerin imalatı’nda;
- 3’ü “23.64” NACE kodu ile toz harç imalatı’nda;
- 3’ü “23.65” NACE kodu ile lif ve çimento karışımlı ürünlerin imalatı’nda;
- 2’si “23.14” NACE kodu ile cam elyafı imalatı’nda;
- 1’i “23.43” NACE kodu ile seramik yalıtkanların (izolatörlerin) ve yalıtkan bağlantı parçalarının imalatı’nda faaliyet göstermektedir.

Çizelge 5.2. Sendika yetki sisteminden kodlara göre illerde bulunan işyeri sayıları

İL	NACE KODLARI																				TOPLAM
	23.11	23.12	23.13	23.14	23.19	23.20	23.31	23.32	23.41	23.42	23.43	23.44	23.49	23.52	23.61	23.62	23.63	23.64	23.65	23.69	
Denizli	9	12	1		31	2	3	18						7	63		17		1	7	171
Uşak	3	1		1	2	12		2	2					1	12	2	7			1	46
Muğla	13	7			18			1	10					7	75	1	15	2		5	154
Aydın	11	6	1		2	5	14	14	11					1	62	1	24			18	170
Kütahya	11	4	30		10	132	11	10	100				5	3	27		5	1	1	11	361
Kırklareli	15	3		1	5		1	2			1			17	33		3			6	87
Bilecik	1		1			73	9	16	8	25		6	4	2	9		10		1		165
TOPLAM	63	33	33	2	68	224	38	63	131	25	1	6	9	38	281	4	81	3	3	48	1154

Belirlenen illerde ilgili NACE kodlarında toplam 1154 işyeri tespit edilmesine rağmen heyet sayısı ve dönemlik görev sayısı kısıtları düşünüldüğünde Programlı Teftişte ancak 328 işyerinin denetimi yapılabilecektir. Şöyle;

- İlk 2 Dönem, 8 heyet tarafından, dönemlik 8 görev yapılacağından = 2 dönem*8 heyet*8 görev = 128 görev,
- 3 ve 4. Dönem, 10 heyet tarafından (9. ve 10. Heyet dahil olacak şekilde), dönemlik 8 görev yapılacağından = 2 dönem*10 heyet*8 görev = 160 görev,
- 5. Dönem, 10 heyet tarafından, dönemlik 4 görev yapılacağından = 1 dönem*10 heyet*4 görev = 40 görev,

yapılacağından toplamda 128 + 160 + 40 = *328* işyerinin denetimi yapılacaktır.

Sendika Yetki sisteminden belirtilen kodlara göre her ildeki işyeri sayılarına bakıldığından Mineral Ürünlerin İmalatı Sektöründe faaliyet gösteren işyerlerinin illere göre oranları % olarak aşağıda Çizelge 5.3'te belirtilmiştir.

Çizelge 5.3. İllerin işyeri sayıları oranları

k	İl	İşyeri Sayısı	Oran (%)
1	Denizli	171	14,82
2	Uşak	46	3,99
3	Muğla	154	13,34
4	Aydın	170	14,73
5	Kütahya	361	31,28
6	Kırklareli	87	7,54
7	Bilecik	165	14,30
	Toplam	1154	100

Mineral Ürünlerin İmalatında İSG Programlı teftişi kapsamında teftişe alınacak 328 işyerinin "Denizli, Uşak, Muğla, Aydın, Kütahya, Kırklareli ve Bilecik" illerine göre işyeri sayıları ve yüzde dağılımları değerlendirildiğinde, uygulama alanı olarak;

- ✓ Denizli ilinde 48 işyerinin (yaklaşık %15);
- ✓ Uşak ilinde 12 işyerinin (yaklaşık %4);
- ✓ Muğla ilinde 44 işyerinin (yaklaşık %13);
- ✓ Aydın ilinde 48 işyerinin (yaklaşık %15);

- ✓ Kütahya ilinde 104 işyerinin (yaklaşık %32);
- ✓ Kırklareli ilinde 24 işyerinin (yaklaşık %6);
- ✓ Bilecik ilinde 48 işyerinin (yaklaşık %15) denetlenmesi hedeflenmiştir.

Yukarıda belirtilen işyeri sayıları yaklaşık % değerleri nazarında işyeri sayısının 4'e ve 8'e bölünüp bölünememe durumuna göre belirlenmiştir. Bunun nedeni ilk 4 dönem, dönemlik görev sayısının 8 ve son dönem, dönemlik görev sayısının 4 olmasındandır. Çizelge 5.3'te örneğin Denizli ilinin yüzde oranı yaklaşık %15 olduğundan 328 işyerinin %15'i, 49,2 işyerine tekabül etmektedir. Ancak 4 ve 8 sayılarına bölünebilme durumuna göre en yakın sayısal değer olan "48" işyeri sayısı seçilmiştir. Diğer iller için de durum aynen geçerlidir.

Sendika Yetki sisteminden bulunan işyerleri, çalışan sayısına göre en fazla çalışan istihdam eden işyerinden en az çalışan istihdam eden işyerine doğru sıralanmış, ancak yukarıda belirlenen işyeri sayısı kadarı programlı teftişe dahil edilmiştir. Örneğin Kütahya'da 361 işyeri tespit edilmesine rağmen 104 tanesi işyeri listesine dahil edilmiştir. Aynı şekilde diğer illerdeki işyerleri belirlenerek illerdeki her bir işyerine ait işyeri ve çalışan sayısı ekte sunulmuştur. Çizelge 5.4'te ise toplam işyeri ve çalışan sayıları gösterilmiştir. Ayrıca bu çizelgedeki verilerden de anlaşılacağı üzere iller k indisi, k={1,2,3,4,5,6,7}, ile kodlanmıştır.

Çizelge 5.4'te T_k değeri toplam işyeri sayısını göstermektedir. Burada örneğin Denizli ilinde toplam 48 işyeri bulunmakta, bu 48 işyerinde toplam 1652 çalışan istihdam edilmekte ve Denizli ilinde bir işyerinde ortalama 34 çalışan bulunmaktadır. Toplamda bakıldığında ise 7 ilde toplam 328 işyeri, bu 328 işyerinde toplamda 23654 çalışan ve bir işyerinde ortalama 72 çalışan bulunmaktadır.

Çizelge 5.4. İllerdeki çalışan sayısı genel listesi

k	İl	İşyeri Sayısı (T_k)	Toplam Çalışan Sayısı	Ortalama Çalışan Sayısı (yaklaşık)
1	Denizli	48	1652	34
2	Uşak	12	1632	136
3	Muğla	44	498	11
4	Aydın	48	1523	32
5	Kütahya	104	7235	70
6	Kırklareli	24	2973	124
7	Bilecik	48	8141	170
TOPLAM		328	23654	72

Adım 4- Heyetlerce İllere Tercih Puanlarının Atanması;: Heyetlerden her dönem için ayrı ayrı olmak üzere denetimine gitmek istedikleri illerle ilgili tercih sıralamaları yapmaları istenmiştir. Denetimi yapılacak 7 il olması sebebiyle iller tercih sıralamasına göre 7, 6, 5, 4, 3, 2 ve 1 puanlarını almıştır. Buna göre heyetler tarafından sıralamada en çok gidilmesi istenen il "7", en az gidilmesi istenen il de "1" değerini almıştır. Heyetler 2 denetim elemanından oluşmaktadır. Bu çalışmada dikkate alınan puanlar heyetteki her 2 denetim elemanının ortak kararını belirten sayısal değerlerdir.

Puanlama tamamen heyetlere bırakılmıştır. Heyetler isterlerse her dönem için aynı tercihi de yapabilirler. Ancak bu, heyetler tarafından tercih edilen bir durum olmamıştır. Bu aynı zamanda her dönem hep aynı ile gitmeyi tercih etmek olur ki bu da gerçek hayatta denetim elemanlarının tercih ettikleri bir durum değildir. Çünkü örneğin genel olarak kış aylarında tercih edilen iller ile yaz aylarında tercih edilen illerde farklılıklar olmaktadır. Ayrıca hep aynı tercihleri yapmak heyetlerin gitmek istedikleri ile (şehre) gitme şanslarını azaltan bir durumdur. Şöyleki problem varsayımlarına göre her heyet bir ile en fazla 2 defa gidilebilir kısıtı altında en fazla 2 defa "7" puan verdikleri ile gidebileceklerdir.

Heyetlerin dönemlere göre il tercihi sıralamaları, ilk tercih birinci sırada yer alacak şekilde Çizelge 5.5'te gösterilmiştir. Örneğin 1. Heyetin 1. Dönemde yani Şubat-Mart döneminde ilk tercihi Aydın ili yani k=4 kodlu ildir. Aynı heyet aynı dönemde ikinci sırada k=3 Muğla ilini tercih etmektedir. 1. Heyetin 1. Dönemde en az gitmek istediği, diğer bir deyişle son tercihi k=7 Bilecik ilidir. Çizelge 5.5'te , 9. ve 10. Heyetler için, ilk 2 Dönem Programlı Teftişte yer almadıkları için bu Dönemlere ait tercihleri alınmamıştır.

Heyetlerin dönemlere göre tercih sıraları Çizelge 5.6'da verilmiştir. Burada örneğin 1. Heyet 2. Dönemde en çok k=1 iline sonra sırasıyla k=6, k=4, k=3, k=2, k=5 ve k=7 kodlu illere gitmeyi tercih etmiş ve bu illere sırasıyla 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 puanlarını vermiştir.

Çizelge 5.5. Heyetlerin dönemlik il tercihleri (Tercih sırası bazında gösterim)

Heyet No (i)	Dönem Adı	Dönem No (j)	Tercih 1-İl Adı	Tercih 2-İl Adı	Tercih 3-İl Adı	Tercih 4-İl Adı	Tercih 5-İl Adı	Tercih 6-İl Adı	Tercih 7-İl Adı
1. Heyet	Subat-Mart	1	AYDIN	MUĞLA	DENİZLİ	KIRKLARELİ	KÜTAHYA	USAK	BİLECİK
	Nisan-Mayıs	2	DENİZLİ	KIRKLARELİ	AYDIN	MUĞLA	USAK	KÜTAHYA	BİLECİK
	Haziran-Temmuz	3	KIRKLARELİ	DENİZLİ	AYDIN	BİLECİK	USAK	KÜTAHYA	MUĞLA
	Eylül-Ekim	4	BİLECİK	USAK	DENİZLİ	KIRKLARELİ	AYDIN	KÜTAHYA	MUĞLA
	Kasım	5	USAK	AYDIN	BİLECİK	KIRKLARELİ	KÜTAHYA	DENİZLİ	MUĞLA
2. Heyet	Subat-Mart	1	MUĞLA	USAK	DENİZLİ	BİLECİK	KIRKLARELİ	KÜTAHYA	AYDIN
	Nisan-Mayıs	2	KÜTAHYA	BİLECİK	KIRKLARELİ	DENİZLİ	USAK	AYDIN	MUĞLA
	Haziran-Temmuz	3	KÜTAHYA	USAK	DENİZLİ	MUĞLA	AYDIN	KIRKLARELİ	BİLECİK
	Eylül-Ekim	4	USAK	DENİZLİ	KÜTAHYA	MUĞLA	KIRKLARELİ	BİLECİK	AYDIN
	Kasım	5	KÜTAHYA	KIRKLARELİ	USAK	DENİZLİ	AYDIN	MUĞLA	BİLECİK
3. Heyet	Subat-Mart	1	USAK	MUĞLA	DENİZLİ	AYDIN	KIRKLARELİ	KÜTAHYA	BİLECİK
	Nisan-Mayıs	2	BİLECİK	USAK	DENİZLİ	AYDIN	KIRKLARELİ	KÜTAHYA	MUĞLA
	Haziran-Temmuz	3	USAK	DENİZLİ	KÜTAHYA	KIRKLARELİ	MUĞLA	AYDIN	BİLECİK
	Eylül-Ekim	4	MUĞLA	USAK	DENİZLİ	KÜTAHYA	BİLECİK	AYDIN	KIRKLARELİ
	Kasım	5	KÜTAHYA	DENİZLİ	KIRKLARELİ	BİLECİK	MUĞLA	USAK	AYDIN
4. Heyet	Subat-Mart	1	DENİZLİ	KÜTAHYA	KIRKLARELİ	BİLECİK	USAK	MUĞLA	AYDIN
	Nisan-Mayıs	2	AYDIN	USAK	KIRKLARELİ	MUĞLA	KÜTAHYA	BİLECİK	DENİZLİ
	Haziran-Temmuz	3	KIRKLARELİ	BİLECİK	DENİZLİ	USAK	KÜTAHYA	AYDIN	MUĞLA
	Eylül-Ekim	4	MUĞLA	USAK	BİLECİK	AYDIN	KÜTAHYA	DENİZLİ	KIRKLARELİ
	Kasım	5	USAK	KÜTAHYA	AYDIN	DENİZLİ	KIRKLARELİ	MUĞLA	BİLECİK
5. Heyet	Subat-Mart	1	AYDIN	DENİZLİ	BİLECİK	MUĞLA	KÜTAHYA	USAK	KIRKLARELİ
	Nisan-Mayıs	2	KÜTAHYA	AYDIN	MUĞLA	KIRKLARELİ	BİLECİK	USAK	DENİZLİ
	Haziran-Temmuz	3	KIRKLARELİ	USAK	AYDIN	DENİZLİ	MUĞLA	KÜTAHYA	BİLECİK
	Eylül-Ekim	4	DENİZLİ	BİLECİK	AYDIN	MUĞLA	USAK	KÜTAHYA	KIRKLARELİ
	Kasım	5	MUĞLA	AYDIN	KÜTAHYA	USAK	DENİZLİ	KIRKLARELİ	BİLECİK
6. Heyet	Subat-Mart	1	KÜTAHYA	USAK	MUĞLA	KIRKLARELİ	AYDIN	BİLECİK	DENİZLİ
	Nisan-Mayıs	2	KIRKLARELİ	KÜTAHYA	MUĞLA	DENİZLİ	USAK	BİLECİK	AYDIN
	Haziran-Temmuz	3	MUĞLA	USAK	KIRKLARELİ	AYDIN	KÜTAHYA	BİLECİK	DENİZLİ
	Eylül-Ekim	4	KÜTAHYA	AYDIN	MUĞLA	KIRKLARELİ	BİLECİK	USAK	DENİZLİ
	Kasım	5	USAK	MUĞLA	KIRKLARELİ	KÜTAHYA	DENİZLİ	BİLECİK	AYDIN
7. Heyet	Subat-Mart	1	AYDIN	USAK	BİLECİK	MUĞLA	KÜTAHYA	DENİZLİ	KIRKLARELİ
	Nisan-Mayıs	2	KÜTAHYA	KIRKLARELİ	BİLECİK	DENİZLİ	AYDIN	USAK	MUĞLA
	Haziran-Temmuz	3	KÜTAHYA	AYDIN	KIRKLARELİ	DENİZLİ	USAK	BİLECİK	MUĞLA
	Eylül-Ekim	4	MUĞLA	KIRKLARELİ	BİLECİK	DENİZLİ	AYDIN	USAK	KÜTAHYA
	Kasım	5	USAK	DENİZLİ	BİLECİK	KÜTAHYA	KIRKLARELİ	MUĞLA	AYDIN
8. Heyet	Subat-Mart	1	DENİZLİ	KÜTAHYA	KIRKLARELİ	MUĞLA	AYDIN	BİLECİK	USAK
	Nisan-Mayıs	2	BİLECİK	MUĞLA	KIRKLARELİ	DENİZLİ	AYDIN	USAK	KÜTAHYA
	Haziran-Temmuz	3	KÜTAHYA	KIRKLARELİ	BİLECİK	DENİZLİ	AYDIN	USAK	MUĞLA
	Eylül-Ekim	4	KIRKLARELİ	USAK	BİLECİK	DENİZLİ	KÜTAHYA	MUĞLA	AYDIN
	Kasım	5	MUĞLA	KIRKLARELİ	KÜTAHYA	DENİZLİ	USAK	AYDIN	BİLECİK
9. Heyet	Haziran-Temmuz	3	DENİZLİ	USAK	BİLECİK	KÜTAHYA	KIRKLARELİ	AYDIN	MUĞLA
	Eylül-Ekim	4	AYDIN	BİLECİK	KIRKLARELİ	DENİZLİ	MUĞLA	USAK	KÜTAHYA
	Kasım	5	KIRKLARELİ	MUĞLA	BİLECİK	DENİZLİ	AYDIN	KÜTAHYA	USAK
10. Heyet	Haziran-Temmuz	3	AYDIN	KIRKLARELİ	KÜTAHYA	DENİZLİ	MUĞLA	USAK	BİLECİK
	Eylül-Ekim	4	BİLECİK	USAK	AYDIN	MUĞLA	KÜTAHYA	DENİZLİ	KIRKLARELİ
	Kasım	5	KÜTAHYA	KIRKLARELİ	BİLECİK	DENİZLİ	AYDIN	USAK	MUĞLA

Çizelge 5.6. Heyetlerin dönemlik il tercihleri (Puan bazında gösterim)

Heyet No (i)	Dönem No (j)	7 Puan Alan İl No	6 Puan Alan İl No	5 Puan Alan İl No	4 Puan Alan İl No	3 Puan Alan İl No	2 Puan Alan İl No	1 Puan Alan İl No
1	1	4	3	1	6	5	2	7
	2	1	6	4	3	2	5	7
	3	6	1	4	7	2	5	3
	4	7	2	1	6	4	5	3
	5	2	4	7	6	5	1	3
2	1	3	2	1	7	6	5	4
	2	5	7	6	1	2	4	3
	3	5	2	1	3	4	6	7
	4	2	1	5	3	6	7	4
	5	5	6	2	1	4	3	7
3	1	2	3	1	4	6	5	7
	2	7	2	1	4	6	5	3
	3	2	1	5	6	3	4	7
	4	3	2	1	5	7	4	6
	5	5	1	6	7	3	2	4
4	1	1	5	6	7	2	3	4
	2	4	2	6	3	5	7	1
	3	6	7	1	2	5	4	3
	4	3	2	7	4	5	1	6
	5	2	5	4	1	6	3	7
5	1	4	1	7	3	5	2	6
	2	5	4	3	6	7	2	1
	3	6	2	4	1	3	5	7
	4	1	7	4	3	2	5	6
	5	3	4	5	2	1	6	7
6	1	5	2	3	6	4	7	1
	2	6	5	3	1	2	7	4
	3	3	2	6	4	5	7	1
	4	5	4	3	6	7	2	1
	5	2	3	6	5	1	7	4
7	1	4	2	7	3	5	1	6
	2	5	6	7	1	4	2	3
	3	5	4	6	1	2	7	3
	4	3	6	7	1	4	2	5
	5	2	1	7	5	6	3	4
8	1	1	5	6	3	4	7	2
	2	7	3	6	1	4	2	5
	3	5	6	7	1	4	2	3
	4	6	2	7	1	5	3	4
	5	3	6	5	1	2	4	7
9	3	1	2	7	5	6	4	3
	4	4	7	6	1	3	2	5
	5	6	3	7	1	4	5	2
10	3	4	6	5	1	3	2	7
	4	7	2	4	3	5	1	6
	5	5	6	7	1	4	2	3

Çizelge 5.7'de ise, Çizelge 5.6'nın il bazında gösterimi yer almaktadır. Örneğin 1. Heyet 1. Dönem için k=1 ili 5 puan, k=2 ili 2 puan, k=3 ili 6 puan, k=4 ili 7 puan, k=5 ili 3 puan, k=6 ili 4 puan, k=7 ili ise 1 puan almıştır.

Çizelge 5.7. Heyetlerin aylık il tercihleri (İl bazında puan değerleri)

Heyet No (i)	Dönem No (j)	k=1 İlin Aldığı Puan (Denizli)	k=2 İlin Aldığı Puan (Uşak)	k=3 İlin Aldığı Puan (Muğla)	k=4 İlin Aldığı Puan (Aydın)	k=5 İlin Aldığı Puan (Kütahya)	k=6 İlin Aldığı Puan (Kırklareli)	k=7 İlin Aldığı Puan (Bilecik)
1	1	5	2	6	7	3	4	1
	2	7	3	4	5	2	6	1
	3	6	3	1	5	2	7	4
	4	5	6	1	3	2	4	7
	5	2	7	1	6	3	4	5
2	1	5	6	7	1	2	3	4
	2	4	3	1	2	7	5	6
	3	5	6	4	3	7	2	1
	4	6	7	4	1	5	3	2
	5	4	5	2	3	7	6	1
3	1	5	7	6	4	2	3	1
	2	5	6	1	4	2	3	7
	3	6	7	3	2	5	4	1
	4	5	6	7	2	4	1	3
	5	6	2	3	1	7	5	4
4	1	7	3	2	1	6	5	4
	2	1	6	4	7	3	5	2
	3	5	4	1	2	3	7	6
	4	2	6	7	4	3	1	5
	5	4	7	2	5	6	3	1
5	1	6	2	4	7	3	1	5
	2	1	2	5	6	7	4	3
	3	4	6	3	5	2	7	1
	4	7	3	4	5	2	1	6
	5	3	4	7	6	5	2	1
6	1	1	6	5	3	7	4	2
	2	4	3	5	1	6	7	2
	3	1	6	7	4	3	5	2
	4	1	2	5	6	7	4	3
	5	3	7	6	1	4	5	2
7	1	2	6	4	7	3	1	5
	2	4	2	1	3	7	6	5
	3	4	3	1	6	7	5	2
	4	4	2	7	3	1	6	5
	5	6	7	2	1	4	3	5
8	1	7	1	4	3	6	5	2
	2	4	2	6	3	1	5	7
	3	4	2	1	3	7	6	5
	4	4	6	2	1	3	7	5
	5	4	3	7	2	5	6	1
9	3	7	6	1	2	4	3	5
	4	4	2	3	7	1	5	6
	5	4	1	6	3	2	7	5
10	3	4	2	3	7	5	6	1
	4	2	6	4	5	3	1	7
	5	4	2	1	3	7	6	5

Adım 5- Her Dönem İllerde Olması Gereken Heyet Sayısının Belirlenmesi; Üst yönetim tarafından geçmiş yıllarda bazı programlı teftişlerde birlikte hareket edilmesi adına programlı teftişte görevli tüm heyetlerin aynı dönemlerde aynı illerde bulunmaları bazı zamanlarda ise denetimi yapılacak illerde her dönem en az bir heyetin bulunması istenmiştir.

Bunun amacı illerde acil bir teftiş yapılması (İşyerindeki durdurma kararının devamı, durdurma kararının kaldırılması, …vb) gerektiğinde o ilde olaya müdahale edebilecek bir heyetin bulunmasının istenmesidir. Teze konu olan Programlı Teftişte İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'nca işyeri sayısına bağlı olarak mümkün olduğunca her dönem her ilde en az bir heyetin bulunması istenmektedir. Ayrıca aynı heyetlerin sürekli aynı ile gitmesi de İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'nca istenmemektedir. Kurulun kararına göre her heyet bir planlama dönemi içerisinde (5 dönem) bir ile en fazla 2 defa denetime gitmelidir.

Adım 6- İllerdeki İşyeri Sayılarını ve Dönemlik Görev Sayılarını Dikkate Alarak İllerin Kaç Defa Denetim Göreceğinin Belirlenmesi; "T_k", k ilindeki toplam işyeri sayısı, "A_k" , ilk 4 dönemde k iline kaç defa gidileceği ve "S_k", son dönemde (5. dönem) k iline kaç defa gidileceği olmak üzere illerin kaç defa denetim göreceğinin belirlenmesi için aşağıdaki adımlar takip edilmiştir:

İkişer aydan oluşan ilk 4 dönem için her bir dönem görev sayısı "8" ve sadece Kasım ayından oluşan 5. Dönemde ise görev sayısı "4" olarak Adım 2'de üst yönetimce belirlenmiştir. 5 Dönem için toplamda 328 işyerinin 288'i ilk 4 dönemde ve 40 tanesi 3. dönemde olmak üzere denetlenmesi heyet sayısı kısıtı sebebiyle gereklidir ve Adım 3'te belirtilmiştir. Bir başka ifade ile heyet, il ve dönem sayıları düşünüldüğünde A_k toplam değerinin 36 (288 işyeri/8 = 36), S_k toplam değerinin ise 10 (40 işyeri/4 =10) olması gerekmektedir.

$$\sum_{k=1}^{7} A_k = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 = 5 + 1 + 5 + 5 + 12 + 3 + 5 = 36 \dots\dots\dots (5.1)$$

$$\sum_{k=1}^{7} S_k = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 = 2 + 1 + 1 + 2 + 2 + 0 + 2 = 10 \dots\dots\dots\dots\dots (5.2)$$

Yukarıda Eş. 5.1 ve Eş. 5.2'de belirtilen değerler Çizelge 5.8'den elde edilen değerlerdir.

Herbir işyerinin denetimi bir görev olarak düşünüldüğünde illerdeki işyeri sayısı ve dönemlik görev sayısına göre o ile kaç defa gidilmesi gerektiği Eş. 5.3'teki formülü sağlayacak şekilde hesaplanmıştır;

$$T_k = 8A_k + 4S_k \dots\dots\dots\dots\

A_k ve S_k değerlerinin belirlenmesinde ilk 4 dönem toplam sekiz aydan oluşması itibariyle *mümkün olduğunca* A_k çarpanı yüksek tutulmuş, $8A_k$ sayısal değerini T_k'ya tamamlayan sayısal değerin 4'e bölünebilme durumuna göre S_k belirlenmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 5.8'de sunulmuştur.

Çizelge 5.8. İl kodu, işyeri sayısı ve illerin denetime gidilme sayısı

İl Numarası (k)	İl Adı	İşyeri Sayısı (T_k)	$8A_k + 4S_k = T_k$	
			A_k	S_k
1	Denizli	48	5	2
2	Uşak	12	1	1
3	Muğla	44	5	1
4	Aydın	48	5	2
5	Kütahya	104	12	2
6	Kırklareli	24	3	0
7	Bilecik	48	5	2
TOPLAM		328	36	10

Çizelge 5.8'de k=1 nolu il Denizli için toplam işyeri sayısı 48'dir. İlk 4 dönem için A_1=5 olarak seçilmiştir. Böylece 5 gidiş ile toplam 5x8=40 işyeri denetlenmiş olacaktır. A_1=6 seçilmemiştir. Bunun nedeni 6 gidiş ile ilk dönemde Denizli ili içerisinde 6x8=48 ile bütün işyerlerinin denetimi yapılmış olacağından ve sonraki döneme hiç denetim kalmayacağından seçilebilecek en yüksek sayısal değer olarak A_1=5 seçilmiştir. Benzer şekilde diğer denetilme gidilme sayıları tespit edilmiştir. Bu kuralın uygulanmadığı tek il Kırklareli ilidir. Kırklareli iline son dönem olan Kasım ayında denetime gidilmeyecektir. Bu seçim ile, ilk dönem için toplamda 288 ve son dönem için toplamda 40 işyerinin denetim şartı sağlanmıştır.

A_k ve S_k'lara atamaların yapılış şekli matematiksel bir model ile açıklanırsa;

İndis Kümesi;

k=İl (şehir) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

$h_k = A_k - S_k$ şeklinde, A_k'ya yapılan atamanın S_k'ya yapılan atamadan farkı

Karar Değişkenleri;

A_k = İlk 4 dönemde k. İle gidilme sayısı

S_k = Son 5.dönemde k. İle gidilme sayısı

Parametreler;

T_k = k. İldeki işyeri sayısı (Çizelge 5.8'de verilmiştir.)

$\sum A_k$ = İlk 4 dönemde illere toplam gidilme sayısı = 36

$\sum S_k$ = Son dönemde illere toplam gidilme sayısı = 10

Amaç fonksiyonu;

$$Max\ z = \sum_{k=1}^{7} h_k \ldots\ldots\ldots\

ve S_k değerinin başında 4 değeri; ilk 4 dönemde dönemlik görevlendirme sayısının 8, 5. Dönemde ise dönemlik görevlendirme sayısının 4 olmasındandır. Eş. 5.8 A_k'ya mümkün olduğunca çok atama yapmayı sağlamak için amaç fonksiyonunda belirtilen h_k değerinin nerden elde edildiğini gösterir denklemdir. Eş. 5.9 numaralı denklem 1., 4. ve 7. İllerdeki çalışan sayılarının aynı olmasından dolayı burada yapılacak program sayısının birbirine eşit olmasını sağlayan denklemdir. Burada sadece A_k değerleri eşitlenmiştir. A_k değerleri birbirine eşit olduğunda S_k değerleri de eşit olacağından denklem olarak eklenmesine gerek görülmemiştir. Eş. 5.10 denklemi modele özellikle eklenmiş bir kısıttır. Burada k=5 ilindeki işyeri sayısının çok olmasından dolayı 5. Dönemde de mutlaka en az bir kere bu ile gidilmesini sağlayan kısıt denklemidir. Eş. 5.11 denklemi işaret kısıtıdır.

Yazılan bu model çözüldüğünde Çizelge 5.8'de belirtilen aşağıdaki değerler elde edilmiştir.;

A_1=5 ve S_1 =2
A_2=1 ve S_2 =1
A_3=5 ve S_3 =1
A_4=5 ve S_4 =2
A_5=12 ve S_5 =2
A_6=3 ve S_6 =0
A_7=5 ve S_7 =2

Görüldüğü üzere elde edilen çözümlerde hem toplam A_k ve S_k değerleri sağlanmış, hem de A_k'ya mümkün olduğunca çok atama yapılabilme şartı sağlanmıştır. Bu kısıtlar altında daha iyi bir çözüm bulunmamaktadır.

Bunların haricinde ayrıca İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'nca heyetlerin tercihlerinin yanısıra, heyetler arasında denetime gidilen illerin mesafelerinin birbirine yakın olması istenmektedir. İller arasındaki mesafeler Karayolları Genel Müdürlüğü'nün resmi sayfasından alınmış olup Çizelge 5.9'da verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere örneğin Denizli ilinin Ankara'ya olan mesafesi 475 km, Uşak ilinin Ankara'ya olan uzaklığı 368 km'dir.

Çizelge 5.9. İllerin mesafe bilgileri

İl Numarası (k)	İl Adı	M_k (k. ilin Ankara'ya Olan Uzaklığı (km))
1	Denizli	475
2	Uşak	368
3	Muğla	620
4	Aydın	598
5	Kütahya	311
6	Kırklareli	664
7	Bilecik	315
Topl. mesafe		3351
Ort. mesafe		(3351/7)=478.71

Çizelge 5.9'da belirtilen uzaklıkların toplamı 3351 km, ortalaması ise yaklaşık olarak 478.71 km'dir. Bir heyetin bir dönemde ortalama olarak yapması gereken km 478.71 km. olarak kabul edilmiştir. Bu kabulden hareketle ilk 8 heyetin toplam 5 dönemde yapması gereken mesafe ise 478.71 km*5 dönem ≅ 2394 km'dir. Bu değer model yazımı kısmında "ORT_{M4}" olarak gösterilmiştir. 9. ve 10. Heyetler sadece son 3 dönem görev yaptıkları için bu heyetlerin yapması gereken mesafe yaklaşık olarak 1436 km (478.71 km*3 dönem) olarak hesaplanmıştır. Bu değer de model yazımında "ORT_{M5}" olarak gösterilmiştir. Değerler tek gidiş olarak alınmıştır.

5.2. Birinci Aşama Hedef Programlama Modeli

Adım 7- İlk Modelin Kurulması; Bu aşamada heyetlerde yer alan müfettişlerin tercihleri dikkate alınarak, karar vericinin mesafe kısıtı da eklenerek hangi heyetin hangi dönemde hangi ile denetime gideceğini belirleyen hedef programlama modeli ilk altı adımda derlenen verilere ve problemin varsayımlarına uygun olarak kurulmuştur.

İndis Kümesi (i,j,k):

i=Heyet = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
j=Dönem = 1, 2, 3, 4, 5
k=İl (şehir) = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
h=Hedef kısıt numarası = 1, 2, ……..56

Karar Değişkenleri;

X_{ijk} = i heyeti, j döneminde, k iline giderse 1, gitmezse 0 değerini alan 0-1 değişken

$d_h^- = \text{h. kısıtta Hedeften negatif sapma}$

$d_h^+ = \text{h. kısıtta Hedeften pozitif sapma}$

Parametreler;

P_{ijk} = i heyetinin j. dönemde k. il için verdiği puan ([1,7] aralığından tamsayı sayısal değer, Çizelge 5.5, 5.6 ve 5.7'de verilmiştir.)

M_k = k. ilin Ankara'ya olan mesafesi (km) (Çizelge 5.9'da verilmiştir.)

ORT_{M4} = İlk 8 heyet için mesafe-km ortalama değeri (2394 km, Adım 6'da hesaplanmıştır.)

ORT_{M5} = Son 2 heyet için mesafe-km ortalama değeri (1436 km., Adım 6'da hesaplanmıştır.)

A_k = k. İl için ilk 4 dönemde hazırlanan program sayısı (Burada program sayısı 8 işyerinden oluşan paketlerdir. Değerler Çizelge 5.8'de verilmiştir.)

S_k = k. İl için 5.dönemde hazırlanan program sayısı (Burada program sayısı 4 işyerinden oluşan paketlerdir. Değerler Çizelge 5.8'de verilmiştir.)

Amaç fonksiyonu için birimden kurtarmaya yönelik alternatif formülasyonlar:

$$Minz = \left(\left[\sum_{h=1}^{10}(d_h^- + d_h^+)\right] / 2052\right) + \left(\left[\sum_{h=11}^{56}(d_h^-)\right] / 20\right) \quad (5.12.1)$$

$$Minz = \left(\left[\sum_{h=1}^{10}(d_h^- + d_h^+)\right] / 2646\right) + \left(\left[\sum_{h=11}^{56}(d_h^-)\right] / 29\right) \quad (5.12.2)$$

$$Minz = \left(\left[\sum_{h=1}^{10}(d_h^- + d_h^+)\right] / 20518\right) + \left(\left[\sum_{h=11}^{56}(d_h^-)\right] / 200\right) \quad (5.12.3)$$

$$Minz = \left(\left[\sum_{h=1}^{10}(d_h^- + d_h^+)\right] / 2202\right) + \left(\left[\sum_{h=11}^{56}(d_h^-)\right] / 18\right) \quad (5.12.4)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^{10}\sum_{j=1}^{4} X_{ijk} = A_k \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots k = 1,2,3,4,5,6,7 \quad (5.13)$$

$$\sum_{i=1}^{10} X_{i5k} = S_k \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots k = 1,2,3,4,5,7 \quad (5.14)$$

$$\sum_{i=1}^{10} X_{ijk} = 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \begin{matrix} j = 1,2,3,4,5 \\ k = 1,2,3,4,5,6,7 \end{matrix} \quad (5.15)$$

$$\sum_{i=1}^{10} X_{ijk} \geq 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \begin{matrix} j = 1,2,3,4 \\ k = 1,3,4,5,7 \end{matrix} \quad (5.16)$$

$$\sum_{i=1}^{10} X_{ijk} \geq 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \begin{matrix} j = 5 \\ k = 1,2,3,4,5,7 \end{matrix} \quad (5.17)$$

$$\sum_{i=1}^{10} X_{ij6} \leq 1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots j = 1,2,3,4 \quad (5.18)$$

$$\sum_{j,k} M_k * X_{ijk} + d_h^- - d_h^+ = ORT_{M4} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \begin{matrix} i = 1,2,3,4,5,6,7,8 \\ j = 1,2,3,4,5 \\ k = 1,2,3,4,5,6,7 \\ h = 1,2,3,\ldots\ldots 8 \end{matrix} \quad (5.19)$$

$$\sum_{j,k} M_k * X_{ijk} + d_h^- - d_h^+ = ORT_{M5} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \begin{matrix} i = 9,10 \\ j = 3,4,5 \\ k = 1,2,3,4,5,6,7 \\ h = 9,10 \end{matrix} \quad (5.20)$$

$$\sum_{i=9}^{10}\sum_{j=1}^{2} X_{ijk} = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots k = 1,2,3,4,5,6,7 \quad (5.21)$$

$$\sum_{i=1}^{8} P_{ijk} * X_{ijk} + d_h^- = 7 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \begin{matrix} j = 1,2 \\ k = 1,2,3,4,5,6,7 \\ h = 11,12,13,\ldots\ldots 26 \end{matrix} \quad (5.22)$$

$$\sum_{i=1}^{10} P_{ijk} * X_{ijk} + d_h^- = 7 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \begin{matrix} j = 3,4,5 \\ k = 1,2,3,4,5,6,7 \\ h = 27,28,29,\ldots\ldots.56 \end{matrix} \quad (5.23)$$

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{5} X_{ijk} \leq 2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \mathrm{k} = 1,2,3,4,5,6,7 \quad (5.24)$$

$$X_{ijk} = 0 - 1 \quad (5.25)$$

$$d_h^-, d_h^+ \geq 0 \quad (5.26)$$

Eş. 5.12; probleminin amaç fonksiyonunu toplam pozitif ve negatif sapmanın minimizasyonudur. Ancak toplanan değerlerden biri mesafe (km) diğeri de puan değeri (p) olduğundan bu toplamı birimlerden kurtarmak adına mesafe ve puan değerleri bazı değerlere bölünmüştür. Yapılan bu bölme işlemleri sonucunda km ve p birimlerinden ortadan kalkmış ve normalizasyon işlemi tamamlanmıştır. Bir sonraki paragrafta detayları anlatılmakla beraber birimlerden şu şekilde kurtulunmuştur;

Eş. 5.12.1'de $Min\ z = \frac{Mesafeden\ sapma\ toplamı(\cancel{km})}{Heyet\ başına\ ortalama\ mesafe\ (\cancel{km})} + \frac{Puandan\ sapma\ toplamı\ (\cancel{p})}{Heyet\ başına\ ortalama\ puan\ (\cancel{p})}$

Eş. 5.12.2'de $Min\ z = \frac{Mesafeden\ sapma\ toplamı(\cancel{km})}{Heyet\ başına\ max.mesafe\ (\cancel{km})} + \frac{Puandan\ sapma\ toplamı\ (\cancel{p})}{Heyet\ başına\ max.puan\ (\cancel{p})}$

Eş. 5.12.3'te $Min\ z = \frac{Mesafeden\ sapma\ toplamı(\cancel{km})}{Heyetlerin\ toplam\ mesafesi\ (\cancel{km})} + \frac{Puandan\ sapma\ toplamı\ (\cancel{p})}{Heyetlerin\ toplam\ puanı\ (\cancel{p})}$

Eş. 5.12.4'te $Min\ z = \frac{Mesafeden\ sapma\ toplamı(\cancel{km})}{Ortalama\ mesafe\ (\cancel{km})} + \frac{Puandan\ sapma\ toplamı\ (\cancel{p})}{Ortalama\ puan\ (\cancel{p})}$

Burada 4 farklı yoldan çözüm yapılmış olup, bu 4 farklı çözümün sonucu da aynı çıkmıştır. Oluşturulan 4 farklı model Eş. 5.12.1, 5.12.2, 5.12.3 ve 5.12.4 şeklinde gösterilmiştir. Öncelikle yukarıdaki model mesafelerden bağımsız olarak max. Puan amacıyla çözülmüş ve oradan heyetlerin toplam (20518 km), ortalama (20518 km/10 heyet ≈ 2052 km) ve max. mesafe (5. Heyet = 2646 km) bilgileri elde edilmiştir. Yine model aynı şekilde puandan bağımsız olarak min. Mesafe amacıyla çözülmüş ve oradan da heyetlerin toplam (200 p), ortalama (200 p/10 heyet = 20 p) ve max. Puan (2. Heyet = 29 p) değerleri elde edilmiştir.

1. Amaç fonksiyonu modelinde (Eş. 5.12.1) mesafe ve puan sapma değerleri ortalama değerlere yani sırasıyla “2052 km” ve “20 p” değerlerine,

2. Amaç fonksiyonu modelinde (Eş. 5.12.2) mesafe ve puan sapma değerleri max. değerlere yani sırasıyla “2646 km” ve “29 p” değerlerine,

3. Amaç fonksiyonu modelinde (Eş. 5.12.3) mesafe ve puan sapma değerleri toplam değerlere yani sırasıyla “20518 km” ve “200 p” değerlerine,

4. Çözümde ise (Eş. 5.12.4) yukarıdakilerden farklı olarak sırasıyla “2202 km” değerine ve puan değeri de “18 p” değerine bölünmüştür. Bu değerler yukarıda bahsedilen min mesafe amacı ile çözülüp elde edilen puan değeri ve max puan amacı ile çözülüp elde edilen min mesafe bilgilerinden bağımsız olarak her heyetin mesafe ve puan değerlerinin ortalama değerleridir. Şöyleki; ilk 8 heyetin yapması gereken mesafe değeri “2394” km, son iki heyetin ise yapması gereken mesafe değeri “1436” km’dir. Bu bilgiler Bölüm 4.3.1.’de verilmiştir. ([(2394*8) + (1436*2)]/10) denklemi çözüldüğünde sonuç “2202 km” çıkmaktadır. Bu değer bir heyetin yapması gereken ortalama km değeridir.

Her heyetin her dönem verdiği puan değeri 1,2,3,4,5,6 ve 7’dir. Bu değerlerin ortalaması “4” dür. İlk 8 heyet 5 dönemde denetime çıkacağından ortalama puanı toplamda 4*5=20, son 2 heyet 3 dönem denetime çıkacağından ortalama puanı ise toplamda 4*3=12 olmaktadır. Dolayısıyla bir heyetin ortalama puan değeri ([(20*8) + (12*2)]/10) denkleminin çözümüyle ortaya çıkmakta olup çıkan değer yuvarlandığında “18” değeri elde edilmektedir.

Yukarıdaki 4 çözümün sonucunda da birebir aynı değerler çıkmıştır.

Eş. 5.13; her bir “k” ili için ilk 4 dönemde program sayısını gösteren kısıt denklemidir. Her bir “k” ili için son 5. Dönemde program sayısı kısıtı Eş. 5.14’te gösterilmiştir. Eş. 5.15; 10 heyetin her dönemde teftişe çıkmasını sağlayan kısıt denklemidir. İllerin her dönem en az 1 defa denetlenme kısıtları; Eş. 5.16’da 10 heyet için ilk 4 dönemde, 5. Dönem için ise Eş. 5.17’de belirtilmiştir. Eş. 5.18; 6 numaralı ilin ayrık dönemlerde teftiş edilmesini sağlayan kısıt denklemidir. Bunun nedeni 6. İldeki işyeri sayısının 4 döneme yetecek kadar olmaması (3 program) sebebiyle en azından bu ilin birbirinden farklı dönemlerde teftiş edilmesini sağlamaktır. İlk 8 heyetin tüm dönemlere göre yapmış oldukları il mesafelerinin ortalama

değere eşitlenmesi Eş. 5.19'da, son 2 heyetin son 3 dönemde yapmış oldukları mesafe değerlerinin ortalamaya eşitlendiği durum da Eş. 5.20'de ifade edilmiştir. Son 2 heyetin ilk 2 dönemde denetimde olmayacağı kısıtı Eş. 5.21'de gösterilmiştir. İlk 8 heyet için her dönemde en fazla gitmek istedikleri ile, dolayısıyla "7" puan verdikleri ile gitmelerini sağlamak amacıyla yazılan denklem Eş. 5.22'de, aynı durumun tüm 10 heyet ve son 3 dönem için olanı da Eş. 5.23'te gösterilmiştir. Bu denklemlerin ikiye bölünüp yazılmasının sebebi son 2 heyetin ilk 2 ayda denetime çıkmamasıdır. Çünkü modeli tek satırda yazdığımız durumda $P_{ijk}*X_{ijk}$ değeri 9. ve 10. Heyetlerin ilk döneminde Eş. 5.21 denkleminde kaynaklı olarak "0" olacağından bunlarla bağlantılı negatif sağma değerleri (d_h^-) doğal olarak 7 olacaktır ki bu istenilen bir değer değildir. Heyetlerin bir ile en fazla 2 defa gitmelerini sağlayan denklem Eş. 5.24'te gösterilmiştir. Eş. 5.25; X_{ijk} değişkeninin sadece 0-1 değerini alabileceğini, Eş. 5.26 ise pozitif ve negatif sapma değişkenlerinin 0 veya 0'dan büyük değer alabileceğini gösteren kısıt denklemleridir.

Pozitif ve negatif sapma değişkenleri içeren kısıtlar 5.19, 5.20, 5.22 ve 5.23 numaralı Eşitliklerde verilmiştir.. Burada Eş. 5.19'a ilk 8 heyetin 5 dönemde, Eş. 5.20'ye son 2 heyetin son 3 dönemde yapmış olduğu mesafe değerinin ortalama mesafe değerinden olan farkını minimize etmeye fırsat veren pozitif ve negatif sapma değişkenleri, Eş. 5.22'ye ilk 8 heyetin ilk 2 dönemde, Eş. 5.23'e toplam 10 heyetin son 3 dönemde en fazla tercih ettikleri illerden sapmaları minimize etmeye fırsat veren negatif sapma değişkenleri eklenmiştir. İşaretler eşitlik şeklinde olduğundan amaç fonkiyonları da bu eklenen pozitif ve negatif sapma değişkenlerinin toplamının minimizasyonu şeklinde oluşturulmuştur.

Burada dikkat edilmesi gereken nokta; belirli kısıt denklemlerinde (Eş. 5.19, Eş. 5.20, Eş. 5.22 ve Eş. 5.23) sağ taraf değişkenleri ile sol taraf değişkenleri arasındaki farkın minimum olmasını sağlayan pozitif ve negatif d_h değişkenlerinin varlığıdır. Bu değerler bize daha esnek bir yapı sunmakta, daha uygun çözümler elde etmemizi sağlamaktadır. Örneğin bu yöntemde heyetlerin yapmış oldukları mesafe değerleri için bir aralık değerinin karar verici tarafından bulunmasına gerek kalmamıştır. Çünkü burada bu kısıt denklemleri doğrudan mesafe ortalama değerine (ORT_{M4}, ORT_{M5}) eşitlenmiştir. Aradaki farkın minimum olmasını sağlayan değerler ilgili pozitif ve negatif d_h değerleridir.

Amaç, her bir heyetin yapmış olduğu mesafe değerinin diğer heyetlerle birbirine yakın değerlerde olması ve heyetlerin gitmek istedikleri ile verdikleri puanlara göre en iyi atamayı

yapmaktır. Burada Eş. 5.19 ve Eş. 5.20'deki pozitif ve negatif sapma değişkenleri ortalama mesafeden sapmayı ifade eden değişkenler iken Eş. 5.22 ile Eş. 5.23'deki negatif sapma değişkenleri illere verilen puanlarla ilgili eşitliktir. Eş. 5.22 için; Burada örneğin i=1 heyeti j=1 dönemi için aşağıdaki gibi bir denklem açılımı elde edildiği düşünülerek aslında normal Hedef Programlama yaklaşımına göre yazılması gereken denklem aşağıdaki gibi olmalıydı;

$$P_{111} * X_{111} + P_{112} * X_{112} + P_{113} * X_{113} + P_{114} * X_{114} + P_{115} * X_{115} + P_{116} * X_{116} + P_{117} * X_{117} + d_{11}^{-} - d_{11}^{+} = e = 7 \quad (5.27)$$

$$5 * X_{111} + 2 * X_{112} + 6 * X_{113} + 7 * X_{114} + 3 * X_{115} + 4 * X_{116} + 1 * X_{117} + d_{11}^{-} - d_{11}^{+} = e = 7 \quad (5.28)$$

Yukarıdaki gibi bir denklem elde ederiz. Burada $+d_{11}^{-} - d_{11}^{+}$ değerini sağ tarafa attığımızda aşağıdaki denklem ortaya çıkar;

$$5 * X_{111} + 2 * X_{112} + 6 * X_{113} + 7 * X_{114} + 3 * X_{115} + 4 * X_{116} + 1 * X_{117} = e = 7 - d_{11}^{-} + d_{11}^{+} \quad (5.29)$$

Burada bir ile verilen en yüksek puan "7" olduğu için denklem 7'ye eşitlenmiştir. Amaç fonksiyonu minimizasyon olduğu için pozitif ve negatif d_h 'nin en azlanması demek dolayısıyla denklemin "7" puan değerine en yakın atamanın yapılması anlamına gelmektedir. Burada aslında $+d_h^{-} - d_h^{+}$ yazılması tamamen hedef programlama mantığından kaynaklanmaktadır. Sadece $+d_{11}^{-}$ değerinin de yazılması bize aynı sonucu verecektir. Çünkü X_{ijk} sadece 0-1 değeri alabildiğinden, daha önceki denklemlerden de (Eş. 5.15'in açılımından)

$$X_{111} + X_{112} + X_{113} + X_{114} + X_{115} + X_{116} + X_{117} = 1 \quad (5.30)$$

denklemi bilindiğinden, Eş. 5.29 numaralı eşitlikte sol taraf en fazla "7" değerini alabilmektedir. Dolayısıyla d_h^{+} değeri kesinlikle "0" değerini almaktadır. Amaç d_h^{-} değerinin minimizasyonudur. Bu sebeple eşitliğe $+d_h^{-} - d_h^{+}$ yerine sadece $+d_h^{-}$ denkleme eklenmiştir.

Hedef Programlama Modeli mantığındaki çözümde amaç fonksiyonu her ne kadar minimizasyon gibi görünse de aslında amaç; pozitif ve negatif sapma değişkenlerini minimize ederek heyetlerin mesafe kısıtlarını dengeleyerek maksimum puan atamasını sağlayan atamanın elde edilmesidir.

Adım 8-Birinci Aşama Matematiksel Modelin Çözümü; Modelin GAMS 22.1 ile çözümünden optimal çözüm elde edildiği ekran çıktısı ile izlenmiştir. Gams Modeli Ek-2'de, ve optimal çözüme ulaşıldığına dair programın ekran çıktısı Ek-4'de sunulmuştur.

Adım 9-Program Çıktılarının Değerlendirilmesi; Modelin GAMS çözümü ile elde edilen, 0-1 değişkenlerden 1 değerini (X_{ijk}=1) alanlara ait özet Ek-6'da verilmiştir.

Pozitif ve negatif sapma değişkenlerinden 0'dan farklı değer alanlar ise Ek-7'de özetlenmiştir. d_h^+ değişkeni GAMS kodu DPh, d_h^- değişkeni ise DNh olarak seçilmiştir. Burada DN1-DN10 arası değerler mesafelerden negatif sapmaları, DP1-DP10 arası değerler mesafelerden pozitif sapmaları, DN11-DN56 arası değerler puan değerlerinden negatif sapmaları göstermektedirler.

X_{ijk} ile ilgili verilerin olduğu Ek-6'daki Çizelge çözümlendiğinde; örneğin 1. Heyet 1. Dönemde 4 numaralı ile gitmelidir. Yukarıdaki bilgilerin bir diğer gösterimi Çizelge 5.10'dadır.

Çizelge 5.10. Birinci aşama hedef programlama model çözümüne göre heyetlerin her dönem gidecekleri il numaraları

HEYET / AY	1 (ŞUBAT-MART)	2 (NİSAN-MAYIS)	3 (HAZİRAN-TEMMUZ)	4 (EYLÜL-EKİM)	5 (KASIM)
1. H	4 (Aydın)	1 (Denizli)	1 (Denizli)	7 (Bilecik)	4 (Aydın)
2. H	3 (Muğla)	5 (Kütahya)	5 (Kütahya)	2 (Uşak)	1 (Denizli)
3. H	1 (Denizli)	7 (Bilecik)	5 (Kütahya)	5 (Kütahya)	1 (Denizli)
4. H	5 (Kütahya)	4 (Aydın)	7 (Bilecik)	3 (Muğla)	5 (Kütahya)
5. H	7 (Bilecik)	5 (Kütahya)	6 (Kırklareli)	1 (Denizli)	4 (Aydın)
6. H	5 (Kütahya)	6 (Kırklareli)	3 (Muğla)	5 (Kütahya)	2 (Uşak)
7. H	4 (Aydın)	5 (Kütahya)	5 (Kütahya)	3 (Muğla)	7 (Bilecik)
8. H	5 (Kütahya)	3 (Muğla)	5 (Kütahya)	6 (Kırklareli)	3 (Muğla)
9. H			1 (Denizli)	4 (Aydın)	7 (Bilecik)
10. H			4 (Aydın)	7 (Bilecik)	5 (Kütahya)

Yukarıdaki çizelgede sayılar ilgili heyetin o dönemde gideceği ilin numarasını, parantez içindekiler de o numaraya karşılık gelen ilin adını göstermektedir. Örneğin 1. Heyet 1. Dönem olan Şubat-Mart aylarında k=4 numaralı ile yani Aydın iline gidecektir.

Hedef programlama modelinin GAMS sonucu dikkate alınması gereken değer Hedef Programlama Modelinin çözümü sonucunda elde etmiş olduğumuz Xijk değerlerine bağlı olarak hesaplanan toplam Pijk değerleridir. Çizelge 5.11'de Hedef Programlama Modeli sonucu elde ettiğimiz Xijk değerlerine bağlı olarak hesaplanan Pijk değerleri gösterilmiştir. Burada örneğin 1. Heyet 1. Dönemde k=4 Aydın iline tercihinde "7" puan vermiştir. Bu veriler Çizelge 5.5 ve bununla bağlantılı Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7'den elde edilmiştir.

Çizelge 5.11. Birinci aşama hedef programlama model çözümde heyetlerin her dönem gidecekleri illerin aldıkları puan değerleri

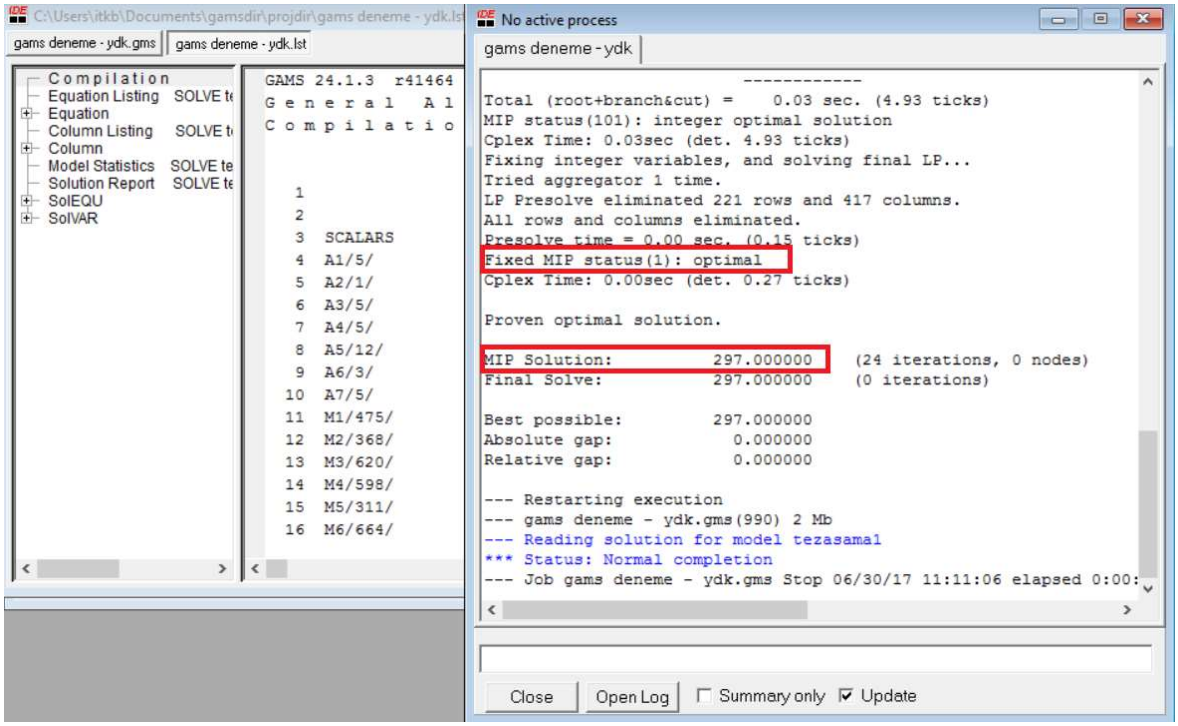
HEYET / AY	1 (ŞUBAT-MART)	2 (NİSAN-MAYIS)	3 (HAZİRAN-TEMMUZ)	4 (EYLÜL-EKİM)	5 (KASIM)	TOPLAM PUAN
1. H	7	7	6	7	6	33
2. H	7	7	7	7	4	32
3. H	5	7	5	4	6	27
4. H	6	7	6	7	6	32
5. H	5	7	7	7	6	32
6. H	7	7	7	7	7	35
7. H	7	7	7	7	5	33
8. H	6	6	7	7	7	33
9. H			7	7	5	19
10. H			7	7	7	21

TOPLAM PUAN DEĞERİ	297

Çizelge 5.11'de görüldüğü üzere "7" değerinin çoğunlukta oluşu, heyetlerin daha çok gitmek istedikleri yere gittiklerinin bir göstergesidir. Burada örneğin 6 Numaralı Heyetin durumu düşündürücüdür. Şöyle ; 6 Numaralı heyet için "Her dönem en çok gitmek istediği yere gitmelidir." sonucu çıkmıştır. Bunun sebeplerinden biri her dönem diğer kişilerin 6 Numaralı heyetin tercihlerinden başka bir ile gitmek için başka illere daha yüksek puan vermesinden kaynaklanabilmektedir. Ayrıca Çizelge 5.11'den de anlaşılacağı üzere hiç "1", "2" ve "3" değeri bulunmamaktadır. Bunun anlamı hiçbir heyetin 6. ve 7. Tercih ettiği ile gitmeyeceği şeklindedir. Hatta 5. Tercihlerine bile gitmemektedirler. Toplam puan satırından da anlaşılacağı üzere Hedef Programlama Probleminin çözümünde heyetlerin toplam puan değeri "297" dir.

4 farklı alternatif amaç fonksiyonu modelinin her birinde toplam puan değeri optimum olarak (297 p) bulunmuştur.

Ayrıca bu çalışmada yer almasa da bu model hedeften pozitif ve negatif sapma değişkenlerinin amaç fonksiyonunda yer almadığı, sadece heyetlerin toplam Pijk değerlerini maksimize edecek şekilde amaç fonksiyonunun yazıldığı atama modeli şekilde çözülmüş ve sonuç yine "297 p" çıkmıştır.



Şekil 5.2. Modelin farklı yoldan (klasik atama) çözüm ekranı

Şekil 5.2'deki 297 değeri sadece Pijk değeri dikkate alındığında elde edilen değerdir. Bu tez çalışmasında Hedef Programlama Problemi sonucu elde ettiğimiz 297 değeri ise hem toplam Pijk değerini hem de heyetlerin yapmış oldukları mesafe değerlerinin birbirine yakın olmasını sağlayan değerdir. Her ikisi de aynı değerde olmasına rağmen burada detayına girmemekle birlikte heyetlerin dönemlik gittikleri illerde farklılıklar olmakta, dolayısıyla heyetlerin mesafe değerleri ve tercihlere gidilme sayıları farklı olmaktadır. Bu kriterler değerlendirildiğinde bu çalışmada yazılan model sonucu elde edilen çözümler heyetlerin dağılımı açısından daha iyi sonuç vermektedir.

Çizelge 5.12. Atama modeli ile hedef programlama modelinin sonuçlarının karşılaştırılması

	Atama (Puan Değeri 297)	Hedef Programlama (Puan Değeri 297)
1. Heyet Mesafe	2461	2461
2. Heyet Mesafe	2085	2085
3. Heyet Mesafe	1887	1887
4. Heyet Mesafe	2255	2255
5. Heyet Mesafe	2646	2363
6. Heyet Mesafe	2274	2274
7. Heyet Mesafe	1872	2255
8. Heyet Mesafe	2526	2526
9. Heyet Mesafe	1388	1388
10. Heyet Mesafe	1224	1224
Toplam Mesafe	20518	20518
İlk 8 Heyet İçin Max Mesafe	2646	2526
İlk 8 Heyet İçin Min Mesafe	1872	1887
Max-Min Farkı	774	639
Son 2 Heyet İçin Max Mesafe	1388	1388
Son 2 Heyet İçin Min Mesafe	1224	1224
Max-Min Farkı	164	164

Yukarıdaki Çizelge 5.12'den de anlaşılacağı üzere Hedef Programlama modelinde ilk 8 heyetin yapmış oldukları mesafe değerleri arasındaki fark daha dardır (639). Bu, dağılımın daha dengeli olduğunu göstermektedir.

5.3. İkinci Aşama Hedef Programlama Modeli

Bu başlık altında Şekil 5.1'de çözüm için takip edilen adımlardan 11 ve 12 gerçekleştirilmiştir. Ancak bunun öncesinde 10. Adımın tanımlanması gerekmektedir.

Adım 10-Aynı Heyet Tarafından Aynı Dönem Denetimi Yapılması Gereken İşyerlerinin Belirlenmesi; Bu çalışmada aynı heyet tarafından aynı dönem denetimi yapılması gereken işyerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Böyle bir zorunluluğun bir çok sebebi bulunmaktadır. Öncelikle bakanlık üzerinden çalışan Sendika Yetki sisteminden elde edilen sicil numaraları ve adres bilgilerinin analiz edilmesi gerekmektedir. Sicil numaralarından işyerinde alt işveren olup olmadığı anlaşılmaktadır.

Asıl işveren, İşyerinde yürüttüğü mal veya hizmet üretimine ilişkin yardımcı işleri veya asıl işin bir bölümünde işletmenin ve işin gereği ile teknolojik nedenlerle uzmanlık gerektiren işleri diğer işverene veren, asıl işte kendisi de işçi çalıştıran gerçek veya tüzel kişiyi yahut tüzel kişiliği olmayan kurum ve kuruluşları; *Alt işveren* ise, bir işverenden, işyerinde yürütülen mal veya hizmet üretimine ilişkin yardımcı işlerde veya asıl işin bir bölümünde işletmenin ve işin gereği ile teknolojik nedenlerle uzmanlık gerektiren işlerde iş alan, bu iş için görevlendirdiği işçilerini sadece bu işyerinde aldığı işte çalıştıran gerçek veya tüzel kişiyi yahut tüzel kişiliği olmayan kurum ve kuruluşları ifade etmektedir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2008). Dolayısıyla bir işyerinde alt işveren var ise buranın denetiminin asıl işverenin denetimiyle birlikte yapmak daha mantıklı olacaktır. Çünkü alt işverenliğin olduğu bir işyeri fiziki olarak bakıldığında asıl işverenlikle aynı adreste bulunan işyeridir. Bir denetim elemanı o işyerine denetim için gitmişken ekstradan başka bir heyetin aynı işyerinin farklı bölümüne denetime gitmesi kaynakların etkin kullanılmaması anlamına gelmektedir.

Ayrıca üst yönetim aynı işyerine ait farklı adreslerdeki işyerlerinin denetiminin de aynı dönem aynı heyet tarafından yapılmasını istemektedir. Özetle;

- Alt işverenler asıl işverenlerle birlikte aynı dönem aynı heyet tarafından denetlenmelidir.
- Aynı işverenin farklı adreslerdeki işyerleri aynı dönem aynı heyet tarafından denetlenmelidir.
- Bir adreste birden fazla farklı işyeri görünüyorsa o işyerlerinin hepsi aynı dönem aynı heyet tarafından denetlenmelidir.

Yukarıda belirtilen kriterler neticesinde her bir ilde aynı heyet tarafından aynı dönem denetimi yapılması gereken işyerleri tespit edilmiş ve Çizelge 5.13'te belirtilmiştir. Çizelge içerisinde belirtilen sayılar Adım-3'te bulunan ve ekte yer alan işyerleri listesinde ilgili ilin

listesinde bulunan işyerinin sıra sayılarını göstermektedir. Örneğin; k=1 Denizli ilinde Denizli işyeri listesinde bulunan 1., 7., 10., 11. ve 12. sırada bulunan işyerlerinin denetimi aynı dönem aynı heyet tarafından yapılmalıdır. Buradan ilk 4 dönemlik görev sayısının 8, son dönem görev sayısının 4 olması sebebiyle Denizli işyeri listesinde bulunan 1., 7., 10., 11. ve 12. sırada bulunan işyerlerinin denetimi ilk 4 dönem içerisinde yapılacaktır denilebilir.

Çizelge 5.13. Her bir ilde aynı heyet tarafından aynı dönemde denetimi yapılması istenilen işyerleri

k=1 Denizli	k=2 Uşak	k=3 Muğla	k=4 Aydın	k=5 Kütahya	k=6 Kırklareli	k=7 Bilecik
1,7,10,11,12	1,3	1,31	15,20,37,43	1,4	2,3	1,7,29
13,15,46	2,8	2,18,30	41,47	2,6,52	5,11,17,18,19,2	3,17,30,36
17,41	5,11	4,22	44,45	3,5,8,11,15,22,85	10,22	5,13,14,15,22,24,26,37
22,48	6,7	5,13		7,16	22,24	11,23,31,32,33,38,39,40
28,38		8,15		9,28,65		41,42,43,44,46,47
		14,19		10,20,22,23,26,30		45,48
		22,34		14,17,59		
				18,62		
				32,84		
				36,40		
				39,44		
				45,50		
				57,71		
				70,104		

Çizelge 5.14'de, Çizelge 5.13'te belirtilen işyerlerinde aynı heyet tarafından aynı dönem denetime alınma gerekçeleri belirtilmektedir. Çizelge içerisinde bulunan "X" değeri o satırda belirtilen işyerlerinin tamamında ilgili sütunda belirtilen durumun geçerli olduğu, X (a,b,c,d) değeri ise (a,b,c,d) işyerlerinde ilgili sütundaki durumun geçerli olduğu anlamına gelmektedir. Örneğin; k=1 Denizli işyeri listesindeki 1., 7., 10., 11. ve 12. sırada bulunan işyerlerinin hepsinin ünvanları farklıdır. Bu aynı dönem aynı heyet tarafından denetim görmesine gerekçe değildir. Ancak hepsinin birbiriyle asıl-alt işveren ilişkisi bulunmaktadır. Ayrıca bunlardan 10. ve 12. Sıradaki işyerlerinin adresi de aynı görünmektedir. Başka bir örnekte Denizli işyeri listesinin 28. ve 38. Sırasında bulunan işyerlerinin ikisinin de ünvanları aynı olmasına rağmen farklı adreslerdedirler.

Çizelge 5.14. Aynı programda olması gereken işyerleri gerekçeleri

İL	İŞYERİ	UNVAN		ADRES		Sicil Numarasından Dolayı Asıl-Alt İşveren İlişkisi
		Aynı	Farklı	Aynı	Farklı	
k=1 Denizli	1,7,10,11,12		X	X(10,12)		X
	13,15,46	X(13,46)		X(13,15)		X(13,15)
	17,41	X			X	
	22,48		X	X		X
	28,38	X			X	
k=2 Uşak	1,3		X		X	X
	2,8		X		X	X
	5,11	X			X	X
	6,7	X			X	
k=3 Muğla	1,31	X			X	
	2,18,30	X			X	
	4,22	X			X	
	5,13	X			X	
	8,15	X			X	
	14,19	X			X	
	22,34	X			X	
k=4 Aydın	15,20,37,43	X(15,43), X(20,37)			X	X(15,20), X(37,43)
	41,47	X			X	
	44,45	X			X	

Çizelge 5.14. (devam) Aynı programda olması gereken işyerleri gerekçeleri

İL	İŞYERİ	UNVAN		ADRES		Sicil Numarasından Dolayı Asıl-Alt İşveren İlişkisi
		Aynı	Farklı	Aynı	Farklı	
k=5 Kütahya	1,4	X		X		
	2,6,52	X(2,6)			X	X(2,52)
	3,5,8,11,15,22,85	X		X(3,22)		
	7,16	X		X		
	9,28,65		X		X	X(2,52)
	10,20,22,23,26,30		X	X(10,30), X(20,22)	X	X(2,52)
	14,17,59	X(14,17)		X(14,59)		X(14,59)
	18,62	X			X	
	32,84	X			X	
	36, 40	X			X	
	39,44	X		X		
	45, 50	X			X	
	57,71	X			X	
	70,104		X	X		X
k=6 Kırklareli	2,3	X		X		
	5,11,17,18,19,23		X	X(5,17,19)	X	X
	10,22	X			X	
	22,24		X		X	X
k=7 Bilecik	1,7,29		X		X	X
	3,17,30,36		X	X(3,30)		X
	5,13,14,15,22,24,26,37	X(5,15), X(3,14), X(22,24)		X(13,22,37)		X(5,13,22,37), X(14,15,24,26)
	11,23,31,32,33,38,39,40	X(11,38), X(23,31,33,39)				X(11,32,38,40), X(23,31,33,39)
	41,42,43,44,46,47	X(41,43,44,46)		X(23,31,33,39), X(32,38,40)		X(41,42,44,46)
	45,48	X		X		

Adım 11-İkinci Matematiksel Modelin Kurulması; İki Aşamalı Çözüm Yaklaşımı başlıklı 5 Numaralı bölümde açıklanan sebeplerden dolayı problemin 2 aşamada çözülmesi hedeflenmiştir. Bir önceki birinci aşamadaki Hedef Programlama Problemindeki çözüm verileri bu aşamada girdi olarak kullanılmıştır.

4.2.1. Bölümündeki 13 maddeden oluşan problemin varsayımlarından 12 maddesi birinci aşama çözümü ile sağlanmıştır. 13. Maddede "*Her bir ildeki aynı dönem aynı heyet tarafından denetimi yapılması planlanan işyerlerine ait bilgiler dikkate alınacaktır."* denilmektedir. Bu bilgiler bir önceki bölümde 10. Adımda detaylıca anlatılmıştır. Birinci aşama sonucunda hangi *heyetin* hangi *dönem* hangi *ile* gideceği verisi elde edilmiştir. Bu aşamada yapılması gereken ise heyetin ilgili dönem ilgili ildeki gideceği *işyerlerini* belirlemektir. İşyerleri ile ilgili kısıtlar 4.2.1. Problemin Varsayımları bölümünde anlatılmıştır.

İkinci Aşamada modelleme aşamasından önce 2 farklı amaç fonksiyonu tanımı yapılmıştır. Amaç fonksiyonu tanımlarından ilki, her heyetin toplamda denetimini gerçekleştirdiği çalışan sayısının genel çalışan sayısı ortalamasına göre denetlemesi gereken çalışan sayısından farkının minimizasyonudur. Amaç fonksiyonu tanımlarından ikincisi ise her heyetin denetimini yaptığı ildeki toplam denetlediği çalışan sayısının o ilin ortalama çalışan sayısına göre denetlemesi gereken çalışan sayısından farkının minimizasyonudur. Karar Vericinin, her ildeki işyeri ve çalışan sayısı dikkate alındığında her ildeki çalışanın kendi içinde değerlendirimesinin daha mantıklı olduğu kararına varması sonucu sadece ikinci tanımlanan amaç fonksiyonu modellenmiştir.

Bir önceki birinci aşamada hangi heyetin hangi dönem hangi ile denetime gideceği verisi elde edilmişti. Bu aşamada ise amaç fonksiyonu; her heyetin denetimini yaptığı ildeki toplam denetlediği çalışan sayısının o ilin ortalama çalışan sayısına göre denetlemesi gereken çalışan sayısından farkının minimizasyonu olacak şekilde hangi heyetin hangi dönem hangi ildeki hangi *işyerine* gitmesi gerektiği bulunacaktır.

Bu modelde kullanılan *Notasyonlar* şu şekildedir;

İndis Kümesi

i= Heyet = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

j= Dönem = Şubat-Mart, Nisan-Mayıs, Haziran-Temmuz, Eylül-Ekim, Kasım=1, 2, 3, 4, 5

k= İl = Denizli, Uşak, Muğla, Aydın, Kütahya, Kırklareli, Bilecik = 1,2,3,4,5,6,7

t=k. İldeki t. işyeri olarak tanımlanmakla birlikte bu değerler şöyledir.;

- k=1,4,7 için t=1, 2, 3, ……...48
- k=2 için t=1, 2, 3, …..12
- k=3 için t=1, 2, 3, ……....44
- k=5 için t=1, 2, 3, …….….104
- k=6 için t=1, 2, 3, ……24

Karar Değişkenleri;

X_{ijkt} = i heyeti, j döneminde, k ilindeki t. İşyerine giderse 1, gitmezse 0 değerini alan 0-1 değişken

$d_h^- = h.kısıtta\ Hedeften\ negatif\ sapma$

$d_h^+ = h.kısıtta\ Hedeften\ pozitif\ sapma$

Parametreler;

DCS(t) = Denizli ilindeki t. İşyerinin Çalışan Sayısı (Ek-1'de verilmiştir.)

UCS(t) = Uşak ilindeki t. İşyerinin Çalışan Sayısı (Ek-1'de verilmiştir.)

MCS(t) = Muğla ilindeki t. İşyerinin Çalışan Sayısı (Ek-1'de verilmiştir.)

ACS(t) = Aydın ilindeki t. İşyerinin Çalışan Sayısı (Ek-1'de verilmiştir.)

KUCS(t) = Kütahya ilindeki t. İşyerinin Çalışan Sayısı (Ek-1'de verilmiştir.)

KICS(t) = Kırklareli ilindeki t. İşyerinin Çalışan Sayısı (Ek-1'de verilmiştir.)

BCS(t) = Bilecik ilindeki t. İşyerinin Çalışan Sayısı (Ek-1'de verilmiştir.)

AGS4 = İlk 4 ay için Dönemlik Görev Sayısı = 8

AGS5 = 5. ay için Dönemlik Görev Sayısı = 4

DIS = Denizli İlindeki Toplam İşyeri Sayısı = 48

UIS = Uşak İlindeki Toplam İşyeri Sayısı = 12

MIS = Muğla İlindeki Toplam İşyeri Sayısı = 44

AIS = Aydın İlindeki Toplam İşyeri Sayısı = 48

KUIS = Kütahya İlindeki Toplam İşyeri Sayısı = 104

KIS = Kırklareli İlindeki Toplam İşyeri Sayısı = 24

BIS = Bilecik İlindeki Toplam İşyeri Sayısı = 48

DORT= Denizli İlindeki İşyerlerinin Ortalama Çalışan Sayısı =34

UORT= Uşak İlindeki İşyerlerinin Ortalama Çalışan Sayısı =136

MORT= Muğla İlindeki İşyerlerinin Ortalama Çalışan Sayısı =11

AORT= Aydın İlindeki İşyerlerinin Ortalama Çalışan Sayısı =32

KUORT= Kütahya İlindeki İşyerlerinin Ortalama Çalışan Sayısı =70

KIORT= Kırklareli İlindeki İşyerlerinin Ortalama Çalışan Sayısı =124

BORT= Bilecik İlindeki İşyerlerinin Ortalama Çalışan Sayısı =170[1]

Ak4i = k iline ilk 4 dönemde giden i heyetleri için (i,j,k) değeri (1. Aşama sonucu elde edilen verilerden)

Ak5i = k iline 5. dönemde giden i heyetleri için (i,j,k) değeri (1. Aşama sonucu elde edilen verilerden)

Modeli daha sade halde yazmak adına bazı değişkenler özet şekilde yazılmıştır. Bu veriler 1. Aşama modelin çözümünde elde edilen verilerden derlenmiştir.

Burada A_{k4i};

$k = 1\ için\ A_{14i} = (i,j,k) = (1,2,1), (1,3,1), (3,1,1), (5,4,1), (9,3,1)$

$k = 2\ için\ A_{24} = (i,j,k) = (2,4,2)$

$k = 3\ için\ A_{34i} = (i,j,k) = (2,1,3), (4,4,3), (6,3,3), (7,4,3), (8,2,3)$

$k = 4\ için\ A_{44i} = (i,j,k) = (1,1,4), (4,2,4), (7,1,4), (9,4,4), (10,3,4)$

$k = 5\ için\ A_{54i} = (i,j,k)$

$= (2,2,5), (2,3,5), (3,3,5), (3,4,5), (4,1,5), (5,2,5), (6,1,5), (6,4,5), (7,2,5), (7,3,5), (8,1,5)$
$(8,3,5)$

$k = 6\ için\ A_{64i} = (i,j,k) = (5,3,6), (6,2,6), (8,4,6)$

$k = 7\ için\ A_{74i} = (i,j,k) = (1,4,7), (3,2,7), (4,3,7), (5,1,7), (10,4,7)$

[1] İllerdeki toplam işyeri ve ortalama çalışan sayıları Çizelge 5.4'de verilmiştir.

Burada A_{k5i};

$k = 1\ için\ A_{15i} = (i,j,k) = (2,5,1),(3,5,1)$

$k = 2\ için\ A_{25i} = (i,j,k) = (6,5,2)$

$k = 3\ için\ A_{35i} = (i,j,k) = (8,5,3)$

$k = 4\ için\ A_{45} = (i,j,k) = (1,5,4),(5,5,4)$

$k = 5\ için\ A_{55i} = (i,j,k) = (4,5,5),(10,5,5)$

$k = 7\ için\ A_{75i} = (i,j,k) = (7,5,7),(9,5,7)$

$$Min\ z = \sum_{h=1}^{46}(d_h^- + d_h^+) \quad (5.31)$$

s.t.

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=1}^{48} X_{ijkt} = AGS4 \dots\dots\dots\

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=1}^{104} X_{ijkt} = AGS5 \ldots\ldots\ldots\

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=5} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=13} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{34i}}, \boldsymbol{A_{35i}}) \quad (5.58)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=8} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=15} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{34i}}, \boldsymbol{A_{35i}}) \quad (5.59)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=14} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=19} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{34i}}, \boldsymbol{A_{35i}}) \quad (5.60)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=22} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=34} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{34i}}, \boldsymbol{A_{35i}}) \quad (5.61)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=15} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=20} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=37} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=43} X_{ijkt} = 4 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=15} X_{ijkt} \ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{44i}}, \boldsymbol{A_{45i}}) \quad (5.62)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=41} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=47} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{44i}}, \boldsymbol{A_{45i}}) \quad (5.63)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=44} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=45} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{44i}}, \boldsymbol{A_{45i}}) \quad (5.64)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=1} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=4} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}}, \boldsymbol{A_{55i}}) \quad (5.65)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=2} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=6} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=52} X_{ijkt} = 3 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=2} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}}, \boldsymbol{A_{55i}}) \quad (5.66)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=3} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=5} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=8} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=11} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=15} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=22} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=85} X_{ijkt}$$
$$= 7 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=3} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}}) \quad (5.67)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=3} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=5} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=8} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=11} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=15} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=22} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=85} X_{ijkt}$$
$$= 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{55i}}) \quad (5.68)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=8} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=16} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}}, \boldsymbol{A_{55i}}) \quad (5.69)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=9} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=28} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=65} X_{ijkt} = 3 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=9} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}}, \boldsymbol{A_{55i}}) \quad (5.70)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=10} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=20} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=22} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=23} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=26} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=30} X_{ijkt}$$
$$= 6 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=10} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}}) \quad (5.71)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=10} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=20} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=22} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=23} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=26} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=30} X_{ijkt}$$
$$= 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{55i}}) \quad (5.72)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=14} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=17} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=59} X_{ijkt} = 3 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=14} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}, A_{55i}}) \quad (5.73)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=18} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=62} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}, A_{55i}}) \quad (5.74)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=32} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=84} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}, A_{55i}}) \quad (5.75)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=36} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=40} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}, A_{55i}}) \quad (5.76)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=39} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=44} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}, A_{55i}}) \quad (5.77)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=45} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=50} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}, A_{55i}}) \quad (5.78)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=57} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=71} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}, A_{55i}}) \quad (5.79)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=70} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=104} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{54i}, A_{55i}}) \quad (5.80)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=2} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=3} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{64i}}) \quad (5.81)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=5} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=11} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=17} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=18} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=19} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=23} X_{ijkt}$$
$$= 6 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=5} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{64i}}) \quad (5.82)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=10} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=22} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{64i}}) \quad (5.83)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=22} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=24} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{64i}}) \quad (5.84)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=1} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=7} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=29} X_{ijkt} = 3 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=1} X_{ijkt} \ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{74i}, A_{75i}}) \quad (5.85)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=3} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=17} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=30} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=36} X_{ijkt} = 4 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=3} X_{ijkt} \ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{74i}, A_{75i}}) \quad (5.86)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=5} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=13} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=14} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=15} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=22} X_{ijkt}$$
$$+ \sum_{i,j,k}\sum_{t=24} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=26} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=37} X_{ijkt} = 8 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=5} X_{ijkt} \ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{74i}}) \quad (5.87)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=5} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=13} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=14} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=15} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=22} X_{ijkt}$$
$$+ \sum_{i,j,k}\sum_{t=24} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=26} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=37} X_{ijkt} = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{75i}}) \quad (5.88)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=11} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=23} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=31} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=32} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=33} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=38} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=39} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=40} X_{ijkt} = 8 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=11} X_{ijkt} \ldots . (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{74i}}) \quad (5.89)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=11} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=23} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=31} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=32} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=33} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=38} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=39} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=40} X_{ijkt} = 0 \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots . (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{75i}}) \quad (5.90)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=41} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=42} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=43} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=44} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=46} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=47} X_{ijkt} = 6 * \sum_{i,j,k}\sum_{t=41} X_{ijkt} \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots . (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{74i}}) \quad (5.91)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=41} X_{ij} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=42} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=43} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=44} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=46} X_{ijkt} + \sum_{i,j,k}\sum_{t=47} X_{ijkt} = 0 \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{75i}}) \quad (5.92)$$

$$\sum_{i,j,k}\sum_{t=45} X_{ijkt} = \sum_{i,j,k}\sum_{t=48} X_{ijkt} \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots (i,j,k) = (\boldsymbol{A_{74i}}, \boldsymbol{A_{75i}}) \quad (5.93)$$

$$\sum_{t=1}^{48} (\sum_{i,j,k} X_{ijk}) = 1 \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots \ldots

$$\sum_{t=1}^{48} X_{131t} * DCS(t) + d_3^- - d_3^+ = AGS4 * DORT \ldots\ldots\ldots\

$$\sum_{t=1}^{48} X_{437t} * BCS(t) + d_{18}^{-} - d_{18}^{+} = AGS4 * BORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.118)$$

$$\sum_{t=1}^{44} X_{443t} * MCS(t) + d_{19}^{-} - d_{19}^{+} = AGS4 * MORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.119)$$

$$\sum_{t=1}^{104} X_{455t} * KUCS(t) + d_{20}^{-} - d_{20}^{+} = AGS5 * KUORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots. \quad (5.120)$$

$$\sum_{t=1}^{48} X_{517t} * BCS(t) + d_{22}^{-} - d_{22}^{+} = AGS4 * BORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.121)$$

$$\sum_{t=1}^{104} X_{525t} * KUCS(t) + d_{22}^{-} - d_{22}^{+} = AGS4 * KUORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots. \quad (5.122)$$

$$\sum_{t=1}^{24} X_{536t} * KICS(t) + d_{23}^{-} - d_{23}^{+} = AGS4 * KIORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.123)$$

$$\sum_{t=1}^{48} X_{541t} * DCS(t) + d_{24}^{-} - d_{24}^{+} = AGS4 * DORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots. \quad (5.124)$$

$$\sum_{t=1}^{48} X_{554t} * ACS(t) + d_{25}^{-} - d_{25}^{+} = AGS5 * AORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.125)$$

$$\sum_{t=1}^{104} X_{615t} * KUCS(t) + d_{26}^{-} - d_{26}^{+} = AGS4 * KUORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots. \quad (5.126)$$

$$\sum_{t=1}^{24} X_{62} * KICS(t) + d_{27}^{-} - d_{27}^{+} = AGS4 * KIORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.127)$$

$$\sum_{t=1}^{44} X_{633t} * MCS(t) + d_{28}^{-} - d_{28}^{+} = AGS4 * MORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.. \quad (5.128)$$

$$\sum_{t=1}^{104} X_{645t} * KUCS(t) + d_{29}^{-} - d_{29}^{+} = AGS4 * KUORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.129)$$

$$\sum_{t=1}^{12} X_{652t} * UCS(t) + d_{30}^{-} - d_{30}^{+} = AGS5 * UORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.130)$$

$$\sum_{t=1}^{48} X_{714t} * ACS(t) + d_{31}^{-} - d_{31}^{+} = AGS4 * AORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5.131)$$

$$\sum_{t=1}^{104} X_{725t} * KUCS(t) + d_{32}^{-} - d_{32}^{+} = AGS4 * KUORT \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots. \quad (5.132)$$

$$\sum_{t=1}^{104} X_{735t} * KUCS(t) + d_{33}^{-} - d_{33}^{+} = AGS4 * KUORT \ldots\ldots\ldots\

- Burada Eş. 5.31; pozitif ve negatif sapma değişkenlerinin minimum olmasını sağlayan amaç fonksiyonudur.
- Eş. 5.32-Eş. 5.44; heyetlerin her bir dönemde ilgili ilde dönemlik görev sayısı kadar görev yapmasını sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.45-Eş. 5.50; 1. İle giden heyetlerin 1. İldeki aynı dönemde aynı heyet tarafından denetlenmesi gereken işyerlerinin denetlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.51-Eş. 5.54; 2. İle giden heyetlerin 2. İldeki aynı dönemde aynı heyet tarafından denetlenmesi gereken işyerlerinin denetlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.55-Eş. 5.61; 3. İle giden heyetlerin 3. İldeki aynı dönemde aynı heyet tarafından denetlenmesi gereken işyerlerinin denetlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.62-Eş. 5.64; 4. İle giden heyetlerin 4. İldeki aynı dönemde aynı heyet tarafından denetlenmesi gereken işyerlerinin denetlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.65-Eş. 5.80; 5. İle giden heyetlerin 5. İldeki aynı dönemde aynı heyet tarafından denetlenmesi gereken işyerlerinin denetlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.81-Eş. 5.84; 6. İle giden heyetlerin 6. İldeki aynı dönemde aynı heyet tarafından denetlenmesi gereken işyerlerinin denetlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.85-Eş. 5.93; 7. İle giden heyetlerin 7. İldeki aynı dönemde aynı heyet tarafından denetlenmesi gereken işyerlerinin denetlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.94; 1. İldeki her bir işyerinin sadece 1 heyet tarafından denetlenmesini sağlayan kısıt denklemidir.
- Eş. 5.95; 2. İldeki her bir işyerinin sadece 1 heyet tarafından denetlenmesini sağlayan kısıt denklemidir.
- Eş. 5.96; 3. İldeki her bir işyerinin sadece 1 heyet tarafından denetlenmesini sağlayan kısıt denklemidir.
- Eş. 5.97; 4. İldeki her bir işyerinin sadece 1 heyet tarafından denetlenmesini sağlayan kısıt denklemidir.
- Eş. 5.98; 5. İldeki her bir işyerinin sadece 1 heyet tarafından denetlenmesini sağlayan kısıt denklemidir.
- Eş. 5.99; 6. İldeki her bir işyerinin sadece 1 heyet tarafından denetlenmesini sağlayan kısıt denklemidir.
- Eş. 5.100; 7. İldeki her bir işyerinin sadece 1 heyet tarafından denetlenmesini sağlayan kısıt denklemidir.
- Eş. 5.101-Eş. 5.105; 1. Heyetin sırayla 5 dönem boyunca gitmiş oldukları illerde denetlemiş oldukları işyerlerindeki çalışan sayısının, gittikleri ildeki tüm işyerleri

düşünülerek hesaplanan işyeri çalışan sayısı ortalamasına göre o dönemde denetlemesi gereken işyeri sayısına oranla denetlemesi gereken çalışan sayısına eşitlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.

- Eş. 5.106-Eş. 5.110; 2. Heyetin sırayla 5 dönem boyunca gitmiş oldukları illerde denetlemiş oldukları işyerlerindeki çalışan sayısının, gittikleri ildeki tüm işyerleri düşünülerek hesaplanan işyeri çalışan sayısı ortalamasına göre o dönemde denetlemesi gereken işyeri sayısına oranla denetlemesi gereken çalışan sayısına eşitlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.111-Eş. 5.115; 3. Heyetin sırayla 5 dönem boyunca gitmiş oldukları illerde denetlemiş oldukları işyerlerindeki çalışan sayısının, gittikleri ildeki tüm işyerleri düşünülerek hesaplanan işyeri çalışan sayısı ortalamasına göre o dönemde denetlemesi gereken işyeri sayısına oranla denetlemesi gereken çalışan sayısına eşitlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.116-Eş. 5.120; 4. Heyetin sırayla 5 dönem boyunca gitmiş oldukları illerde denetlemiş oldukları işyerlerindeki çalışan sayısının, gittikleri ildeki tüm işyerleri düşünülerek hesaplanan işyeri çalışan sayısı ortalamasına göre o dönemde denetlemesi gereken işyeri sayısına oranla denetlemesi gereken çalışan sayısına eşitlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.121-Eş. 5.125; 5. Heyetin sırayla 5 dönem boyunca gitmiş oldukları illerde denetlemiş oldukları işyerlerindeki çalışan sayısının, gittikleri ildeki tüm işyerleri düşünülerek hesaplanan işyeri çalışan sayısı ortalamasına göre o dönemde denetlemesi gereken işyeri sayısına oranla denetlemesi gereken çalışan sayısına eşitlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.126-Eş. 5.130; 6. Heyetin sırayla 5 dönem boyunca gitmiş oldukları illerde denetlemiş oldukları işyerlerindeki çalışan sayısının, gittikleri ildeki tüm işyerleri düşünülerek hesaplanan işyeri çalışan sayısı ortalamasına göre o dönemde denetlemesi gereken işyeri sayısına oranla denetlemesi gereken çalışan sayısına eşitlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.131-Eş. 5.135; 7. Heyetin sırayla 5 dönem boyunca gitmiş oldukları illerde denetlemiş oldukları işyerlerindeki çalışan sayısının, gittikleri ildeki tüm işyerleri düşünülerek hesaplanan işyeri çalışan sayısı ortalamasına göre o dönemde denetlemesi gereken işyeri sayısına oranla denetlemesi gereken çalışan sayısına eşitlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.

- Eş. 5.136-Eş. 5.140; 8. Heyetin sırayla 5 dönem boyunca gitmiş oldukları illerde denetlemiş oldukları işyerlerindeki çalışan sayısının, gittikleri ildeki tüm işyerleri düşünülerek hesaplanan işyeri çalışan sayısı ortalamasına göre o dönemde denetlemesi gereken işyeri sayısına oranla denetlemesi gereken çalışan sayısına eşitlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.141-Eş. 5.143; 9. Heyetin sırayla 3 dönem (3., 4. ve 5.) boyunca gitmiş oldukları illerde denetlemiş oldukları işyerlerindeki çalışan sayısının, gittikleri ildeki tüm işyerleri düşünülerek hesaplanan işyeri çalışan sayısı ortalamasına göre o dönemde denetlemesi gereken işyeri sayısına oranla denetlemesi gereken çalışan sayısına eşitlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.144-Eş. 5.146; 10. Heyetin sırayla 3 dönem (3., 4. ve 5.) boyunca gitmiş oldukları illerde denetlemiş oldukları işyerlerindeki çalışan sayısının, gittikleri ildeki tüm işyerleri düşünülerek hesaplanan işyeri çalışan sayısı ortalamasına göre o dönemde denetlemesi gereken işyeri sayısına oranla denetlemesi gereken çalışan sayısına eşitlenmesini sağlayan kısıt denklemleridir.
- Eş. 5.147 numaralı eşitlik X_{ijkt}'lerin 0 ya da 1 değer alabileceğini gösteren işaret kısıtı denklemidir.
- Eş. 5.148 numaralı eşitlik pozitif ve negatif sapma değişkenlerinin 0 veya 0'dan büyük değer alabileceğini gösteren işaret kısıtı denklemidir.

Adım 12-Matematiksel Modelin Bilgisayar Programı Aracılığıyla Çözülmesi; Belirtilen model GAMS programında çözülmüş ve sonuç değeri "10872" olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre heyetlerin denetlemiş oldukları çalışan sayıları Çizelge 5.15'deki gibidir.

Çizelge 5.15. İkinci aşama hedef programlama modelinin çözümü sonucu heyetlerin denetlemiş oldukları çalışan sayıları

Heyet No	Toplam Çalışan Sayısı
1. Heyet	3187
2. Heyet	3275
3. Heyet	4058
4. Heyet	1126
5. Heyet	4468
6. Heyet	1256
7. Heyet	1500
8. Heyet	2065
9. Heyet	1227
10. Heyet	1502
İlk 8 Heyet için Mak. Değer	4468
İlk 8 Heyet için Min. Değer	1126
İlk 8 Heyet için Fark	3342
Son 2 Heyet için Mak. Değer	1502
Son 2 Heyet için Min. Değer	1227
Son 2 Heyet için Fark	285

Bu aşamada GAMS modelinin çözümü sonucunda çözüm için anlamlı olan "1" değerini alanlar Çizelge 5.16'daki gibidir. Burada çizelgede belirtilen X_{ijkt} değerleri i heyeti tarafından j döneminde k ilindeki t işyerine gidilenleri göstermektedir.

Çizelge 5.16. İkinci aşama hedef programlama modelinin gams çözümü sonucu "1" değerini alanlar

	1. Heyet	2. Heyet	3. Heyet	4. Heyet	5. Heyet	6. Heyet	7. Heyet	8. Heyet	9. Heyet	10. Heyet
1. Dönem (Şubat-Mart)	X1147	X2138	X3112	X41514	X5173	X6159	X7143	X81513		
	X1148	X2139	X31117	X41517	X5178	X61528	X71415	X81525		
	X11410	X21312	X31127	X41532	X51717	X61539	X71420	X81531		
	X11412	X21315	X31129	X41535	X51719	X61544	X71428	X81533		
	X11413	X21317	X31130	X41545	X51725	X61561	X71430	X81534		
	X11414	X21323	X31139	X41550	X51728	X61563	X71431	X81549		
	X11423	X21329	X31140	X41559	X51730	X61564	X71437	X81555		
	X11427	X21335	X31141	X41584	X51736	X61565	X71443	X81556		
2. Dönem (Nisan-Mayıs)	X1226	X2257	X3272	X4244	X5252	X6264	X72543	X8235		
	X12219	X22516	X3274	X4249	X5256	X6266	X72546	X8237		
	X12222	X22519	X32741	X42417	X52552	X6267	X72567	X82313		
	X12233	X22536	X32742	X42419	X52594	X6268	X72569	X82320		
	X12234	X22540	X32743	X42422	X52595	X6269	X72577	X82322		
	X12237	X22566	X32744	X42422	X52596	X62610	X72581	X82327		
	X12242	X22578	X32746	X42424	X52597	X62612	X72582	X82328		
	X12243	X22579	X32747	X42433	X52598	X62622	X72583	X82334		
3. Dönem (Haziran-Temmuz)	X1311	X2353	X3351	X43711	X5361	X6336	X73510	X83512	X9314	X10341
	X1317	X2355	X3354	X43723	X5365	X63311	X73520	X83524	X93113	X103441
	X13110	X2358	X33593	X43731	X53611	X63314	X73522	X83557	X93115	X103442
	X13111	X23511	X33599	X43732	X53613	X63316	X73523	X83571	X93116	X103444
	X13112	X23515	X335100	X43733	X53617	X63319	X73526	X83580	X93120	X103445
	X13144	X23522	X335101	X43738	X53618	X63324	X73530	X83587	X93128	X103446
	X13145	X23585	X335102	X43739	X53619	X63325	X73553	X83589	X93138	X103447
	X13147	X23588	X335103	X43740	X53623	X63326	X73554	X83592	X93146	X103448
4. Dönem (Eylül-Ekim)	X1471	X2422	X34518	X4432	X5413	X64527	X7431	X8462	X9442	X10477
	X1477	X2423	X34537	X44310	X5419	X64547	X7434	X8463	X94425	X104713
	X14720	X2424	X34538	X44318	X54118	X64570	X74322	X84614	X94432	X104714
	X14722	X2426	X34558	X44330	X54122	X64573	X74331	X84615	X94434	X104715
	X14727	X2427	X34562	X44332	X54125	X64586	X74339	X84616	X94436	X104722
	X14729	X2429	X34574	X44333	X54131	X64590	X74341	X84620	X94438	X104724
	X14734	X24220	X34575	X44340	X54135	X64591	X74342	X84622	X94439	X104726
	X14735	X24222	X34576	X44343	X54148	X645104	X74344	X84624	X94440	X104737
5. Dönem (Kasım)	X1545	X2518	X3515	X45529	X5546	X6522	X75710	X8533	X9576	X105541
	X15416	X25114	X35123	X45542	X55411	X6525	X75712	X85336	X9579	X105548
	X15418	X25132	X35124	X45568	X55429	X6528	X75716	X85337	X95745	X105551
	X15426	X25136	X35126	X45572	X55435	X65221	X75718	X85338	X95748	X105560

İkinci Aşama hedef programlama cinsinden modelinin GAMS sonucu "1" değerini alanların ele alınan probleme uyarlaması Çizelge 5.18'deki gibidir. Her bir satır heyetleri ve 5 büyük sütun da dönemleri, dönemlerin içinde ikiye ayrılmış 2 sütundan ise ilki satırdaki heyetin o dönem hangi ile gideceğini, ikinci sütunda o ildeki kaçıncı işyerine gideceğini göstermektedir. Örneğin 1. Heyet;

- ✓ 1. Dönemde k=4 Aydın ilindeki 7., 8., 10., 12., 13., 14., 23. ve 27. İşyerine,
- ✓ 2. Dönemde k=1 Denizli ilindeki 6., 19., 22., 33., 34., 37., 42. ve 43. İşyerine,
- ✓ 3. Dönemde k=1 Denizli ilindeki 1., 7., 10., 11., 12., 44., 45. ve 47. İşyerine,
- ✓ 4. Dönemde k=7 Bilecik ilindeki 1., 7., 20., 22., 27., 29., 34. ve 35. İşyerine,
- ✓ 5. Dönemde ise k=4 Aydın ilindeki 5., 16., 18. ve 26. İşyerine

gitmelidir.

Çizelge 5.18 verileri detaylıca incelendiğinde 4.2.1. Problemin Varsayımları bölümündeki 12. Maddenin tamamının karşılandığı görülmektedir. Çizelge 5.13'te belirtilen tüm şartlar Çizelge 5.18'de karşılanmaktadır. Bu şartlar Çizelge 5.17'de tekrar gösterilmiştir. Örneğin k=1 Denizli ilini ele alırsak; Denizli'de 1, 7, 10, 11, ve 12 numaralı işyerleri, 13, 15 ve 46 numaralı işyerleri, 17 ve 41 numaralı işyerleri, 22 ve 48 numaralı işyerleri ve 28 ve 38 numaralı işyerleri ayrı ayrı, aynı dönem aynı heyet tarafından denetlenmelidir. Çizelge 5.18'de belirtildiği üzere 1, 7, 10, 11, ve 12 numaralı işyerleri 1. Heyet tarafından 3. Dönemde, 13, 15 ve 46 numaralı işyerleri 9. Heyet tarafından 3. Dönemde, 17 ve 41 numaralı işyerleri 3. Heyet tarafından 1. Dönemde, 22 ve 48 numaralı işyerleri 5. Heyet tarafından 4. Dönemde ve 28 ve 38 numaralı işyerleri 9. Heyet tarafından 3. Dönemde denetlenmektedir. Yine aynı şekilde diğer bütün illerdeki işyeri denetlenme kısıtlarının karşılandığı görülmektedir.

Çizelge 5.17. 4.2.1. Problemin varsayımları bölümünde 12. Maddede bahsedilen kısıtlar

k=1 Denizli	k=2 Uşak	k=3 Muğla	k=4 Aydın	k=5 Kütahya		k=6 Kırklareli	k=7 Bilecik
1,7,10,11,12	1,3	1,31	15,20,37,43	1,4	18,62	2,3	1,7,29
13,15,46	2,8	2,18,30	41,47	2,6,52	32,84	5,11,17,18,19,23	3,17,30,36
17,41	5,11	4,22	44,45	3,5,8,11,15,22,85	36,40	10,22	5,13,14,15,22,24,26,37
22,48	6,7	5,13		7,16	39,44	22,24	11,23,31,32,33,38,39,40
28,38		8,15		9,28,65	45,50		41,42,43,44,46,47
		14,19		10,20,22,23,26,30	57,71		45,48
		22,34		14,17,59	70,104		

Çizelge 5.18. İkinci aşama hedef programlama modelinin gams sonucunun probleme uyarlanması

HEYET/ DÖNEM	1.DÖNEM (ŞUBAT-MART)		2. DÖNEM (NİSAN-MAYIS)		3. DÖNEM (HAZİRAN-TEMMUZ)		4. DÖNEM (EYLÜL-EKİM)		5. DÖNEM (KASIM)	
	İL	İŞYERİ	İL	İŞYERİ	İL	İŞYERİ	İL	İŞYERİ	İL	İŞYERİ
1. HEYET	4 (AYDIN)	7	1 (DENİZLİ)	6	1 (DENİZLİ)	1	7 (BİLECİK)	1	4 (AYDIN)	5
		8		19		7		7		16
		10		22		10		20		
		12		33		11		22		18
		13		34		12		27		
		14		37		44		29		26
		23		42		45		34		
		27		43		47		35		
2. HEYET	3 (MUĞLA)	8	5 (KÜTAHYA)	7	5 (KÜTAHYA)	3	2 (UŞAK)	1	1 (DENİZLİ)	8
		9		16		5		3		14
		12		19		8		4		
		15		36		11		6		32
		17		40		15		7		
		23		66		22		9		36
		29		78		85		10		
		35		79		88		12		
3. HEYET	1 (DENİZLİ)	2	7 (BİLECİK)	2	5 (KÜTAHYA)	1	5 (KÜTAHYA)	18	1 (DENİZLİ)	5
		17		4		4		37		23
		27		41		93		38		
		29		42		99		58		24
		30		43		100		62		
		39		44		101		74		26
		40		46		102		75		
		41		47		103		76		
4. HEYET	5 (KÜTAHYA)	14	4 (AYDIN)	4	7 (BİLECİK)	11	3 (MUĞLA)	2	5 (KÜTAHYA)	29
		17		9		23		10		42
		32		17		31		18		
		35		19		32		30		68
		45		22		33		32		
		50		22		38		33		72
		59		24		39		40		
		84		33		40		43		
5. HEYET	7 (BİLECİK)	3	5 (KÜTAHYA)	2	6 (KIRKLARELİ)	1	1 (DENİZLİ)	3	4 (AYDIN)	6
		8		6		5		9		11
		17		52		11		18		
		19		94		13		22		29
		25		95		17		25		
		28		96		18		31		35
		30		97		19		35		
		36		98		23		48		

Çizelge 5.18. (devam) İkinci aşama hedef programlama modelinin gams sonucunun probleme uyarlanması

HEYET/ DÖNEM	1.DÖNEM (ŞUBAT-MART)		2. DÖNEM (NİSAN-MAYIS)		3. DÖNEM (HAZİRAN-TEMMUZ)		4. DÖNEM (EYLÜL-EKİM)		5. DÖNEM (KASIM)	
	İL	İŞYERİ	İL	İŞYERİ	İL	İŞYERİ	İL	İŞYERİ	İL	İŞYERİ
6. HEYET	5 (KÜTAHYA)	9 28 39 44 61 63 64 65	6 (KIRKLARELİ)	4 6 7 8 9 10 12 22	3 (MUĞLA)	6 11 14 16 19 24 25 26	5 (KÜTAHYA)	27 47 70 73 86 90 91 104	2 (UŞAK)	2 5 8 11
7. HEYET	4 (AYDIN)	3 15 20 28 30 31 37 43	5 (KÜTAHYA)	43 46 67 69 77 81 82 83	5 (KÜTAHYA)	10 20 22 23 26 30 53 54	3 (MUĞLA)	1 4 22 31 39 41 42 44	7 (BİLECİK)	10 12 16 18
8. HEYET	5 (KÜTAHYA)	13 25 31 33 34 49 55 56	3 (MUĞLA)	5 7 13 20 22 27 28 34	5 (KÜTAHYA)	12 24 57 71 80 87 89 92	6 (KIRKLARELİ)	2 3 14 15 16 20 22 24	3 (MUĞLA)	3 36 37 48
9. HEYET					1 (DENİZLİ)	4 13 15 16 20 28 38 46	4 (AYDIN)	2 25 32 34 36 38 39 40	7 (BİLECİK)	6 9 45 48
10. HEYET					4 (AYDIN)	1 41 42 44 45 46 47 48	7 (BİLECİK)	5 13 14 15 22 24 26 37	5 (KÜTAHYA)	41 48 51 60

5.4. 2014 Yılında Uygulanan Program ile Tez Çalışmasında Önerilen Modelin Karşılaştırılması

Adım 13-Program Sonucu Çıkan Çözümün Gerçekleşen Durum ile Karşılaştırılması; 2014 yılında yapılan görev dağılımında atamalar hiçbir bilimsel yöntem kullanılmadan veya hesap yapılmadan bir nevi deneme yanılma yöntemiyle elle yapılmıştır. Bu tez çalışmasında detayları verilmese de günler süren deneme yanılma işlemlerinden sonra birinci aşama için uygulanan program Çizelge 5.19'daki gibidir;

Çizelge 5.19. Uygulanan görev ataması

HEYET /DÖNEM	ŞUBAT-MART	NİSAN-MAYIS	HAZİRAN-TEMMUZ	EYLÜL-EKİM	KASIM
H1	KÜTAHYA	AYDIN	KÜTAHYA	DENİZLİ	BİLECİK
H2	AYDIN	KÜTAHYA	DENİZLİ	KÜTAHYA	BİLECİK
H3	KÜTAHYA	BİLECİK	AYDIN	DENİZLİ	KÜTAHY
H4	BİLECİK	KÜTAHYA	MUĞLA	AYDIN	KÜTAHY
H5	KÜTAHYA	DENİZLİ	AYDIN	BİLECİK	MUĞLA
H6	DENİZLİ	KÜTAHYA	BİLECİK	MUĞLA	AYDIN
H7	MUĞLA	UŞAK	KÜTAHYA	KIRKLAREL	AYDIN
H8	KIRKLARELİ	MUĞLA	BİLECİK	KÜTAHYA	DENİZLİ
H9			KÜTAHYA	MUĞLA	UŞAK
H10			KIRKLARELİ	KÜTAHYA	DENİZLİ

2014 Yılındaki programlama yapılırken heyetlere hangi ile gitmek istedikleri ile ilgili bir puanlama yapmaları istenmemiştir. Aynı heyetlerle yapılan görüşmelerde kendilerine eğer tercih hakkı verilmiş olsaydı, illere nasıl bir puan vereceklerinin sorulması üzerine 5.1. Verilerin Derlenmesi bölümündeki gibi bir puan vermişlerdir. Buna göre ilgili görev dağılımına ait illerin puanlarını gösterir veriler Çizelge 5.20'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.20. Uygulanan görev atamasına göre alınan puanlar

HEYET /DÖNEM	ŞUBAT-MART	NİSAN-MAYIS	HAZİRAN-TEMMUZ	EYLÜL-EKİM	KASIM	TOPLAM PUAN
H1	3	5	2	5	5	20
H2	5	7	5	5	1	23
H3	2	7	2	5	7	23
H4	4	3	1	4	6	18
H5	3	1	5	6	7	22
H6	1	6	2	5	1	15
H7	4	2	7	6	1	20
H8	5	6	5	3	4	23
H9			4	3	1	8
H10			6	3	4	13
TOPLAM	27	37	39	45	37	185

Uygulanan görev atamasındaki puanların toplamı (Pijk) Çizelge 5.20'de görüldüğü üzere 185 puandır. Bu tez çalışmasında kurulan ve daha sonra GAMS programında çözülen modelin birinci aşama problemin toplam puanı ise 297'dir. Ayrıca fark sadece toplam puanda da değildir. Çizelge 5.21'de görüleceği üzere uygulanan görev atamasında heyetler toplamda 5 defa ilk tercih ettikleri illere (7 puan verdikleri) giderken önerilen görev atamasında toplamda 30 defa ilk tercih ettikleri illere gitmektedirler. Uygulanan görev atamasında heyetler toplamda 7 defa son tercihlerine (1 puan verdikleri), 5 defa 6. Tercihlerine (2 puan verdikleri) giderken, bu tezde elde edilen önerilen görev atamasında hiçbir heyet ne son ne de 6. Tercihlerine gitmektedirler. Hatta 5. Tercihlerine bile gitmemektedirler. Bu durumda bu tez çalışmasında birinci aşama sonucu elde ettiğimiz görev ataması heyetlerin tercihleri açısından daha uygun ve tatmin edici görülmektedir.

Çizelge 5.21. 2014 yılında uygulanan görev ataması verileri ile tezin birinci aşama model sonucunun karşılaştırılması

	2014 Yılında Uygulanan Görev Ataması		Tez Çalışmasında Elde Edilen (GAMS ile Kodlanıp Çözülen) Görev Ataması-1. Aşama		FARK YÜZDESİ (%)
	Kaç Defa Gidildiği	Toplam Puanı	Kaç Defa Gidildiği	Toplam Puanı	
1. TERCİH	5	35	30	210	500
2. TERCİH	6	36	9	54	50
3. TERCİH	11	55	5	25	-55
4. TERCİH	6	24	2	8	-67
5. TERCİH	6	18	0	0	-100
6. TERCİH	5	10	0	0	-100
7. TERCİH	7	7	0	0	-100
TOPLAM	46	185	46	297	61

Çizelge 5.21 2014 yılında uygulanan veriler ile tezde bulunan sonucun karşılaştırılması açısından önemlidir. 2014 yılında uygulanan görev atamasında heyetlerin toplam puanı 185 olurken, tezde elde edilen çözümde bu değer 297'dir. Tezde elde edilen sonuç, uygulanan atamadan yaklaşık %61 daha iyi (daha yüksek puan) bir sonuç vermiştir.

Heyetlerin tercihleri dikkate alındığında her dönem her heyetin en çok puan verdiği ile gittikleri düşünüldüğünde toplam puan en fazla 322 (46*7) olabilmektedir. Ancak bu gerçek

hayatta problem verilerinden dolayı mümkün bir durum olmamaktadır. Buna en yakın değer, bu tezde bulunan “297” sonucudur. Bulunan bu sonuç mevcut şartlar altında optimum sonuçtur.

Heyetlerin denetimini yaptıkları işyerlerindeki toplam çalışan sayıları dikkate alındığında denetlenen işyerlerindeki çalışan sayısına bakıldığında her durumda bu tez çalışmasında elde edilen modelin çözümü daha iyi sonuç vermektedir.

Çizelge 5.22. 2014 yılında uygulanan görev ataması verileri ile ikinci aşama hedef programlama modeli sonucunun karşılaştırılması

		UYGULANAN PROGRAMA GÖRE TOPLAM ÇALIŞAN SAYISI	2. AŞAMA SONUCUNA GÖRE TOPLAM ÇALIŞAN SAYISI
	1. HEYET	3748	3187
	2. HEYET	2656	3275
	3. HEYET	1205	4058
	4. HEYET	4500	1126
	5. HEYET	2209	4468
	6. HEYET	1002	1256
	7. HEYET	3017	1500
	8. HEYET	1690	2065
	9. HEYET	584	1227
	10. HEYET	3043	1502
	TOPLAM	23654	23654
İlk 8 Heyet İçin	MAX	4500	4468
	MİN	1002	1126
	MAX-MİN	3498	3342
Son 2 Heyet İçin	MAX	3043	1502
	MİN	584	1227
	MAX-MİN	2459	285

Burada Çizelge 5.22'de de görüldüğü üzere ilk 8 heyet için heyetler arasında en fazla çalışan denetleyen ile en az çalışan denetleyen heyet arasındaki fark 2014 yılında Uygulanan Programda 3498 iken, tezde çözülen İkinci Aşama Modelinde ise bu değer 3342'dir. Burada çok büyük bir fark gibi görünmese de bu tez çalışmasında elde edilen çözüm yaklaşık % 5 daha iyi (daha az) sonuç vermektedir.

Son iki heyete bakıldığında ise en fazla çalışan denetleyen ile en az alışan denetleyen heyet arasındaki fark 2014 Yılında uygulanan Programda 2459 iken, tezde çözülen İkinci Aşama sonucunda bu değer 285'tir. Dolayısıyla İkinci Aşama İkinci Amaç Fonksiyonu yaklaşımı, 2014 yılında uygulanan programdan yaklaşık % 89 daha iyi (daha dengeli, heyetler arasında daha dengeli adaletli dağılımlı) sonuç vermiştir.

Hem heyetlerin puan değerindeki toplamın daha fazla hem de heyetler arasındaki çalışan sayısı farkının daha az olması sebebiyle ve de eledeki mevcut verilerle en uygun çözüm bu tez çalışmasında elde edilen sonuçtur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sistemli çalışmak her alanda olduğu gibi iş hayatında da etkin olmanın en önemli temelidir. Planlı çalışmak, bir taraftan yapılacak iş ve işlemlerin zamanında yapılmasını sağlarken bir taraftan da bir sonraki yapılacak işlemler için gerekli zeminin hazırlanmasına yardımcı olmaktadır. Yanlış yapılan bir planlama domino taşı etkisi yaratarak bütün bir sistemi bozabilmektedir.

Denetimlerin planlı yürütülmesi ve sistemli çalışmak adına tez çalışmasında ÇSGB İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'nda yürütülen programlı teftişlerden 2014 yılında yürütülen bir tanesi (Mineral Ürünlerin İmalatında İş Sağlığı ve Güvenliği Programlı Teftişi) ele alınmıştır. Sırasıyla öncelikle bahse konu olan kurum ve kurumdaki işlemler tanıtılmıştır. Devamında tez çalışmasında kullanılan Atama Problemi ve Hedef Programlama Problemi incelenmiştir. Daha sonra Atama Problemi ve Hedef Programlama Problemi ile ilgili şimdiye kadar yapılan çalışmaların bir kısmının literatür araştırması kısmı sunulmuştur. Sonraki aşamada ise teze konu olan kurumdaki sistem anlatılmış, problemle ilgili veriler tanımlanmış ve problemle ilgili kısıtlar belirtilmiştir.

Gerçek koşullar göz önüne alındığında problem iki aşamalı olup heyetler için önemli olan unsur işyerleri hakkında bilgileri olmadığı için öncelikle gidilecek illerdir. Bu sebeple ilk aşamada heyetlerin il tercih puanlarına göre illerin mesafeleri hesaba katılarak denetim elemanları arasında haksızlığa sebep olmayacak ve dengeli mesafeyi sağlayacak şekilde denetim elemanlarının il konusundaki memnuniyetini maksimize edecek matematiksel model oluşturulmuştur. Dolayısıyla bu aşamada elde edilmek istenen bir taraftan heyetlerin en çok gitmek istedikleri illere ataması yapılırken, diğer taraftan da karar vericinin heyetler arasında adaletli bir dağılım yapmak adına gidilen illerin mesafe değerlerini heyetler arasında dengeli tutulmasını sağlamaktır. Böylece öncelikle hangi heyetin hangi dönem hangi ile gideceği bilgisi; oluşturulan Hedef Programlama modelinin optimal çözümü ile elde edilmiştir. İkinci Aşamaya geçerken bu veriler kaynak veri olarak kullanılmıştır. İkinci aşamada aynı dönem aynı heyet tarafından denetlenmesi zorunlu *işyerleri* için Hedef Programlama modeli kurularak optimal çözüm elde edilmiştir.

İki Aşamalı çözüm yaklaşımında, ilk aşamadaki matematiksel modelde yer alan değişken sayısı "8*5*7 + 2*3*7 = *322*" , İkinci aşamada ise *2824'*dür. Her bir modelin optimal çözümü, HP marka Intel (R) Core (TM) M-5Y51 CPU @ 1.10 GHz 1.30 GHz İşlemcili, 64 Bit İşletim Sistemli x64 Tabanlı İşlemcili bilgisayarda GAMS paket programı ile sırasıyla her bir model için 0,05 sn ve 3,16 sn olmak üzere toplam 3,21 sn'de elde edilmiştir.

Problem verilerine göre oluşturulan iki matematiksel model ile toplam memnuniyeti maksimum yapan, aynı zamanda dönemlik görev sayısı, il kısıtları, aynı dönem aynı heyet tarafından denetlenme kısıtı, heyetler arasında dengeli mesafeyi sağlayan, dengeli çalışan sayısı dağılımı yapan, illere gidilme sayısını dengeleyen sistemin kendi kısıtlarını sağlayan, görevler arasında dengeli bir dağılım yapan optimal sonuçlar elde edilmiştir.

Elde edilen çözüm, 2014 yılında uygulanan görev ataması ile kıyaslandığında heyetlerin tercih ettikleri illere atanması açısından % 61 daha iyi sonuç vermiştir. Ayrıca heyetlerin katlandıkları mesafe ve işyerlerindeki çalışan sayısı bazında işyeri ataması açısından dengeli bir görev ataması sağlamıştır. Problem tanımı itibariyle tümüyle dengeli atama yapılmasını zorlaştıran parametre ve kısıtlara sahiptir. Bunlara örnek olarak, dönemlere göre farklı görev sayısı, illerdeki işyeri sayılarının ve işyerlerindeki çalışan sayılarının birbirine eşit veya yakın değerlerde olmaması, aynı dönem aynı heyet tarafından denetim görme kısıtı verilebilir. Elde edilen çözümlerin optimal olması ile mevcut şartlar altında en dengeli atama sağlanmıştır.

Bu çalışma ile önerilen çözüm yaklaşımı Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın teftiş programlarının hazırlanmasında gerek aynı alanda parametrelerin yenilenmesi ile gerekse diğer alanlardaki programlı teftişlerin (Maden, İnşaat, Kimya, Seveso, Metal, Elektrik, Meslek Hastalıkları,….vb) programlanmasında kullanılabilecek örnek bir çalışma niteliğindendir. Çalışma, her yıl planlanmakta olan programlı teftişler için insan faktörünü dikkate alarak adaletli görev dağılımı için kolaylıkla uygulanacak bir çözüm yaklaşımı sunmaktadır.

Geleceğe yönelik çalışma kapsamında ileriki dönemlerde işyerlerinin az tehlikeli, tehlikeli ve çok tehlikeli olup olmadığı bilgisi, işyerlerinin kapalı alan-açık alan bilgisi, makine ekipman sayısı, daha önce kaç defa teftiş gördüğü, idari para cezası alıp almadığı, işyerinde durdurma yapılıp yapılmadığı, aynı dönem aynı ilde görev almak isteyen/istemeyen heyet

bilgileri, belirli dönemlerde idari görevde bulunup bulunmama, aynı ilde birden fazla ilçede görev verildiğinde aynı ilçedeki görevlerin aynı heyete verilmesi, heyetlerin kıdemine göre dönemlik görev sayısının farklılığı, çalışan sayısına göre işyerinin kaç işyeri yerine geçtiği bilgileri eklenmek suretiyle önerilen matematiksel modeller revize edilebilir.

Ayrıca programlı teftişlerin haricinde iş kazası, ihbar/şikayet, durdurma kararının kaldırılması konularının incelendiği ve yılın her döneminde teftiş programına alınan ve teftiş döneminden önceki kısa zaman aralığında planlanması gereken inceleme teftişleri için de benzer bir çalışma yürütülebilir.

KAYNAKLAR

Aardal, K., Nemhauser, G. L., Weismantel, R. (2005). *Handbooks in operations research and management science: discrete optimization*. North Holland: Elsevier Publishing Company, 47.

Alidaee, B., Gao, H., Wang, H. (2010). A note on task assignment of several problems. *Computers and Industrial Engineering*, 59(4), 1015–1018.

Arabeyre, J., Fearnley, F., Steiger, W. (1969). The airline crew scheduling problem: A survey. *Transportation Science,* 3(2), 140–163.

Athanassopoulos, A. D., Giokas, D. (1998). Technical efficiency and economies of scale in state owned enterprises: The Hellenic telecommunications organisation. *European Journal of Operational Research*, 107(1), 62-75.

Baker, K. R. (1976). Workforce allocation in cyclical scheduling problems: A survey. *Journal of the Operational Research Society*, 27(1), 155-167.

Billionnet, A. (1999). Integer programming to schedule a hierarchical workforce with variable demands. *European Journal of Operational Research*, 114(1), 105-114.

Bookbinder, Ja. H., Edwards, S. H. (1989). School-Bus routing for program scheduling. *Computers Operations Research*, 17(1), 79-94.

Borndörfer, R., Sagno, G., Schlechte, T., Swarat, E. (2016). Optimal duty rostering for toll enforcement inspectors. *Annals of Operations Research*, 252(2), 383-406.

Burkard, R. E., Çela, E., Pardalos, P. M., Pitsoulis, L. S. (1998). The quadratic assignment problem (SFB Report 126). *Graz, Austria: Institute of Mathematics, Technical University Graz*.

Burkard, R. E., Dell,'Amico., M., Martello, S. (2009). Assignment problems. *Society for Industrial And Applied Mathematics,* 132(1), 401-410.

Calleja, G., Corominas, A., García-Villoria, A., Pastor, R. (2016). Hybrid metaheuristics for the accessibility windows assembly line balancing problem level 2 (AWALBP-L2). *European Journal of Operational Research*, 250(3), 760-772.

Carello, G., Lanzarone, E. (2014). A cardinality-constrained robust model for the assignment problem in home care services. *European Journal of Operational Research*, 236(2), 748-762.

Casazza, M., Ceselli, A. (2016). Exactly solving packing problems with fragmentation. *Computers and Operations Research*, 75, 202-213.

Chu, S. C. (2007). Generating, scheduling and rostering of shift crew-duties: Applications at the Hong Kong International Airport. *European Journal of Operational Research*, 177(3), 1764-1778.

Corominas, A., Olivella, J., Pastor, R. (2010). A model for the assignment of a set of tasks when work performance depends on experience of all tasks involved. *International Journal of Production Economics*, 126(2), 335-340.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Yönetmeliği. (2012). *T.C. Resmi Gazete*, 28453, 31 Ekim 2012.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı Alt İşverenlik Yönetmeliği. (2017). *T.C. Resmi Gazete*, 30165, 25 Ağustos 2017.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftişi Rehberi. (2015). *İş Teftiş Kurulu Başkanlığı.* 11 Kasım 2015.

Daş, G. S., Göçken, T. (2014). A fuzzy approach for the reviewer assignment problem. *Computers and Industrial Engineering*, 72, 50-57.

Dodin, B., Elimam, A. A. (1997). Audit scheduling with overlapping activities and sequence-dependent setup costs. *European Journal of Operational Research*, 97(1), 22-33.

Ernst, A. T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M., Sier, D. (2004). Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. *European Journal of Operational Research*, 153(1), 3–27.

Ersan, C. (2010). *Implementatıon of aırport gate assıgnment problem*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Esen, Ö., Çetin, E., Esen, S. T. (2008). A mathematical immunochemoradiotherapy model: A multiobjective approach. Nonlinear Analysis: Real World Applications, 9(2), 511-517.

Fahimnia, B., Jabbarzadeh, A. (2016). Marrying supply chain sustainability and resilience: A match made in heaven. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 91, 306-324.

French, A. P., Wilson, J. M. (2007). An LP-based heuristic procedure for the generalized assignment problem with special ordered sets. *Computers and Operational Research*, 34(8), 2359-2369.

Gönülaçar, Ş. (2007). İç denetimde hedefler ve beklentiler. *Mali Hukuk Dergisi*, (130-131), 1-21.

Grosse, E. H., Glock, C. H., Jaber, M. Y. (2013). The effect of worker learning and forgetting on storage reassignment decisions in order picking systems. *Computers and Industrial Engineering*, 66(4), 653-662.

Güler, M. G., Keskin, M. E., Döyen, A., Akyer, H. (2015). On teaching assistant-task assignment problem: a case study. *Computers and Industrial Engineering*, 79, 18-26.

Huang, D. K., Chiu, H. N., Yeh, R. H., Chang, J. H. (2009). A fuzzy multi-criteria decision making approach for solving a bi-objective personnel assignment problem. *Computers and Industrial Engineering*, 56(1), 1-10.

Ignizio, J. P. (1976). *Goal programming and extensions*. London: Lexington Books Co., 84.

Ignizio, J. P. (1985). *Introduction to linear goal programming*. Kaliforniya: Sage Publication Inc., 63-65-80.

İnternet: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, İş Teftiş Kurulu Başkanlığı'nın Yeni Yapısı.URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww3.csgb.gov.tr%2Fcsgb Portal%2FShowProperty%2FWLP%2520Repository%2Fitkb%2Fdosyalar%2Fgb_h arita&date=2017-05-31. Son Erişim Tarihi: 31.05.2015.

İnternet: Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, İş Teftiş Kurulu'nun İdari Yapısı.URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww3.csgb.gov.tr%2Fcsgb Portal%2Fitkb.portal%23&date=2015-06-02. Son Erişim Tarihi: 02.06.2015.

Johnson, M. R., ve Garey, D. S. (1979). C*omputers and ıntractability: a guide to the theory of np-completeness*. New York: W.H. Freeman and Company, 207.

Karamalak, L., Sabuncuoglu, I., Ozkil, A. (2014). A mathematical model proposal for cost-effective course planning in large hierarchical organizations. *European Journal of Operational Research*, 238(2), 579-595.

Karp, R. M. (1972). *Reducibility among combinatorial problems*. New York: Complexity of Computer Computations, 85-103.

Lequy, Q., Desaulniers, G., Solomon, M. M. (2012). A two-stage heuristic for multi-activity and task assignment to work shifts. *Computers and Industrial Engineering*, 63(4), 831–841.

Lin, H. T., Chen, Y. T., Chou, T. Y., Liao, Y. C. (2012). Crew rostering with multiple goals: An empirical study. *Computers and Industrial Engineering*, 63(2), 483-493.

Mesquitaa, M., Moz, M., Paias, A., Pato, M. (2015). A decompose-and-fix heuristic based on multi-commodity flow models for driver rostering with days-off pattern. *European Journal of Operational Research*, 245(2), 423-437.

Moon, C., Kim, J., Hur, S. (2002). Integrated process planning and scheduling with minimizing total tardiness in multi-plants supply chain. *Computers and Industrial Enginnering*, 43(1), 331-349.

Özçelik, S. (2011). *Çok yönlü personellerin değerlendirilmesi ve üretim hattı personel atama problemi için bir optimizasyon modeli*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Pentico, D. W. (2007). Assignment problems: A golden anniversary survey. *European Journal of Operational Research*, 176(2), 774–793.

Pierskalla, W. P. (1968). Letter to the editör-the multidimensional assignment problem. *Operational Research*, 16(2), 422-431.

Poore, A. B. (1994). Multidimensional assignment formulation of data association problems arising from multitarget and multisensor tracking. *Computational Optimization and Application*, 3(1), 27-57.

Ramanathan, R. (2012). A mathematical programming model for estimating the importance levels of performance criteria and an application in e-commerce. *Expert Systems with Applications*, 39(2), 2067–2072.

Sampson, S. E. (2006). Optimization of volunteer labor assignments. *Journal Of Operations Management*, 24(4), 363-377.

Sarsenow, B. (2011). *Filo atama probleminin incelenmesi ve türk hava yolları için bir vaka çalışması,* Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Schell, E. (1965), *Distribution of a product by several properties*. Proceedings of the Second Symposium in Linear Programming, National Bureau of Standards and U.S. Air Force, Washington D.C. 615-642.

Schniederjans, M. J. (1995). *Goal programming: methodology and application.* Massachusetts: Kluwer Academic Publisher, 31-32.

Setzer, T., Bichler, M. (2013). Using matrix approximation for high-dimensional discrete optimization problems: Server consolidation based on cyclic time-series data. *European Journal of Operational Research*, 227(1), 62-75.

Tien, J. M., Kamiyama, A. (1982). On manpower scheduling algorithms. *Siam Review,* 24(3), 275–287.

Tuncel, G., Topaloglu, S. (2013). Assembly line balancing with positional constraints, task assignment restrictions and station paralleling: A case in an electronics company. *Computers and Industrial Engineering*, 64(2), 602–609.

Ünsal, Mehmet G. (2013). Karesel atama problemi için deterministik tavlama benzetim yöntemlerinin karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(1), 37-46.

Valouxis, C., Gogos, C., Goulas, G., Alefragis, P., Housos, E. (2012). A systematic two phase approach for the nurse rostering problem. *European Journal of Operational Research*, 219(2), 425-433.

Van Tran, T., Schnitzer, H., Braunegg, G., Le, H. T. (2017). Development of an optimization mathematical model by applying an integrated environmental indicator for selecting

alternatives in cleaner production programs. *Journal of Cleaner Production*, 154, 295-308.

Votaw, D. F., Orden, A. (1952), *The personnel assignment problem*, s*ymposium on linear ınequalities and programmng*, SCOOP 10, US Air Force, 1952, 155–163.

Wu, T. H., Yeh, J. Y., Lee, Y. M. (2015). A particle swarm optimization approach with refinement procedure for nurse rostering problem. *Computers and Operations Research*, 54, 52-63.

Zhang, Z. Y., Shang, J. S. (2001). Goal programs with −ni , −pi and −(ni+pi) objective functions. *European Journal of Operational Research*, 134(1), 157-164.

Zhen, Lu. (2015). Task assignment under uncertainty: stochastic programming and robust optimisation. *International Journal of Production Research*, 53(5), 1487–1502.

EKLER

EK-1. İşyerleri listesi

İllerdeki işyeri ve çalışan sayısı bilgileri k=1 Denizli ili için;

Çizelge 1. Denizli ili işyeri listesi

SIRA	UNVAN	İL MÜD. DOSYA	SGK SİCİL NO	ADRES	ÇALIŞAN
1	1. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	434
2	2. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	170
3	3. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	155
4	4. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	83
5	5. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	62
6	6. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	48
7	7. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	44
8	8. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	41
9	9. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	40
10	10. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	36
11	11. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	36
12	12. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	36
13	13. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	32
14	14. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	29
15	15. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	28
16	16. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	27
17	17. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	27
18	18. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	23
19	19. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	23
20	20. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	21
21	21. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	21
22	22. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	20
23	23. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	20
24	24. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	15
25	25. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	12
26	26. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	11
27	27. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	11
28	28. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	11
29	29. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	10
30	30. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	9
31	31. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	8
32	32. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	8
33	33. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	8
34	34. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	8
35	35. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	8
36	36. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	8
37	37. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	8
38	38. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	8
39	39. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	7
40	40. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	7
41	41. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	6
42	42. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	5
43	43. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	5
44	44. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	5
45	45. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	5
46	46. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	5
47	47. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	5
48	48. İşyeri	_._____._____._____.__	_._____._____._____.__	……. DENİZLİ	3

EK-1. (devam) İşyerleri listesi

k=2 Uşak ili için;
Çizelge 2. Uşak ili işyeri listesi

SIRA NO	UNVAN	İL MÜD. DOSYA NO	SGK SİCİL NO	ADRES	ÇALIŞAN SAYISI
1	1. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	413
2	2. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	405
3	3. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	273
4	4. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	235
5	5. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	90
6	6. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	86
7	7. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	33
8	8. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	30
9	9. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	21
10	10. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	18
11	11. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	14
12	12. İşyeri	. . .	. . .	… USAK	14

k=3 Muğla ili için;
Çizelge 3. Muğla ili işyeri listesi

SIRA NO	UNVAN	İL MÜD. DOSYA NO	SGK SİCİL NO	ADRES	ÇALIŞAN SAYISI
1	1. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	42
2	2. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	40
3	3. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	39
4	4. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	28
5	5. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	23
6	6. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	22
7	7. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	20
8	8. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	18
9	9. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	17
10	10. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	17
11	11. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	16
12	12. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	15
13	13. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	15
14	14. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	14
15	15. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	13
16	16. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	10
17	17. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	9
18	18. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	9
19	19. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	8
20	20. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	8
21	21. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	7
22	22. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	7
23	23. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	7
24	24. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	6
25	25. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	6
26	26. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	6
27	27. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	6
28	28. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	5
29	29. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	5
30	30. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	5
31	31. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	5
32	32. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	5
33	33. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	5
34	34. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	4
35	35. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	4
36	36. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	4
37	37. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	4
38	38. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	4
39	39. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	4
40	40. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	4
41	41. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	3
42	42. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	3
43	43. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	3
44	44. İşyeri	. . .	. . .	…MUĞLA	3

EK-1. (devam) İşyerleri listesi

k=4 Aydın ili için;
Çizelge 4. Aydın ili işyeri listesi

SIRA NO	UNVAN	İL MÜD. DOSYA NO	SGK SİCİL NO	ADRES	ÇALIŞAN
1	1. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	280
2	2. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	198
3	3. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	170
4	4. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	134
5	5. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	83
6	6. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	79
7	7. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	46
8	8. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	42
9	9. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	39
10	10. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	34
11	11. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	32
12	12. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	25
13	13. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	23
14	14. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	20
15	15. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	19
16	16. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	18
17	17. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	17
18	18. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	15
19	19. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	14
20	20. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	14
21	21. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	13
22	22. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	13
23	23. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	12
24	24. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	12
25	25. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	11
26	26. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	11
27	27. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	11
28	28. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	11
29	29. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	10
30	30. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	9
31	31. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	9
32	32. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	8
33	33. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	8
34	34. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	7
35	35. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	7
36	36. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	7
37	37. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	7
38	38. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	6
39	39. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	6
40	40. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	6
41	41. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	5
42	42. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	5
43	43. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	5
44	44. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	5
45	45. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	5
46	46. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	4
47	47. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	4
48	48. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	… AYDIN	4

EK-1. (devam) İşyerleri listesi

k=5 Kütahya ili için;

Çizelge 5. Kütahya ili işyeri listesi

SIRA NO	UNVAN	İL MÜD. DOSYA NO	SGK SİCİL NO	ADRES	ÇALIŞAN SAYISI
1	1. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	1546
2	2. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	828
3	3. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	584
4	4. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	458
5	5. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	434
6	6. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	329
7	7. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	234
8	8. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	218
9	9. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	187
10	10. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	184
11	11. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	180
12	12. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	168
13	13. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	147
14	14. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	127
15	15. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	101
16	16. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	94
17	17. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	62
18	18. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	62
19	19. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	41
20	20. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	39
21	21. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	36
22	22. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	35
23	23. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	35
24	24. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	35
25	25. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	34
26	26. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	33
27	27. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	33
28	28. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	33
29	29. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	31
30	30. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	29
31	31. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	27
32	32. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	27
33	33. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	26
34	34. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	26
35	35. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	26
36	36. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	26
37	37. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	25
38	38. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	25
39	39. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	24
40	40. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	23
41	41. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	23
42	42. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	22
43	43. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	21
44	44. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	20
45	45. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	19
46	46. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	18
47	47. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	18
48	48. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	17
49	49. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	16
50	50. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	15
51	51. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	15
52	52. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	15
53	53. İşyeri	_._____._______.__	_._____._______.__	…KÜTAHYA	14

EK-1. (devam) İşyerleri listesi

k=5 Kütahya ili için;

Çizelge 5. Kütahya ili işyeri listesi

SIRA NO	UNVAN	İL MÜD. DOSYA NO	SGK SİCİL NO	ADRES	ÇALIŞAN SAYISI
54	54. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	13
55	55. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	13
56	56. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	12
57	57. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	12
58	58. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	12
59	59. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	11
60	60. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	11
61	61. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	11
62	62. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	11
63	63. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	11
64	64. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	11
65	65. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	11
66	66. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	11
67	67. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	11
68	68. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	10
69	69. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	10
70	70. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	10
71	71. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	10
72	72. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	10
73	73. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	10
74	74. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	10
75	75. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	9
76	76. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	9
77	77. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	8
78	78. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	8
79	79. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	8
80	80. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	8
81	81. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	7
82	82. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	7
83	83. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	7
84	84. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	6
85	85. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	6
86	86. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	6
87	87. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	5
88	88. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	5
89	89. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	5
90	90. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	5
91	91. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	5
92	92. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	5
93	93. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	4
94	94. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	4
95	95. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	4
96	96. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	4
97	97. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	4
98	98. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	4
99	99. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	3
100	100. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	3
101	101. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	3
102	102. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	3
103	103. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	3
104	104. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…KÜTAHYA	1

EK-1. (devam) İşyerleri listesi

k=6 Kırklareli ili için;

Çizelge 6. Kırklareli ili işyeri listesi

SIRA NO	UNVAN	İL MÜD. DOSYA NO	SGK SİCİL NO	ADRES	ÇALIŞAN SAYISI
1	1. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	1273
2	2. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	845
3	3. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	489
4	4. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	76
5	5. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	36
6	6. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	35
7	7. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	30
8	8. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	28
9	9. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	23
10	10. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	23
11	11. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	19
12	12. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	14
13	13. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	13
14	14. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	12
15	15. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	11
16	16. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	9
17	17. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	7
18	18. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	7
19	19. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	5
20	20. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	5
21	21. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	4
22	22. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	4
23	23. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	3
24	24. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…KIRKLARELİ	2

k=7 Bilecik ili için;

Çizelge 7. Bilecik ili işyeri listesi

SIRA NO	UNVAN	İL MÜD. DOSYA NO	SGK SİCİL NO	ADRES	ÇALIŞAN SAYISI
1	1. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	1494
2	2. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	916
3	3. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	840
4	4. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	469
5	5. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	451
6	6. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	429
7	7. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	346
8	8. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	341
9	9. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	301
10	10. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	282
11	11. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	203
12	12. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	195
13	13. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	184
14	14. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	163
15	15. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	137
16	16. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	110
17	17. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	110
18	18. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	102
19	19. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	81
20	20. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	76
21	21. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	73
22	22. İşyeri	_._____._____._____	_._____._____._____	…BİLECİK	73

EK-1. (devam) İşyerleri listesi

k=7 Bilecik ili için;

Çizelge 7. Bilecik ili işyeri listesi

SIRA NO	UNVAN	İL MÜD. DOSYA NO	SGK SİCİL NO	ADRES	ÇALIŞAN SAYISI
23	23. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	62
24	24. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	49
25	25. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	44
26	26. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	42
27	27. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	41
28	28. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	39
29	29. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	36
30	30. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	35
31	31. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	30
32	32. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	28
33	33. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	28
34	34. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	28
35	35. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	27
36	36. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	25
37	37. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	25
38	38. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	24
39	39. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	24
40	40. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	23
41	41. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	23
42	42. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	23
43	43. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	23
44	44. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	22
45	45. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	22
46	46. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	21
47	47. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	20
48	48. İşyeri	_._____._____.__	_._____._____.__	…BİLECİK	1

EK-2. Birinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

```
SCALARS
A1/5/
A2/1/
A3/5/
A4/5/
A5/12/
A6/3/
A7/5/
M1/475/
M2/368/
M3/620/
M4/598/
M5/311/
M6/664/
M7/315/
S1/2/
S2/1/
S3/1/
S4/2/
S5/2/
S6/0/
S7/2/;
SCALARS
M4ORT /2394/
M5ORT /1436/;
POSITIVE VARIABLES
DN1
DN2
DN3
DN4
DN5
DN6
DN7
DN8
DN9
DN10
DN11
DN12
……
DP1
DP2
DP3
……
;
```

EK-2. (devam) Birinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

```
BINARY VARIABLES
X111
X112
X113
X114
X115
X116
X117
X121
X122
X123
X124
X125
X126
X127
X131
X132
X133
X134
X135
X136
X137
X141
X142
X143
X144
X145
X146
X147
X151
X152
X153
X154
X155
X156
X157
X211
X212
X213
……
;
VARIABLES
Z;
EQUATIONS
```

EK-2. (devam) Birinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

```
AMAC
K1
K2
K3
K4
K5
K6
K7
K8
K9
K10
K11
K12
K13
K14
K15
K16
K17
K18
K19
K20
K21
K22
K23
K24
K25
……;

AMAC.. z=e=
(DN1+DN2+DN3+DN4+DN5+DN6+DN7+DN8+DN9+DN10+DP1+DP2+DP3+DP4+DP
5+DP6+DP7+DP8+DP9+DP10)/2202+
(DN11+DN12+DN13+DN14+DN15+DN16+DN17+DN18+DN19+DN20+DN21+DN22+
DN23+DN24+DN25+DN26+DN27+DN28+DN29+DN30+DN31+DN32+DN33+DN34+
DN35+DN36+DN37+DN38+DN39+DN40+DN41+DN42+DN43+DN44+DN45+DN46+
DN47+DN48+DN49+DN50+DN51+DN52+DN53+DN54+DN55+DN56)/18;
K1..X111+X121+X131+X141+X211+X221+X231+X241+X311+X321+X331+X341+X4
11+X421+X431+X441+X511+X521+X531+X541+X611+X621+X631+X641+X711+X7
21+X731+X741+X811+X821+X831+X841+X931+X941+X1031+X1041-5=e=0;
K2..X112+X122+X132+X142+X212+X222+X232+X242+X312+X322+X332+X342+X4
12+X422+X432+X442+X512+X522+X532+X542+X612+X622+X632+X642+X712+X7
22+X732+X742+X812+X822+X832+X842+X932+X942+X1032+X1042-1=e=0;
K3..X113+X123+X133+X143+X213+X223+X233+X243+X313+X323+X333+X343+X4
13+X423+X433+X443+X513+X523+X533+X543+X613+X623+X633+X643+X713+X7
23+X733+X743+X813+X823+X833+X843+X933+X943+X1033+X1043-5=e=0;
……..
```

EK-2. (devam) Birinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

K4..X114+X124+X134+X144+X214+X224+X234+X244+X314+X324+X334+X344+X4
14+X424+X434+X444+X514+X524+X534+X544+X614+X624+X634+X644+X714+X7
24+X734+X744+X814+X824+X834+X844+X934+X944+X1034+X1044-5=e=0;
……..
K8..X151+X251+X351+X451+X551+X651+X751+X851+X951+X1051-2=e=0;
K9..X152+X252+X352+X452+X552+X652+X752+X852+X952+X1052-1=e=0;
K10..X153+X253+X353+X453+X553+X653+X753+X853+X953+X1053-1=e=0;
……..
K15..X111+X112+X113+X114+X115+X116+X117-1=e=0;
K16..X211+X212+X213+X214+X215+X216+X217-1=e=0;
K17..X311+X312+X313+X314+X315+X316+X317-1=e=0;
……..
K23..X121+X122+X123+X124+X125+X126+X127-1=e=0;
K24..X221+X222+X223+X224+X225+X226+X227-1=e=0;
K25..X321+X322+X323+X324+X325+X326+X327-1=e=0;
……..
K31..X131+X132+X133+X134+X135+X136+X137-1=e=0;
K32..X231+X232+X233+X234+X235+X236+X237-1=e=0;
K33..X331+X332+X333+X334+X335+X336+X337-1=e=0;
……..
K41..X141+X142+X143+X144+X145+X146+X147-1=e=0;
K42..X241+X242+X243+X244+X245+X246+X247-1=e=0;
K43..X341+X342+X343+X344+X345+X346+X347-1=e=0;
……..
K51..X151+X152+X153+X154+X155+X156+X157-1=e=0;
K52..X251+X252+X253+X254+X255+X256+X257-1=e=0;
K53..X351+X352+X353+X354+X355+X356+X357-1=e=0;
……..
K61..X111+X211+X311+X411+X511+X611+X711+X811-1=g=0;
K62..X113+X213+X313+X413+X513+X613+X713+X813-1=g=0;
……..
K66..X121+X221+X321+X421+X521+X621+X721+X821-1=g=0;
K67..X123+X223+X323+X423+X523+X623+X723+X823-1=g=0;
……..
K71..X131+X231+X331+X431+X531+X631+X731+X831+X931+X1031-1=g=0;
K72..X133+X233+X333+X433+X533+X633+X733+X833+X933+X1033-1=g=0;
……..
K76..X141+X241+X341+X441+X541+X641+X741+X841+X941+X1041-1=g=0;
K77..X143+X243+X343+X443+X543+X643+X743+X843+X943+X1043-1=g=0;
……..;
K87..475*X111+368*X112+620*X113+598*X114+311*X115+664*X116+315*X117+4
75*X121+368*X122+620*X123+598*X124+311*X125+664*X126+315*X127+475*X1
31+368*X132+620*X133+598*X134+311*X135+664*X136+315*X137+475*X141+368
*X142+620*X143+598*X144+311*X145+664*X146+315*X147+475*X151+368*X152
+620*X153+598*X154+311*X155+664*X156+315*X157+DN1-DP1-M4ORT=e=0;

EK-2. (devam) Birinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

```
K88..475*X211+368*X212+620*X213+598*X214+311*X215+664*X216+315*X217+4
75*X221+368*X222+620*X223+598*X224+311*X225+664*X226+315*X227+475*X2
31+368*X232+620*X233+598*X234+311*X235+664*X236+315*X237+475*X241+368
*X242+620*X243+598*X244+311*X245+664*X246+315*X247+475*X251+368*X252
+620*X253+598*X254+311*X255+664*X256+315*X257+DN2-DP2-M4ORT=e=0;
K89..475*X311+368*X312+620*X313+598*X314+311*X315+664*X316+315*X317+4
75*X321+368*X322+620*X323+598*X324+311*X325+664*X326+315*X327+475*X3
31+368*X332+620*X333+598*X334+311*X335+664*X336+315*X337+475*X341+368
*X342+620*X343+598*X344+311*X345+664*X346+315*X347+475*X351+368*X352
+620*X353+598*X354+311*X355+664*X356+315*X357+DN3-DP3-M4ORT=e=0;
……..
K97..X911+X912+X913+X914+X915+X916+X917=e=0;
K98..X921+X922+X923+X924+X925+X926+X927=e=0;
……..
K101..5*X111+2*X112+6*X113+7*X114+3*X115+4*X116+1*X117+DN11-7=e=0;
K102..7*X121+3*X122+4*X123+5*X124+2*X125+6*X126+1*X127+DN12-7=e=0;
K103..6*X131+3*X132+1*X133+5*X134+2*X135+7*X136+4*X137+DN13-7=e=0;
……..
K149..X111+X121+X131+X141+X151-2=l=0;
K150..X112+X122+X132+X142+X152-2=l=0;
……..
K156..X211+X221+X231+X241+X251-2=l=0;
K157..X212+X222+X232+X242+X252-2=l=0;
……..
K163..X311+X321+X331+X341+X351-2=l=0;
K164..X312+X322+X332+X342+X352-2=l=0;
……..
K170..X411+X421+X431+X441+X451-2=l=0;
K171..X412+X422+X432+X442+X452-2=l=0;
……..
K177..X511+X521+X531+X541+X551-2=l=0;
K178..X512+X522+X532+X542+X552-2=l=0;
……..
K184..X611+X621+X631+X641+X651-2=l=0;
K185..X612+X622+X632+X642+X652-2=l=0;
……..
K191..X711+X721+X731+X741+X751-2=l=0;
K192..X712+X722+X732+X742+X752-2=l=0;
……..
Option optcr=0.1;
model tezasama1 assignment problem/all/;
solve tezasama1 minimizing z using MIP;
……

……
```

EK-3. İkinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

```
SCALAR
AGS4/8/
AGS5/4/
DIS/48/
UIS/12/
MIS/44/
AIS/48/
KUIS/104/
KIS/24/
BIS/48/
DORT/34/
UORT/136/
MORT/11/
AORT/32/
KUORT/70/
KIORT/124/
BORT/170/;
VARIABLES
z;
POSITIVE VARIABLES
DN1
DN2
DN3
DN4
DN5
DN6
DN7
DN8
DN9
DN10
DN11
DN12
DN13
……..
DP1
DP2
DP3
DP4
DP5
DP6
DP7
DP8
```

EK-3. (devam) İkinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

DP9
DP10
DP11
DP12
DP13
DP14
DP15
DP16
DP17
……..
BINARY VARIABLES
X1141
X1142
X1143
X1144
X1145
X1146
X1147
X1148
X1149
X11410
X11411
X11412
X11413
X11414
X11415
X11416
X11417
X11418
X11419
X11420
X11421
X11422
X11423
X11424
X11425
X11426
X11427
X11428
X11429
X11430
X11431

EK-3. (devam) İkinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

X11432
X11434
X11435
X11436
X11437
X11438
X11439
X11440
X11441
X11442
X11443
X11444
X11445
X11446
X11447
X11448
X1211
X1212
X1213
X1214
X1215
X1216
X1217
X1218
X1219
X12110
X12111
X12112
X12113
X12114
X12115
X12116
X12117
X12118
X12119
X12120
X12121
X12122
X12123
X12141
……..
X1055104;

EK-3. (devam) İkinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

```
EQUATIONS
AMAC
K1
K2
K3
K4
K5
K6
K7
K8
K9
……..
;
AMAC..z=e=
DN1+DP1+DN2+DP2+DN3+DP3+DN4+DP4+DN5+DP5+DN6+DP6+DN7+DP7+DN8+
DP8+DN9+DP9+DN10+DP10+
DN11+DP11+DN12+DP12+DN13+DP13+DN14+DP14+DN15+DP15+DN16+DP16+DN
17+DP17+DN18+DP18+DN19+DP19+DN20+DP20+
DN21+DP21+DN22+DP22+DN23+DP23+DN24+DP24+DN25+DP25+DN26+DP26+DN
27+DP27+DN28+DP28+DN29+DP29+DN30+DP30+
DN31+DP31+DN32+DP32+DN33+DP33+DN34+DP34+DN35+DP35+DN36+DP36+DN
37+DP37+DN38+DP38+DN39+DP39+DN40+DP40+
DN41+DP41+DN42+DP42+DN43+DP43+DN44+DP44+DN45+DP45+DN46+DP46;

K1..X1211+X1212+X1213+X1214+X1215+X1216+X1217+X1218+X1219+X12110+X1
2111+X12112+X12113+X12114+X12115+X12116+X12117+X12118+X12119+X12120
+X12121+X12122+X12123+X12124+X12125+X12126+X12127+X12128+X12129+X12
130+X12131+X12132+X12133+X12134+X12135+X12136+X12137+X12138+X12139+
X12140+X12141+X12142+X12143+X12144+X12145+X12146+X12147+X12148=e=AG
S4;
K2..X1311+X1312+X1313+X1314+X1315+X1316+X1317+X1318+X1319+X13110+X1
3111+X13112+X13113+X13114+X13115+X13116+X13117+X13118+X13119+X13120
+X13121+X13122+X13123+X13124+X13125+X13126+X13127+X13128+X13129+X13
130+X13131+X13132+X13133+X13134+X13135+X13136+X13137+X13138+X13139+
X13140+X13141+X13142+X13143+X13144+X13145+X13146+X13147+X13148=e=AG
S4;
K3..X3111+X3112+X3113+X3114+X3115+X3116+X3117+X3118+X3119+X31110+X3
1111+X31112+X31113+X31114+X31115+X31116+X31117+X31118+X31119+X31120
+X31121+X31122+X31123+X31124+X31125+X31126+X31127+X31128+X31129+X31
130+X31131+X31132+X31133+X31134+X31135+X31136+X31137+X31138+X31139+
X31140+X31141+X31142+X31143+X31144+X31145+X31146+X31147+X31148=e=AG
S4;
```

EK-3. (devam) İkinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

K4..X5411+X5412+X5413+X5414+X5415+X5416+X5417+X5418+X5419+X54110+X5
4111+X54112+X54113+X54114+X54115+X54116+X54117+X54118+X54119+X54120
+X54121+X54122+X54123+X54124+X54125+X54126+X54127+X54128+X54129+X54
130+X54131+X54132+X54133+X54134+X54135+X54136+X54137+X54138+X54139+
X54140+X54141+X54142+X54143+X54144+X54145+X54146+X54147+X54148=e=AG
S4;
K5..X9311+X9312+X9313+X9314+X9315+X9316+X9317+X9318+X9319+X93110+X9
3111+X93112+X93113+X93114+X93115+X93116+X93117+X93118+X93119+X93120
+X93121+X93122+X93123+X93124+X93125+X93126+X93127+X93128+X93129+X93
130+X93131+X93132+X93133+X93134+X93135+X93136+X93137+X93138+X93139+
X93140+X93141+X93142+X93143+X93144+X93145+X93146+X93147+X93148=e=AG
S4;
K6..X2511+X2512+X2513+X2514+X2515+X2516+X2517+X2518+X2519+X25110+X2
5111+X25112+X25113+X25114+X25115+X25116+X25117+X25118+X25119+X25120
+X25121+X25122+X25123+X25124+X25125+X25126+X25127+X25128+X25129+X25
130+X25131+X25132+X25133+X25134+X25135+X25136+X25137+X25138+X25139+
X25140+X25141+X25142+X25143+X25144+X25145+X25146+X25147+X25148=e=AG
S5;
K7..X3511+X3512+X3513+X3514+X3515+X3516+X3517+X3518+X3519+X35110+X3
5111+X35112+X35113+X35114+X35115+X35116+X35117+X35118+X35119+X35120
+X35121+X35122+X35123+X35124+X35125+X35126+X35127+X35128+X35129+X35
130+X35131+X35132+X35133+X35134+X35135+X35136+X35137+X35138+X35139+
X35140+X35141+X35142+X35143+X35144+X35145+X35146+X35147+X35148=e=AG
S5;
……..
K46..X9571+X9572+X9573+X9574+X9575+X9576+X9577+X9578+X9579+X95710+X
95711+X95712+X95713+X95714+X95715+X95716+X95717+X95718+X95719+X95720
+X95721+X95722+X95723+X95724+X95725+X95726+X95727+X95728+X95729+X95
730+X95731+X95732+X95733+X95734+X95735+X95736+X95737+X95738+X95739+
X95740+X95741+X95742+X95743+X95744+X95745+X95746+X95747+X95748=e=AG
S5;
K47..X1211+X1217+X12110+X12111+X12112=e=5*X1211;
K48..X12113+X12115+X12146=e=3*X12113;
K49..X12117=e=X12141;
K50..X12121=e=X12148;
K51..X12128=e=X12138;

K52..X1311+X1317+X13110+X13111+X13112=e=5*X1311;
K53..X13113+X13115+X13146=e=3*X13113;
K54..X13117=e=X13141;
K55..X13121=e=X13148;
K56..X13128=e=X13138;

EK-3. (devam) İkinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

K57..X3111+X3117+X31110+X31111+X31112=e=5*X3111;
K58..X31113+X31115+X31146=e=3*X31113;
K59..X31117=e=X31141;
K60..X31121=e=X31148;
K61..X31128=e=X31138;

K62..X5411+X5417+X54110+X54111+X54112=e=5*X5411;
K63..X54113+X54115+X54146=e=3*X54113;
K64..X54117=e=X54141;
K65..X54121=e=X54148;
K66..X54128=e=X54138;

K67..X9311+X9317+X93110+X93111+X93112=e=5*X9311;
K68..X93113+X93115+X93146=e=3*X93113;
K69..X93117=e=X93141;
K70..X93121=e=X93148;
K71..X93128=e=X93138;

K72..X2511+X2517+X25110+X25111+X25112=e=0;
K73..X25113+X25115+X25146=e=3*X25113;
K74..X25117=e=X25141;
K75..X25121=e=X25148;
K76..X25128=e=X25138;

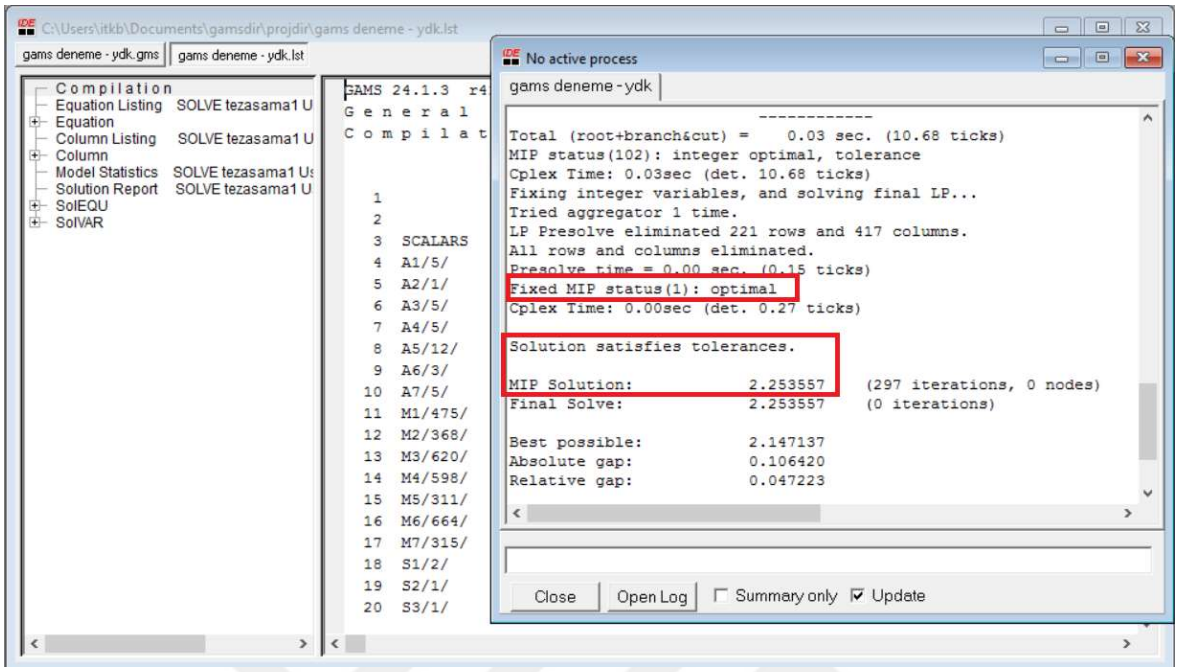
K77..X3511+X3517+X35110+X35111+X35112=e=0;
K78..X35113+X35115+X35146=e=3*X35113;
K79..X35117=e=X35141;
K80..X35121=e=X35148;
K81..X35128=e=X35138;
……..
K357..X8462=e=X8463;
K358..X8465+X84611+X84617+X84618+X84619+X84623=e=6*X8465;
K359..X84610=e=X84622;
K360..X84621=e=X84624;
……..
K410..X1211+X1311+X2511+X3111+X5411+X3511+X9311=e=1;
K411..X1212+X1312+X2512+X3112+X5412+X3512+X9312=e=1;
K412..X1213+X1313+X2513+X3113+X5413+X3513+X9313=e=1;
K413..X1214+X1314+X2514+X3114+X5414+X3514+X9314=e=1;
……..
K458..X2421+X6521=e=1;
……..

EK-3. (devam) İkinci aşama hedef programlama modelinin gams kodu

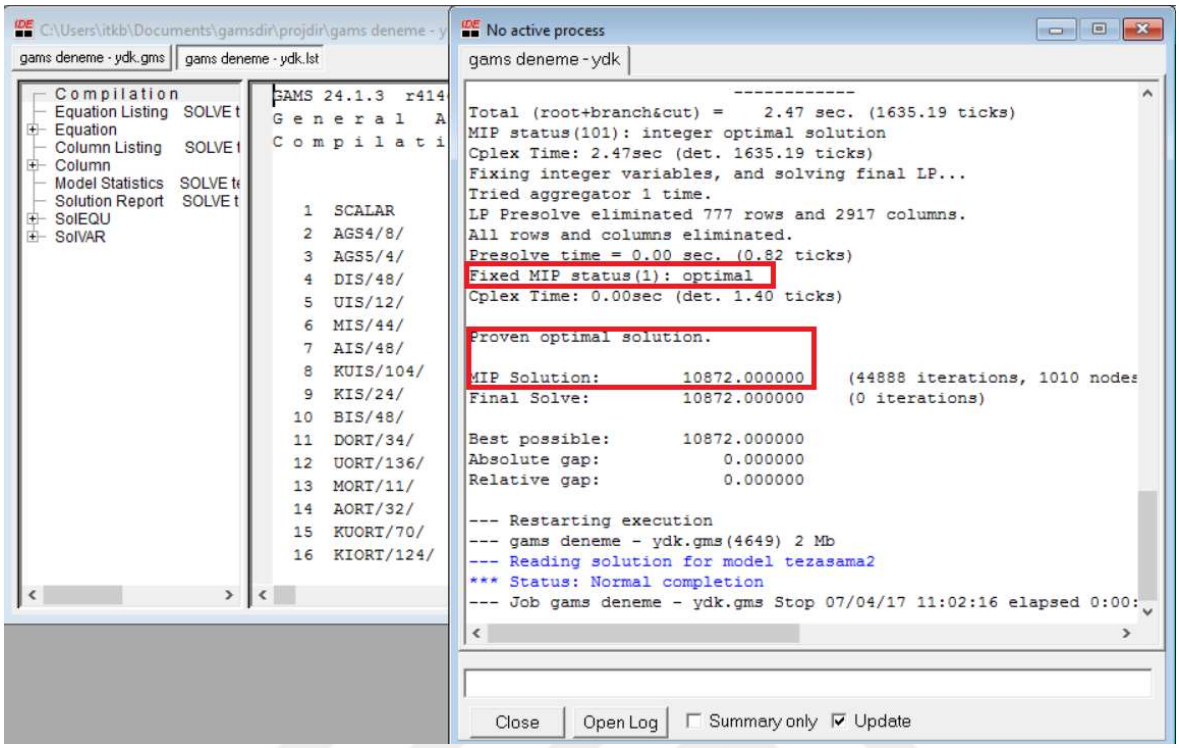
K470..X2131+X7431+X4431+X6331+X8231+X8531=e=1;
K471..X2132+X7432+X4432+X6332+X8232+X8532=e=1;
K472..X2133+X7433+X4433+X6333+X8233+X8533=e=1;
K473..X2134+X7434+X4434+X6334+X8234+X8534=e=1;
K474..X2135+X7435+X4435+X6335+X8235+X8535=e=1;
K475..X2136+X7436+X4436+X6336+X8236+X8536=e=1;
K476..X2137+X7437+X4437+X6337+X8237+X8537=e=1;
……..
K514..X1141+X1541+X9441+X4241+X10341+X5541+X7141=e=1;
K515..X1142+X1542+X9442+X4242+X10342+X5542+X7142=e=1;
K516..X1143+X1543+X9443+X4243+X10343+X5543+X7143=e=1;
……..

K738..X1141*280+X1142*198+X1143*170+X1144*134+X1145*83+X1146*79+X1147
*46+X1148*42+X1149*39+X11410*34+X11411*32+X11412*25+X11413*23+X11414*
20+X11415*19+X11416*18+X11417*17+X11418*15+X11419*14+X11420*14+X11421
*13+X11422*13+X11423*12+X11424*12+X11425*11+X11426*11+X11427*11+X1142
8*11+X11429*10+X11430*9+X11431*9+X11432*8+X11433*8+X11434*7+X11435*7+
X11436*7+X11437*7+X11438*6+X11439*6+X11440*6+X11441*5+X11442*5+X1144
3*5+X11444*5+X11445*5+X11446*4+X11447*4+X11448*4+DN1-DP1=e=8*AORT;
……..
K783..X10551*1546+X10552*828+X10553*584+X10554*458+X10555*434+X10556*3
29+X10557*234+X10558*218+X10559*187+X105510*184+X105511*180+X105512*1
68+X105513*147+X105514*127+X105515*101+X105516*94+X105517*62+X105518*
62+X105519*41+X105520*39+X105521*36+X105522*35+X105523*35+X105524*35+
X105525*34+X105526*33+X105527*33+X105528*33+X105529*31+X105530*29+X10
5531*27+X105532*27+X105533*26+X105534*26+X105535*26+X105536*26+X10553
7*25+X105538*25+X105539*24+X105540*23+X105541*23+X105542*22+X105543*2
1+X105544*20+X105545*19+X105546*18+X105547*18+X105548*17+X105549*16+X
105550*15+X105551*15+X105552*15+X105553*14+X105554*13+X105555*13+X105
556*12+X105557*12+X105558*12+X105559*11+X105560*11+X105561*11+X105562
*11+X105563*11+X105564*11+X105565*11+X105566*11+X105567*11+X105568*10
+X105569*10+X105570*10+X105571*10+X105572*10+X105573*10+X105574*10+X1
05575*9+X105576*9+X105577*8+X105578*8+X105579*8+X105580*8+X105581*7+X
105582*7+X105583*7+X105584*6+X105585*6+X105586*6+X105587*5+X105588*5+
X105589*5+X105590*5+X105591*5+X105592*5+X105593*4+X105594*4+X105595*4
+X105596*4+X105597*4+X105598*4+X105599*3+X1055100*3+X1055101*3+X10551
02*3+X1055103*3+X1055104*1+DN46-DP46=e=4*KUORT;
Option optcr=0.0;
model tezasama2 assignment problem/all/;
solve tezasama2 using MIP minimizing z;

EK-4. Birinci aşamada optimal çözüme erişildiğini gösterir ekran çıktısı



EK-5. İkinci aşamada optimal çözüme erişildiğini gösterir ekran çıktısı



EK-6. Birinci aşama hedef programlama modeli gams çözümünde Xijk=1 değerini alanlar

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL		LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR X114	.	1.000	1.000	0.272	---- VAR X541	.	1.000	1.000	-0.226
---- VAR X121	.	1.000	1.000	0.226	---- VAR X554	.	1.000	1.000	-0.605
---- VAR X131	.	1.000	1.000	-0.118	---- VAR X615	.	1.000	1.000	-0.141
---- VAR X147	.	1.000	1.000	0.143	---- VAR X626	.	1.000	1.000	-0.302
---- VAR X154	.	1.000	1.000	-0.062	---- VAR X633	.	1.000	1.000	-0.282
---- VAR X213	.	1.000	1.000	-0.282	---- VAR X645	.	1.000	1.000	-0.141
---- VAR X225	.	1.000	1.000	-0.141	---- VAR X652	.	1.000	1.000	-0.167
---- VAR X235	.	1.000	1.000	-0.141	---- VAR X714	.	1.000	1.000	-0.272
---- VAR X242	.	1.000	1.000	-0.167	---- VAR X725	.	1.000	1.000	-0.141
---- VAR X251	.	1.000	1.000	-0.438	---- VAR X735	.	1.000	1.000	-0.141
---- VAR X311	.	1.000	1.000	-0.493	---- VAR X743	.	1.000	1.000	-0.282
---- VAR X327	.	1.000	1.000	-0.143	---- VAR X757	.	1.000	1.000	-0.422
---- VAR X335	.	1.000	1.000	-0.419	---- VAR X815	.	1.000	1.000	-0.192
---- VAR X345	.	1.000	1.000	-0.363	---- VAR X823	.	1.000	1.000	-0.052
---- VAR X351	.	1.000	1.000	-0.549	---- VAR X835	.	1.000	1.000	0.141
---- VAR X415	.	1.000	1.000	-0.475	---- VAR X846	.	1.000	1.000	0.302
---- VAR X424	.	1.000	1.000	-0.272	---- VAR X853	.	1.000	1.000	0.282
---- VAR X437	.	1.000	1.000	-0.476	---- VAR X931	.	1.000	1.000	-0.226
---- VAR X443	.	1.000	1.000	-0.282	---- VAR X944	.	1.000	1.000	-0.272
---- VAR X455	.	1.000	1.000	-0.475	---- VAR X957	.	1.000	1.000	-0.422
---- VAR X517	.	1.000	1.000	-0.422	---- VAR X1034	.	1.000	1.000	-0.272
---- VAR X525	.	1.000	1.000	-0.141	---- VAR X1047	.	1.000	1.000	-0.143
---- VAR X536	.	1.000	1.000	-0.302	---- VAR X1055	.	1.000	1.000	-0.141

EK-7. Birinci aşama hedef programlama modeli gams çözümü pozitif ve negatif sapma değişkenlerinden “0”dan farklı değer alanlar

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL		LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
---- VAR DN2	.	309.000	+INF	.	---- VAR DN24	.	3.000	+INF	.
---- VAR DN3	.	507.000	+INF	.	---- VAR DN25	.	1.000	+INF	.
---- VAR DN4	.	239.000	+INF	.	---- VAR DN26	.	1.000	+INF	.
---- VAR DN5	.	31.000	+INF	.	---- VAR DN28	.	1.000	+INF	.
---- VAR DN6	.	120.000	+INF	.	---- VAR DN30	.	1.000	+INF	.
---- VAR DN7	.	239.000	+INF	.	---- VAR DN31	.	2.000	+INF	.
---- VAR DN9	.	48.000	+INF	.	---- VAR DN35	.	1.000	+INF	.
---- VAR DN10	.	212.000	+INF	.	---- VAR DN45	.	2.000	+INF	.
---- VAR DN13	.	1.000	+INF	.	---- VAR DN46	.	1.000	+INF	.
---- VAR DN15	.	1.000	+INF	.	---- VAR DN47	.	1.000	+INF	.
---- VAR DN20	.	3.000	+INF	.	---- VAR DN53	.	2.000	+INF	.
---- VAR DN22	.	2.000	+INF	.	---- VAR DP1	.	67.000	+INF	.
---- VAR DN23	.	2.000	+INF	.	---- VAR DP8	.	132.000	+INF	.

ÖZGEÇMİŞ



Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı	:	SÖZEN, Songül
Uyruğu	:	T.C.
Doğum tarihi ve yeri	:	01.11.1985, İskilip
Medeni hali	:	Evli
Telefon	:	0 (554) 628 53 10
e-mail	:	songulkul@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği	Devam Ediyor
Lisans	Gazi Üniversitesi / Endüstri Mühendisliği	2008
Lise	Hacı Ömer Tarman Anadolu Lisesi	2003

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2014-Halen	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı	İş Müfettişi
2010-2014	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı	İş Müfettişi Yrd.
2008-2010	Gedik Holding	İç Anadolu Bölge Sorumlusu

Yabancı Dil

Almanca

İngilizce

Hobiler

Seyahat etmek, yürüyüş yapmak, internet, bilgisayar.



GAZİ GELECEKTİR...