

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

**FİLO ATAMA PROBLEMİNİN İNCELENMESİ VE TÜRK
HAVA YOLLARI İÇİN BİR VAKA ÇALIŞMASI**

BAĞLAN SARSENOV

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

**DANIŞMAN
PROF. DR. HÜSEYİN BAŞLIGİL**

İSTANBUL, 2011

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİLO ATAMA PROBLEMİNİN İNCELENMESİ VE TÜRK
HAVA YOLLARI İÇİN BİR VAKA ÇALIŞMASI

Bağlan SARSENOV tarafından hazırlanan tez çalışması 08.07.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Semih ÖNÜT
Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

“Filo Atama Probleminin İncelenmesi ve Türk Hava Yolları İçin Bir Vaka Çalışması” başlıklı bu çalışmada havayolu şirketlerinin sıklıkla karşılaştıkları bir problem olan yolculara uçakların atanması problemi için çözüm önerileri sunulacaktır. Çalışmada ilk olarak literatürde konu hakkında yapılan çalışmalar incelenecek. Destinasyonlara, tahmini yolcu talebine göre uçak tipine karar verilmesi gibi kısıtlar göz önünde bulundurarak en uygun uçaklar maksimum karı elde edecek şekilde atanmalıdır. Bu problemin çözümü için tahmini veriler ele alınarak belirli kısıtlara bağlı bir model kurulacak ve bu model çeşitli yöneylem araştırması teknikleri ile çözüme kavuşturulacaktır.

Problemin çözümü ile birlikte havayolu şirketlerin karlılık oranlarını geliştirmesine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir ve ileriki çalışmalarda yeni kısıtlar ve yeni amaçlar eklenerek daha gelişmiş bir model kurulabilecektir.

Yapmış olduğum bu tez çalışması süresince çalışmaya katkıda bulunan ve yardımını gördüğüm herkese teşekkür ederim. Ayrıca desteğini ve bilgilerini esirgemeyen, anlayışlı davranıp yol gösteren sayın hocalarım Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL’e ve Arş. Gör. Yavuz ÖZDEMİR’e sonsuz teşekkürümü sunarım.

Mayıs, 2011

Bağlan SARSENOV

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür özeti.....	1
1.2 Tezin amacı.....	2
1.3 Hipotez.....	2
BÖLÜM 2	
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	3
BÖLÜM 3	
HAVAYOLU TAŞIMACILIĞI.....	11
3.1 Hava Taşımacılığına Genel Bakış.....	11
3.2 Türk Sivil Havacılığına Genel Bakış.....	12
3.2.1 İç Hat Havayolu Taşımacılığının Serbestleştirilmesi.....	12
3.2.2 Uçak Trafiği.....	13
3.2.3 Yolcu Trafiği.....	13
3.3 Türk Hava Yolu Hakkında Bilgi.....	14
3.3.1 Tarihi.....	14
3.3.2 Filo durumu.....	14
BÖLÜM 4	
HAVAYOLU İŞLETMELERİNDE OPERASYONEL PLANLAMA VE	

ÇİZELGELEME SÜRECİ.....	17
4.1 Temel Operasyonel Problemler.....	18
4.2 Uçuş Çizelgeleme.....	19
4.3 Uçak Çizelgeleme.....	20
4.3.1 Filo Atama.....	20
4.3.2 Uçak Rotalama.....	23
4.4 Ekip Çizelgeleme.....	23
4.4.1 Uçuş Dizisi Bulma.....	23
4.4.2 Ekip Atama.....	26
 BÖLÜM 5	
YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI.....	28
5.1 Tarihçe.....	28
5.2 Yöneylem Araştırmasının Tanımı.....	29
5.3 Özellikleri.....	29
5.3.1 Sistem Yaklaşımı Özelliği.....	29
5.3.2 Disiplinler Arası Yaklaşım Özelliği.....	30
5.3.3 Bilimsel Yöntemlerle Yaklaşım Özelliği.....	31
5.3.3.1 Problemin Belirlenmesi.....	31
5.3.3.2 Model Geliştirilmesi.....	32
5.3.3.3 Modelin Çözümü.....	33
5.3.3.4 Modelin ve Çözümün Test Edilmesi.....	33
5.3.3.5 Sonuçların Yeniden Kontrol Edilmesi.....	33
5.3.3.6 Çözümün Yerleştirilmesi.....	33
5.4 Yöneylem Araştırmasında Kullanılan Modeller.....	34
5.4.1 Doğrusal Programlama.....	34
5.4.1.1 Ulaştırma Problemleri.....	35
5.4.1.2 Atama Modeli.....	36
 BÖLÜM 6	
FİLO ATAMA PROBLEMİ VE UYGULAMASI.....	37
6.1 Filo Ataması Probleminde Genel Kavram ve Tanımlar.....	37
6.1.1 Filo Atama Problemi.....	37
6.1.2 Filo Tipi.....	37
6.1.3 Filo Ailesi.....	37
6.1.4 Rota.....	38
6.1.5 Direkt Uçuş.....	38
6.1.6 Devir Süresi.....	38
6.1.7 Kullanılabilir Koltuk Kilometresi (KKK).....	38
6.1.8 Yolcu Gelir Kilometresi (YGK).....	38
6.1.9 Verim.....	38
6.1.10 Kullanılabilir Koltuk Kilometresi Geliri (KKKG).....	38
6.1.11 Kullanılabilir Koltuk Kilometresi Masrafı (KKKM).....	39
6.1.12 Yolcu Kayıp Masrafı.....	39
6.2 Materyal.....	39
6.3 Örnek Model.....	40
6.3.1 İşletme Masrafı.....	44
6.3.2 Yolcu Kayıp Masrafı.....	52

6.3.3 Tekrar Alım Oranı.....	56
6.4 Amaç Fonksiyon.....	64
6.5 Kısıt Fonksiyonları.....	65
6.5.1 Uçuş Kapsama Kısıtları.....	65
6.5.2 Uçuş Denge Kısıtları.....	66
6.5.3 Uçak Müsaitlik Kısıtları.....	68
6.6 Filo Atama Modeli.....	69
6.7 Lindo Optimizasyon Programı.....	71
6.8 Filo Atama Problemi Çözümü.....	73
BÖLÜM 7	
SONUÇ.....	78
KAYNAKLAR.....	80
EK A	
FİLO ATAMA PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN KURULAN MODEL.....	83
A-1 Amaç Fonksiyon.....	83
A-2 Kısıt Fonksiyonları.....	88
EK B	
FİLO ATAMA MODELİNİN LİNDİ OPTİMİZASYON PROGRAMINDA YAZILMIŞ KODLARI.....	119
EK C	
LİNDİ OPTİMİZASYON PROGRAMI İLE FİLO ATAMA MODELİNİN ÇÖZÜMÜ.....	153
ÖZGEÇMİŞ.....	171

SİMGE LİSTESİ

X_j	Kontrol edilebilen değişken
Y_j	Kontrol edilemeyen değişken
f	X_j ile Y_j arasındaki matematiksel ilişkiyi ifade eder.
C	Son düğüm noktası kümesi
$c_{i,j}$	i uçuşuna j filo tipinin atanması maliyeti
F	Uçuşlar kümesi
$G_{k,j}$	k noktasında, j filo tipi için yerde bulunan uçak sayısı
i	Uçuş indisi
j	Filo indisi
k	Düğüm indisi
K	Filo tipleri kümesi
M	Ağdaki düğüm sayıları
N_j	j filo tipinde kullanıma açık uçakların sayısı

KISALTMA LİSTESİ

IATA	The International Air Transport Association
THY	Türk Hava Yolları
FAP	Filo Atama Problemi
KKK	Kullanılabilir Koltuk Kilometresi
KKKG	Kullanılabilir Koltuk Kilometresi Geliri
KKKM	Kullanılabilir Koltuk Kilometresi Masrafı
YGK	Yolcu Gelir Kilometresi
YA	Yöneylem Araştırması

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 4.1	Havayolu işletmelerinde operasyonel planlama ve çizelgeleme süreci. 18
Şekil 4.2	Merkez üssü İstanbul olan ekip için eki günlük uçuş dizisi..... 24
Şekil 6.1	Örnek model için uçuş noktaları..... 41
Şekil 6.3	A319 için yolcu kapasitesine göre maliyetin değişmesi..... 53
Şekil 6.4	A320 için yolcu kapasitesine göre maliyetin değişmesi..... 53
Şekil 6.5	A321 için yolcu kapasitesine göre maliyetin değişmesi..... 54
Şekil 6.6	B737 için yolcu kapasitesine göre maliyetin değişmesi..... 54
Şekil 6.7	B738 için yolcu kapasitesine göre maliyetin değişmesi..... 54
Şekil 6.8	Yolcu kayıp normal dağılımı..... 55
Şekil 6.9	Düğüm noktası dengesi..... 66
Şekil 6.10	Lindo optimizasyon programında yazılış kodlarının ekran görünüşü... 71
Şekil 6.11	Lindo Solver ekran görünüşü..... 72
Şekil 6.12	Lindo ile filo atama modelinin çözümünün ekran görünüşü..... 72

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1	Türk Hava Yolları'nın filo durumu..... 15
Çizelge 6.1	A320 ve B757/767 filo aileleri..... 37
Çizelge 6.2	Örnek model için kalkış ve iniş saatleri..... 41
Çizelge 6.3	Örnek modelde kullanılan 5 filo tipi için koltuk sayısı, KKKM ve KKKG..... 45
Çizelge 6.4	Tüm uçuşlar için işletme masrafları..... 45
Çizelge 6.5	Örnek model için beklenen talep ve standart sapmaları..... 49
Çizelge 6.6	Tüm uçuşlar için beklenen yolcu kaybı masrafı..... 57
Çizelge 6.7	Tüm uçuşlar için toplam masraflar..... 61
Çizelge 6.8	Adana düğümünün uçuşları..... 67
Çizelge 6.9	Uçuşlar uygun filoların atanması..... 73
Çizelge 6.10	Her havalimanında geceleyin bulunması gereken uçak sayısı..... 77

ÖZET

FİLO ATAMA PROBLEMİNİN İNCELENMESİ VE TÜRK HAVA YOLLARI İÇİN BİR VAKA ÇALIŞMASI

Bağlan SARSENOV

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL

Hava trafik yoğunluğunun gün geçtikçe artması havaalanlarının mevcut kapasitelerinin artırılmasına yönelik karar destek sistemlerinin geliştirilmesini gerektirmektedir. 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 kullanarak, 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 belirlemektir. 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 beklene 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.

Anahtar kelime: Filo atama problemi, masraf, talep, doğrusal programlama, yöneylem araştırması, optimizasyon

ABSTRACT

FLEET ASSIGNMENT PROBLEM AND A CASE STUDY FOR TURKISH AIRLINES

Baglan SARSENOV

Department of Endustry Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL

It is necessary to develop decision support systems since continuously increasing the total density of air traffic level. The techniques and papers which are aims to reform the plane assignment problem studied and also the results of these studies compared in the thesis. The fleet assignment problem which causes great increasing cost is necessary for the solution of “right fleet for the right flight” point for airline companies.

In this study, a fleet assignment model was solved by operation search technique with data obtained from one of the front liner airline company of Turkey. The aim of this model is to assign most appropriate fleet type to flights while minimizing the cost and determine optimal number of aircraft grounded overnight at each airport. To set up the objective function for model, we first selected our binary and integer decision variables. Then operation costs and passenger spill costs were calculated for each fleet type. These value, according to expected demand and standard deviation for flights considering recapture rate. After objective function was set up, flight cover, aircraft balance and fleet size constraints were determined. In the next step, fleet assignment model was set up and model was coded and solved with Lindo optimization program. Finally, we get up optimum solution which minimizes the total cost while assigned the fleet type to the flight leg.

Keywords: Fleet assignment, cost, demand, linear programming, operation research, optimization

GİRİŞ

1.1 Literatür özeti

Endüstri mühendisliği basta insan, makine, hammadde, enerji, teknoloji ve bilgidен yararlanarak sistemlerin tasarımı, oluşturulması, kurulumu ve iyileştirilmesi konu edinir. Günümüzde endüstri mühendisliğinin hem üretim hem de hizmet sektöründeki önemi gittikçe artmaktadır. Her iki sektörde de kaynakları mümkün olduğunca etkin kullanmak hammadde, işgücü, zaman ve para gibi bileşenlerden tasarruf edilmesini; maliyetlerin düşmesini; karlılığın, verimliliğin ve müşteri memnuniyetinin arttırılmasına olanak tanımaktadır. Özellikle hizmet sektöründe faaliyet gösteren şirketlerde, şirketin karlılığının yüksek tutulması kadar müşterilerin memnuniyetinin de yüksek tutulması çok büyük bir önem taşımaktadır.

Günümüzün hızla gelişen hizmet sektörlerinden biri olan havayolu taşımacılığı sektörü bir yandan insanların en kısa ve en güvenilir biçimde seyahat etmesini sağlamaya çalışırken bir diğer yandan da hızla artan işletim maliyetleri ve buna benzer birçok zorlukla başa çıkmak zorundadır. Bu nedenlerden dolayı havayolu taşımacılığı sektöründe endüstri mühendislerine ve endüstri mühendisliği çalışmalarına olan ihtiyaç sürekli olarak artmaktadır.

Hava yollarını kullanan yolcuların artması nedeniyle IATA (The International Transport Association) 2010 yılının eylül ayında yapılan toplam gelir tahminin, yani 8,9 milyar dolardan, 15,1 milyar dolara arttırdı. 2010 yılının sonuna doğru toplam hava taşımacılığının geliri 2009 yılına nispeten % 11 yükselecektir: hava yolu operatörlerinin yolcu taşımacılığından geliri % 7,3, kargo ise % 7,9 artacağı tahmin edilmekte [20].

1.2 Tezin amacı

Yapılan tez çalışmasının amacı havayolu şirketlerinin periyodik olarak gerçekleştirdiği en önemli faaliyetlerden birisi olan uçuşların havayolu şirketlerinin filolarında bulunan uçaklara en uygun şekilde atanması probleminin çözümüne katkıda bulunmaktır. Uçak ataması problemi her biri farklı kapasitelere, malzeme ve yakıt gerekliliklerine, işletme masraflarına sahip uçakları önceden belirlenmiş uçuşlara atama problemidir. Atama problemi doğrudan havayolu şirketinin karlılığına etki eder: Gereken yolcu kapasitesinden daha küçük bir uçağı bir uçuşa atamak doğrudan kapasite yetersizliği sebebiyle müşteri kaybına yol açar, diğer taraftan gereken yolcu kapasitesinden daha büyük bir uçağı bir uçuşa atamak koltukların satılamamasına sebep olur ve koltukların satılamamasının yanı sıra daha büyük bir işletme masrafına sebep olur. Dolayısıyla uçak atama problemi bir havayolu şirketinin planlama stratejisinin en önemli parçasıdır. Gün içinde planlanan çok sayıda uçuşa, uçakların bakım gereksinimlerine, ekip planlamasına, gelir yönetimine bağlılığından dolayı filo ataması problemini çözmek havayolu şirketleri için her zaman çok zor olmuştur. Bu sebeple uçak atama problemi, Yöneylem Araştırması literatüründe fazlaca çalışılmıştır.

1.3 Hipotez

Günümüzde kalite kavramının gittikçe önem kazanması, beklentileri yerine getirirken maliyetlerin (kantitatif ve kalitatif) minimize edilmesine yönelik çalışmaların artmasına neden olmuştur.

Uçak ataması problemi, zamanla pek çok ölçütün dikkate alınması zorunluluğu nedeniyle oldukça karmaşık bir hale gelmiştir. Ayrıca planlanan atamaların beklenmeyen gecikmeler yüzünden sürekli bir değişime maruz kalması da söz konusudur. Bu sebeplerle, yapılan atama işleminin daha esnek bir yapıya sahip olması gerekliliği kaçınılmaz hale gelmiştir. Atama problemlerinin çözümünde, analitik yöntemlerin maliyeti yüksek çözümler sunması sebebiyle sezgisel yöntemlerin kullanılması yaygınlık kazanmıştır.

Sunulan çalışmada yolculara uçak ataması problemi ile ilgili gelişmeler, kullanılan yöntemler ve ulaşılan sonuçlarla ilgili bilgi verilecektir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Son yıllarda tüm dünyada havayolu şirketi sayılarının ve yolcu kapasitelerinin artışlarına paralel olarak filo ataması ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle 90'lı yılların sonlarında ve 2000'li yıllarda yapılmış olan bu çalışmalar, havayolu şirketlerinde uçakların atanmasının giderek önem kazandığının bir kanıtıdır.

Literatür genel olarak incelendiğinde havayolu şirketlerinin farklı alanlardaki faaliyetlerinin birçok kez ele alınmış olduğu görülmektedir. Bu faaliyetler ana başlıklar halinde uçuşların çizelgelenmesi, uçuşların atanması, filo ataması, mürettebat atanması, uçuş rotalama, bakım planlama ve gelir yönetimi olarak sıralanmıştır.

Genel olarak bir değerlendirme yapıldığında, havayolu şirketleri için önemli bir problem olan 'Filo Atanması Problemi' konusunda yapılan çok sayıdaki başarılı çalışmalarının, bire bir gerçek hayatta uygun olarak ele alınmasına rağmen, her geçen gün hızla gelişen teknolojinin beraberinde getirdiği; yeni ve hatta daha büyük problemlerle karşı karşıya kalmış bulunmaktayız. Bununla birlikte her geçen gün geliştirilen yöntemler ve hızla gelişen teknoloji sayesinde daha büyük boyutlu problemlerde çözüme ulaşıldığı görülmektedir. Literatürle konu ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları:

Daskin ve Panayotopoulos (1989) yapmış oldukları çalışmalarında; tek bir topla-dağıt (hub and spoke) serim yapısında uçakları rotalarına atayarak, en büyük işletme kârının elde edilebileceğini göstermişlerdir. Problemi, karma tamsayılı doğrusal programlama problemi olarak modelleyerek Lagrangian gevşetmesi ile çözmüşlerdir [9].

Abara (1989) yapmış olduğu çalışmasında; ilk defa bağlantı tabanlı ağ yapısı ile modellemeyi başarmıştır. Modeli formüle ederken kısıtları dört temel grupta

toplamıştır. Bunlar; uçuşların kapsanması, malzemelerin sürekliliği, çizelgeleme dengesi ve uçak sayısı hesaplanması şeklindedir. Yani, herhangi bir düğüme gelen her uçak belirli bir minimum zaman aralıklı kalkış zamanına sahip olan uçuş ile bağlantı kurabilir. Her düğüm noktası uçağın kalkış ve iniş yaptığı anları simgeler. Bu düğüm noktalarına ek olarak da gün başlangıcı ve sonunu modellemek üzere gerçekte var olmayan düğüm noktaları yaratılmaktadır. Böylelikle gün sonu ve başlangıcı da modele dahil edilmiş olur [1].

Sakkout ve diğerleri. (1996) çalışmalarında; uçuşların önceden tanımlanmış çizelgelemesine, farklı tiplerde uçak setlerinin atanması ile ilgilenilmişlerdir. Kısıt mantık programlama temelli optimizasyon metodunu (dal-sınır optimizasyonu, Karışık tamsayılı programlama) çözüm geliştirme için kullanılmışlardır [36].

Clarke v.d. (1997) yapılmış oldukları bu çalışmada, uçakların belli bir periyottaki uçuşları ve bu uçuşların rotasyonunun planlanmasını lagranj rahatlatımı ve alt eğiklik (subgradient) optimizasyon yöntemlerini kullanarak çözmüşlerdir ve önde gelen havayolu şirketlerinin birinden alınan verilerle geliştirilen yöntem test edilmiştir. Yapılan testler sonucunda elde edilen sonuçlara bakıldığında geliştirilen yöntem sayesinde problemlerin çoğunda istenilen çözüme ulaşıldığı ancak bazı karmaşık problemlerde çözüm yönteminin yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir [7].

Rushmeier ve Kontogiorgis (1997) çalışmalarında; çözüm için gelişmiş bir model sunmuşlardır. Çözümde ilk olarak, lineer programlama rahatlatması çözülür ve buradan elde edilen sonuç dallandırma ve birleştirme(branch and bound) algoritmasına aktarılır. Problemi daha efektif kullanmak için bazı ön işlem teknikleri geliştirmişlerdir. Her çoklu bağlantıya sahip istasyonu bölerek bağlantıları teke düşürüp, iniş ve kalkış olurlu çözümlerini tek noktada toplamayı başarmışlardır. Çizelgelemelerle elde edilen sonuçlar yüksek kalitede atamaların yapıldığını göstermiştir. US Airways için yapılan çalışmalarda ise, işletmenin yıllık 15 milyon dolar tasarruf ettiğini göstermiştir [35].

Desaulniers v.d. (1997) çalışmalarında; heterojen uçak filosunda büyük kârı elde edecek günlük uçak rotalama ve çizelgeleme problemini incelemiş ve iki model sunmuştur. Birinci modelin doğrusal gevşetmesini sütun türetme tekniğini kullanılarak, ikinci modelin doğrusal gevşetmesini Dantzig-Wolfe ayrıştırması yaklaşımını kullanarak çözmüşlerdir [10].

Mathaisel (1997) çalışmasında; havayolu şirketlerinin uçuş planlarını ve uçaklarının uçuş çizelgelemelerini yaparken yardımcı olacak ve farklı senaryolar altında da çalışmayı sürdürebilecek optimizasyon destekli bir karar destek sistemi kurmakla beraber havayolu şirketlerinin bu ve buna benzer çalışmalara olan ihtiyacının ne kadar fazla olduğunu ortaya koymuştur [30].

Clarke v.d. (1997) yapmış oldukları bu çalışmada; havayolu şirketlerinin uçuş çizelgelemesiyle önceden belirlediği uçuşlara filo ataması yapmışlardır. Çalışmada filo atanması problemi öncelikli olarak bir temel model kullanmışlar, daha sonra bakımlarla ilgili kısıtlar ve mürettebatları çalışmaları ile ilgili bazı kısıtlar da ekleyerek çözmeye çalışmışlardır. Daha sonra model üç farklı veri seti kullanılarak ve çeşitli algoritmalar uygulanarak çözülmüştür. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular, temel modelin ele alındığı durumlarda optimum çözüme ulaşılabildiği fakat bakım ve mürettebat kısıtlarının eklendiği durumlarda ise optimum çözümden farklı oranlarda sapmalar olacak şekilde sonuca ulaşıldığını göstermiştir. Ayrıca problemin çözüm süresinin de probleme eklenen kısıtlara bağımlı olarak büyük ölçüde değişiklik gösterdiği belirtilmiştir [8].

Barnhart v.d. (1998) yapmış oldukları çalışmalarında; bütünleşik filo atama ve uçak rotalama problemini dizi (string) tabanlı modelleyerek dal-bedel (branch-and-price) yaklaşımı kullanarak çözüme ulaştırmışlardır. Bu modelin dezavantajı; yüzlerce uçuşa sahip uçuş programının, milyonlarca diziye sahip olmasıdır [5].

Kontogiorgis ve Acharya (1999) çalışmalarında; hafta içi filo atama çizelgelemesine oranla daha zor olan hafta sonu çizelgelemesi üzerinde durmuşlardır. Modelde hafta sonu gerçekleşen farklı talepleri karşılarken, havaalanı olanaklarını yeniden sıraya koymanın maliyetini minimize etme zorunluluğu vardır. US Airways çizelgeleme planlamacılarını desteklemek amacıyla uzmanlaştırılmış filo atama modeli geliştirmişlerdir [25].

Ioachim, v.d. (1999) yapmış oldukları çalışmalarında; filo ataması ve listeleme problemleri ile ilgili kısıtların yeni bir tipini sunmuşlardır. Avrupa Havayollarından gelen çizelgeleme problem verisi ve haftalık filo rotalamasını kullanarak sayısal deneyler yapmışlardır [21].

Rexing v.d. (2000) çalışmalarında; uçak tiplerinin uçuşlara eş zamanlı olarak atanması ve uçuş ayrılışlarını çizelgelemek için genelleştirilmiş filo atama modeli sunmuşlardır.

Mevcut uçuş programında 5 ile 20 dakikalık gecikmelerle mevcut uçuş bacak zamanlarında yeniden zamanlamaya imkan verirken, uçuş bacaklarına filo tipi ataması gerçekleştiren bütünleşik filo atama ve çizelgeleme problemini United Airlines için incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda işletmenin yıllık 50 milyon dolar civarında tasarruf ettiği ve operasyon maliyetlerini azalttığı görülmüştür [34].

Hjorring, Karisch ve Kohl (2000) çalışmalarında; çözüm kalitesi, modelin doğrulanması ve çözüm zamanı gibi üç farklı bakış açısını birleştirmişlerdir ve çalışmaları neticesinde, bu bakış açılarının, problemin etkin ve verimli çözümünde hayati öneme sahip olduğu anlaşılmıştır. Makale son zamanlarda Carmen sistemlerinin tayfa eşleştirme problemlerindeki gelişmeleri özetleyerek Carmen kural dili RAVE ile, optimizasyon teknolojisi birlikte kullanılarak çözüm aranmıştır [19].

Grönkvist (2000) çalışmasında; filo ataması ve uçak rotalama problemlerinin çözüm metodları ve formülasyonlarını tartışılmış ve bu alandaki çalışmaları da incelemiştir. Sonuca fazla yoğunlaşmadan asıl olan problem formülasyonu ve çözüm metodları üzerinde durmuştur [15].

Kilborn v.d. (2000) yapmış oldukları çalışmalarında; filo atama problemini, kısıt programlama kullanarak modellemek ve çözmek için bir yol sunmuşlardır. Bu çözüm metodu ise; gerçek problemlerin daha hızlı ve daha kaliteli bir şekilde çözümünü sunar ve aynı zamanda bu model ile 17 uçaklı bir filonun 3000'in üzerinde uçuşa atanması ile ilgili bir aylık çizelgeleme probleminin çözümünü bir dakikadan daha az sürede bulmuşlardır. Bulunan çözüm optimal çözüm değil, daha sonraki optimizasyon problemlerinin başlangıcı olarak kullanılmıştır. Bu ürettikleri çözüm metodu ILOG çözücünde kullanılmıştır [23].

Fillar v.d. (2001) çalışmalarında; yöneylem araştırma tekniklerinin, havayolu çizelgelemelerinde uygulamasını yapmışlardır. Uçuşlardaki küçük bir varış gecikmesi bir çok zincirleme olaya sebep olmaktadır. Bu tür bozulmalar ile ilgili, son zamanlardaki çalışmaları incelemişlerdir [14].

Barnhart, Kniker ve Lohatepanont (2002) çalışmalarında; uçuş ayaklarına, uçak tiplerinin atanmasıyla, yeni bir formülasyon ve çözüm yaklaşımı önermişlerdir. Büyük Amerikan hava yolu şirketlerinin verileri üzerinde yaptıkları çalışmalar neticesinde ise, üstün başarılar elde ettikleri gözlenmiştir [4].

Stojkovic v.d. (2002) yapmış oldukları çalışmalarında; uçuş planlamasıyla ilgili problem uçuş personelinin, dinlenme sürelerini, yolcu aktarmalarını ve bakım gibi konuları ele alarak incelemişlerdir. Uçak ve personelinin planlanmasını, ağ modellerini kullanarak ele almışlardır ve modelin sistemdeki beklenmeyen karmaşıklıklara karşı etkin olarak çalıştırılabileceğini öngörmüşlerdir. Çalışmanın; uygulamalarla ilgili bölümünde, hazırladıkları bu modelin hem küçük hem de büyük ölçekli havayolu şirketlerinin uçuş planlamalarında iyi sonuçlar verebileceğini belirtmişlerdir [38].

Leeuwen, Hesselink ve Rohling (2002) yapmış oldukları çalışmalarında; uçaklar için havaalanı ayrılma çizelgelemesi aracı, kısıt tatmin teknikleri temeline dayandırılmıştır. Havaalanlarında yaşanan tıkanıklıkları azaltma olasılığı; uçakların çizelgeleme süreci planlamasındaki kontrolörlere yardım etmek içindir. Problemi, kısıt tatmin problemi olarak modellemişler ve ILOG solver kullanılarak çözmüşlerdir [26].

Yan ve Tseng (2002) çalışmalarında; uygun tarifelerle daha iyi filo rotasını bulmak amacıyla, eş zamanlı taşımalara yardımcı olacak bir çözüm algoritması ve modeli geliştirerek uygulamışlardır. Tayvan havayolları operasyonlarına uygulanan bu örnek olay sonucu modelin iyi çalıştığını göstermiştir [44].

Klabjan (2003) çalışmasında; Sofistike optimizasyon modelleri ve algoritmaları gözden geçirmiş ve çözüm metodolojilerini vurgulamıştır. İşlevsel süreçler kadar stratejik işletme süreçlerini de içeren modeller üzerinde odaklanmış ve düzensiz işlemler ile de ilgilenilmiştir [24].

Pulugurtha ve Nambisan (2003) yapmış oldukları çalışmalarında; havayolu kârlılık yönetimi için genetik algoritmayı kullanarak bir karar destek sistemi kurmuşlardır. Çalışmada problemi daha gerçekçi olarak ele alabilmek amacıyla, taleplerdeki değişkenlikleri de hesaba katmışlardır. Doğrusal tamsayılı programlamayı problemin modelleme bölümünde kullanmışlar ve çözüm aşamasında genetik algoritmalarından yararlanmışlardır. Çalışmanın son bölümünde birçok olay çalışması yapılmış ve kurulan karar destek sisteminin, beklenen sonuçları verdiğini göstermişlerdir. Yapılan bir olay çalışmasında karşılaştırdıkları bu iki farklı modelden merkezî karar verme modelinin her zaman daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir [33].

Antoine v.d. (2004) yapmış oldukları çalışmalarında; filo atamasına çözüm olarak; Ortak Zeka'yı (COIN) kullanıp, başta veri toplama, kaynak dağıtım hesaplaması ve ağ gönderimini içeren optimizasyon problemlerine karşı büyük bir başarı elde etmişlerdir.

Lohatepanont ve Barnhart (2004) yapmış oldukları çalışmalarında; uçuş bacaklarını ve seçilen uçuş bacaklarına atanan uçak tiplerini eniyileyen seviyeye bütünleşik model ve çözüm algoritması geliştirmişlerdir. American Airlines için gerçekleştirilen çalışma sonucunda uçakların kullanımındaki potansiyel iyileşme ve gelirdeki önemli artışın yıllık 200 milyon doların üstünde olduğu belirtilmiştir [27].

Wu (2005) yapmış olduğu çalışmada; bir havayolu şirketinin, uçuş çizelgelemelerinin tam zamanında gerçekleşme performansı ve operasyonel güvenilirliğinin değerlendirilmesi için yeni bir yaklaşım ortaya koymuştur. Genel itibarıyla, uçuşlarda yaşanan gerçek gecikme verileriyle simülasyon çalışması sonucunda ortaya konulan farklı senaryolara ait doğal gecikmeler arasındaki farkları ele almıştır. Sonuç olarak, havayollarında uçuş çizelgelemesinin dışarıdan gelen etkilere karşı ne kadar hassas olduğu ve bu çizelgelemelerin ancak sınırlı güvenilirlik-esneklik oranını sağlayacak bir şekilde oluşturulabileceğini ortaya koymuştur [41].

Sherali v.d. (2006) yayınlanan çalışmalarında; havayolu filosu atama konseptleri, modelleri ve algoritmaları üzerinde durmuşlardır. Filo atama problemi, haftalık filo modeli, birleştirilmiş uçuşlar için filo atama modeli, optimizasyon dışındaki filo atama çözümleri gibi değişik alt çalışmalar yapılarak ele almışlardır [36].

Wang ve Regan (2006) çalışmalarında; yapılacak bir uçuş veya uçaklar arasında değişime gidildiği zamanki durumlar için, dinamik kârlılık yönetimi üzerinde durmuşlardır. Öncelikli olarak aynı kokpite sahip olan filodaki uçaklar arasında değişime gidilmesi gerektiğinde, uçuşu hiç etkilemeyecek şekilde eşleştirmişlerdir. Daha sonra ele alınan problem üzerinde, uçaklar arası değişiklik olasılığının sabit bir değer olduğu varsayarak çalışılmışlardır. Çalışmanın sonunda elde edilen sayısal sonuçlar; geliştirilen yöntemin, havayolu şirketleri gelirlerinin büyük ölçüde atmasında etkili olduğunu göstermiştir [40].

Bélanger v.d. (2006) çalışmalarında; uçuşlara atanacak en kârlı uçak tipini belirlemeyi ve uçuş çizelgelemesini de bu doğrultuda gerçekleştirmeyi amaç edinmişlerdir. Problem, doğrusal olmayan tam sayılı ağ akış modeli olarak kurulmuş ve daha sonra dal sınır yönteminden geliştirilen dal-maliyet yöntemiyle çözülmüştür. Çalışmanın son bölümünde üç gerçek veri seti kullanılarak, modeli test etmişler ve bu yöntemin gerekli uçak sayısında azalmayı sağladığını, bunun da direkt olarak kârlılığı arttırdığı tespit etmişlerdir [6].

Pilla (2006) yapmış olduğu çalışmasında; iki aşamalı belirsiz programlama modelini kullanarak çözüme ulaşmıştır. Modelin ilk aşamasında uçuşlara 90 gün öncesinden mürettebat uyumlu uçak sınıfları atamış, ikinci aşamasında ise değışken yolcu talebinin biraz daha belli olmasının ardından, uçuşlara atanacak uçakları belirlemiştir. Bu çalışmanın genel itibariyle amacı; yolcu sayısındaki belirsizlikler sonucu ortaya çıkabilecek uçakların tam kapasiteleriyle uçamamaları veya yolcuların kapasite yetersizliğı nedeniyle yer bulamamaları gibi durumları minimize ederek havayolu şirketlerinin kârlılığını arttırmaktır [45].

Bélangier v.d. (2006) yapmış oldukları çalışmalarında; havayolu filolarının haftalık olarak homojen bir biçimde atamasını konu edinmişlerdir. Farklı uçuş noktaları arasına, farklı uçak tiplerini mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde atamaya çalışmışlardır ve bu sayede de yer servislerinin çok daha kolay yapılabileceğini ileri sürmüşlerdir. Uçakların homojen olarak atama probleminde karışık tamsayılı modellemenin yanı sıra, matematiksel programlama tabanlı sezgisel yöntemler de kullanmışlardır. Yapılan çalışmanın uygulama bölümünde; Air Canada'nın 4400 nolu uçuş ayağı ele alınmış. Kârlılık-homojenlik arasındaki dengeyi kurmada gerçeğe uygun ve optimuma çok yakın sonuçların kısa sürede elde edildiğı gözlemlenmiştir [6].

Yan v.d. (2007) yapmış oldukları çalışmalarında; günümüzün rekabetçi havayolu pazarında, Tayvan havayolları filosu için daha iyi rota ve uçuş çizelgelemesi belirlemeye yardımcı olabilen, değışken pazar paylarını da ele alan kısa dönemli uçuş çizelgelemesi modeli kurmuşlardır. Çalışmada kullandıkları modeli, doğrusal olmayan karma tamsayılı programlama olarak kurmuşlar, ardından modelin etkin bir şekilde çözülebilmesi için sezgisel bir yöntem kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde sezgisel yöntem kullanılarak bulunan sonuçların, optimum sonuçlara çok yakın olduğı gözlemlenmiştir [42].

Anwar Ahmed'in (2009) bu çalışmasında belirsiz talep altında filo atama problemi üzerinde durumlu olup, çalışma temelde uçuş maliyetlerini minimize etmek üzerine yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda hem uçuş maliyetleri hem de olası fazla talep durumu için göz önünde tutulan tampon uçak maliyetlerinin minimizasyonu için kurulan modelde; kaynak olarak hangi uçağın hangi filo ile çalışacağı, havaalanına inen her uçağın tekrar havalanma zorunluluğı ve o an uçuşa uygun uçakların sayı ve tipleri ele alınmıştır. Bunun yanında uçaktan maksimum faydalanmayı da yine kısıtlar arasına eklemiştir.

Sistemin matematiksel analizinde tüm unsurları göz önünde bulundurarak doğrusal bir model kurmuş ve modeli bir vak'a çalışması ile desteklemiştir [2].

BÖLÜM 3

HAVAYOLU TAŞIMACILIĞI

3.1 Havayolu Taşımacılığına Genel Bakış

Hava taşımacılığı sektöründe yaşanan serbestleşme eğilimi tüm dünyada hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Serbestleşme, küreselleşme ve ticarileşme eğilimlerinin bir sonucu olarak hava taşımacılığında yolcu istek ve ihtiyaçlarına uygun hizmet çeşitliliğinin gelişimi sonucu yaratılan arza yüksek talep doğmuştur. Dünya genelinde kişi başına düşen gelirin artması, bölgeler arası ticaretin ve turizmin gelişmesi sektöre olan talepteki büyüme oranını hızlandırmıştır. Hava taşımacılığına olan talep, dünya çapındaki ekonomik büyümeye paralel olarak her geçen gün artmaktadır.

Boeing firmasının 2005-2024 yıllarını kapsayan bir araştırmasına göre dünya çapında ekonomik büyümenin her yıl ortalama %2.9, buna paralel olarak yolcu trafiğindeki büyümenin % 4.8 ve kargo trafiğinde ise % 6.2 olması beklenmektedir. Bu büyüme tahminleri içerisinde bölgesel hava taşımacılığının yeri ve payı azımsanmayacak boyutlardadır. Yine Boeing'in yaptığı çalışmada 2005-2024 yılları arasında dünya çapında oluşacak ticari uçak talebine bakıldığında Boeing 747 ve daha geniş gövdeli uçaklarda % 4 artış beklenirken, bölgesel havayolu işletmelerinin de kullandığı tek koridorlu uçaklarda %58 ve daha küçük bölgesel jetlerde %16 artış olacağı tahmin edilmektedir. Bu istatistikler dünyada hava taşımacılığındaki genel büyümeye göre bölgesel hava taşımacılığının çok daha hızlı büyüyeceğini göstermektedir.

Günümüzün büyük havayolu işletmeleri artan maliyetler ve azalan gelirler nedeniyle ekonomik sorunlarla karşı karşıya kalmışlardır. Bu olumsuzlukların iyileştirilmesi amacı ile havayolu sektörü ortak kod paylaşımı, küresel iş birlikleri ve sistemin önemli

bir parçası olan düşük maliyetli bölgesel taşımacılığa yönelmektedir. Büyük havayolu işletmelerinin orta menzil için kullandıkları Airbus 320, 321, Boeing 737, 757 gibi 150-200 koltuk kapasiteli, tek koridorlu uçakları için yeterli talebi yaratamayan, ancak küçük jetler ve pervaneli uçaklar için ideal olan düşük trafik hacimlerine sahip bu pazarlar, günümüzde bölgesel taşıyıcılar tarafından kullanılmaktadır. Bu tür küçük uçaklar, yolcu tarafından talep edilen yüksek sıklıkta uçuş frekansını mümkün kılmakta, iş ve gezi amaçlı yolcular için de cazip hale gelmektedir [16].

3.2 Türk Sivil Havacılığına Genel Bakış

3.2.1 İç Hat Havayolu Taşımacılığının Serbestleştirilmesi

Ülkelerin çoğunda yaşanan sosyo-ekonomik gelişmeler, küreselleşme, ülkeler arası ticari rekabet, insanların zaman ve konfora daha fazla önem verir olmaları ve turizm amaçlı yolculuklarda artışın getirdiği sonuçlardan birisi de hava ulaştırmasının hızlı şekilde gelişmesi olmuştur.

Ulaştırma Bakanlığının aldığı bir karar ile iç hat havayolu taşımacılığında yaşanan yeniden serbestleşme 20 Ekim 2003'te Fly Havayolları'nın İstanbul-Trabzon uçuşuyla başlamıştır. Daha sonra iç hat uçuş izni alan diğer havayolu işletmelerince özellikle İstanbul çıkışlı olarak ülke içerisinde birçok noktaya THY dışında da hizmet verilmesi mümkün olmuştur. Özel havayolu işletmelerinin de iç hat havayolu taşımacılığı pazarına girmesiyle birlikte yolcu trafiğindeki büyüme 2004 yılında bir önceki yıla göre %59, 2005 yılının ilk 8 ayındaki büyüme de bir önceki yılın aynı dönemine göre %35 olarak gerçekleşmiştir. Yolcu trafiği bakımından iç hatlarda özel havayollarının payı 2004 yılı itibarıyla %30'a çıkmasına karşın pazarın büyümesiyle birlikte THY'de yolcu trafiği bakımından %15'lik bir büyüme gerçekleşmiştir.

Türkiye'de iç hat havayolu taşımacılığında THY dışında 5 havayolu işletmesi faaliyet göstermektedir. Hâlihazırda rekabetin yaşandığı iç hat havayolu taşımacılığında, yakın gelecekte başka işletmelerin de pazara girmesi beklenmektedir. Bu havayolu işletmeleri THY'ye göre daha düşük fiyatlar sunmalarına karşın ve bazı özellikleri itibarıyla düşük maliyetli havayolu iş modelini uygulamakta olsalar da bunlara tam olarak "düşük maliyetli havayolu işletmesi" denilemez. Aynı zamanda charter/tarifesiz taşıyıcı olarak hizmet veren bu havayolu işletmeleri sahip oldukları filo yapıları da daha çok charter/tarifesiz hizmet vermeye uygun uçaklardan oluşmaktadır. Filoların daha küçük

gövdeli bölgesel uçaklarla takviye edilmesi ile birlikte başlayacak çapraz uçuşlar, serbestleşmenin etkisinin daha da güçlenmesini ve belli başlı merkezlerin hava köprüsüyle birbirine bağlanmasını sağlayacaktır. Bu konuda bazı havayolu şirketleri aldıkları yeni bölgesel uçaklar ile çapraz uçuşlara başlamışlardır. Uçak biletlerinden alınan vergilerde yapılan indirimin yanı sıra havayolu işletmelerinin yeni yapılan düzenlemeler ile bilet fiyatlarını kendilerinin belirleyebilme serbestisinin verilmesi THY dahil iç hatlarda faaliyet gösteren tüm havayolu işletmelerinin daha düşük fiyatlar sunmalarına olanak sağlamış ve pazarın büyümesiyle birlikte havayolu işletmeleri de bu trafik artışından faydalanarak hizmet miktarlarını ve gelirlerini artırmışlardır.

3.2.2 Uçak Trafiği

2009 yılında havaliman ve Türkiye havaalanlarına inen-kalkan yerli ve yabancı uçak trafiği 715544 ulaşmış olup, 2008 yılına göre % 3,97 oranında artış göstermiştir. 2009 yılı uçak trafiği gerçekleşmesi revize programla karşılaştırıldığında gerçekleşmenin % 100,3 olduğu görülmektedir. Atatürk Havalimanı 283953 adet trafikle havalimanları içinde ilk sırayı almıştır. 1524 adet trafikle Nevşehir Kapadokya Havalimanı ise son sırayı almıştır. 633645 adet trafikle toplam trafiğin % 88,6'lık kısmı havalimanlarındadır. 2009 yılı hizmet satış gelirleri, bir önceki yıla göre 205 milyon TL artarak 1.398 milyon TL olarak gerçekleşmiştir. 2008 yılında 714 milyon TL olan dönem karı, 2009 yılında 43 milyon TL artarak 757 milyon TL olmuştur [11].

3.2.3 Yolcu Trafiği

2009 yılında Türkiye havalimanı ve alanlarına gelen-giden yerli ve yabancı yolcu trafiği 78742075 kişi olup, 2008 yılına göre % 11,01 oranında artış olmuştur. 2009 yılı beklenen yolcu trafiğinin 78207286 kişi olacağı programlanmış olup, dönem sonunda programa göre % 100,7'lik bir gerçekleşme sağlanmıştır. Toplam yolcu trafiğinin % 37,9'u Atatürk Havalimanı'na aittir. 2009 yılında gelen yolcu sayısı 38889533 kişi olarak gerçekleşmiştir. 2009 yılında 54604932 kişi olarak gerçekleşen tarifeli yolcunun % 37,68'i dış hat tarifeli yolcudur. 42231487 kişilik dış hat yolcu trafiğinin; 23106979 kişisi dış hat Türk şirketi yolcusu, geriye kalan 19124508 kişisi ise dış hat yabancı şirket yolcusudur. 2008 yılına göre 2009 yılı dış hat yolcusunda % 0,36'lık artış ve iç hat yolcusunda % 11,01'lik artış olmuştur. 6455520 kişi olan dış hat yabancı şirket tarifeli yolcunun, 3207269 kişisi gelen, 3247981 kişisi ise giden yolcudur [11].

3.3 Türk Hava Yolu Hakkında Bilgi

3.3.1 Tarihi

20 Mayıs 1933 tarihinde Milli Savunma Bakanlığı'na bağlı Hava Yolları Devlet İşletmesi kurularak Türkiye'de ilk defa hava yolları kurma ve yollar üzerinde taşıma yapma görevleri kuruluşun sorumluluğuna verilmiştir. İşe daha önce askeri ihtiyaçlar için alınmış olan uçakların, yolcu ve yük nakline elverişli hale getirilmiş olanları ile başlanarak Türkiye'nin belli başlı şehirleri arasında hava ulaşımı sağlanmıştır. O zamanlardaki ismiyle Devlet Hava Yolu İşletmesi, beş uçak ve 23 koltuk kapasitesi ile Ağustos 1933 tarihinde seferlere başlamıştır. 10 Eylül 2010 itibariyle uçuş noktası yurt içinde 39'a, yurt dışında 127'ye (yurtiçinde 40 havaalanı ve yurtdışında 128 havaalanı olmak üzere toplam 168 havaalanı) ulaşmış olup, yolculara bu noktada hizmet veren satış / istasyon üniteleri, acente ve genel satış acenteleri bulunmaktadır. Genel müdürlük ve merkez üniteler İstanbul Atatürk Hava Limanı çevresinde toplanmıştır [38].

3.3.2 Filo durumu

2003 yılı Ekim ayında Ulaştırma Bakanlığının aldığı karar doğrultusunda özel havayolu şirketlerine de iç hat hava taşımacılığı yapabilme hakkı verilmiş ve daha önce fazla trafiği olmayan Adana, Samsun, Diyarbakır, Kars, Erzincan, Erzurum, Gaziantep, Muş, Kayseri, Malatya, Konya, Nevşehir ve Van gibi havaalanlarına özel havayolu şirketleri tarafından seferler düzenlenmeye başlanmıştır. Ancak düzenlenen seferlerde havayolu şirketleri 150 koltuktan daha fazla koltuk kapasiteli uçaklar kullanmaktadırlar. Bu durum Türkiye'de hava taşımacılığına açık, ancak bu tür uçakların rahatlıkla iniş kalkış yapamayacağı havaalanları için talep oluşsa bile önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin AB'ye aday üye ve bir Avrupa ülkesi olduğu göz önüne alınarak Avrupa'daki bölgesel hava taşıyıcılarının karakteristik özellikleri incelenmiş ve bölgesel havayolu taşımacılığında genellikle 500km. den yakın ve orta mesafelerde 40-70 koltuk kapasiteli pervaneli, 500km.den daha uzak mesafelerde ise 50-90 koltuk kapasiteli jet motorlu uçakların havayolu işletmeleri tarafından tercih edildiği belirlenmiştir. THY'nin filosunda bulunan 70 yolcu kapasiteli RJ70 ve 100 yolcu kapasiteli RJ100 uçakları ile küçük meydanlara seferler düzenlenmiş, ancak 2006 yılı içerisinde bu uçakların tamamı geri verilmiştir. 2007 yılı itibarı ile sadece bir özel havayolu işletmesinin filosundaki 3 adet 90 yolcu kapasiteli, jet motorlu CRJ 900 tipi

bölgesel uçaklar ile Çanakkale, Uşak, Siirt, Balıkesir Körfez ve Tokat gibi pist uzunluğu ve mukavemeti yetersiz olan havaalanlarına seferler düzenlenmektedir. Yukarıda sözü edilen küçük ve orta ölçekli havaalanlarına sefer düzenlenebilmesi, uçuş sıklıklarının arttırılabilmesi ve havayolu taşımacılığının bu bölgelerde de yaygınlaştırılabilmesi için işletmelerin filolarına bölgesel uçakları da katmaları gerekmektedir [16].

1933 yılında 5 uçak ve 23 koltuk kapasitesi ile başlayan şirket, günümüzde 9 filo ile 155 adet uçağa ulaşmıştır. THY'nın filo durumu aşağıdaki gibidir:

Çizelge 3.1 Türk Hava Yolları'nın filo durumu [38].

Uçak tipi	Adeti	Kapasite (koltuk)
A340	9	270/278
A330-300	4	289
A330-203	7	250/281
A321	21	192
A320	25	159
A319	4	126
B777	11	312/337
B737-800	52	165
B737-700	14	142
B737-400	3	150
Toplam yolcu uçağı	150	
A310	4	
A33 -200F	1	
Toplam kargo uçağı	5	
TOPLAM	155	

Hava taşımacılığındaki gözlenen ve beklenen gelişmeler karşısında, THY A.O taşıma kapasitesini arttırmak üzere yeni uçak alımına girişmiş, hükümetçe sağlanan vergi indirimi desteği ile yurtiçi taşımaları artan özel havayolu şirketleri de benzer girişimlerde bulunarak büyümeye çalışmaktadırlar. Bu gelişmeler taşıma pazarını büyütüp taşınan yolcu sayısında artışlar sağlarken başta pilot ve teknisyen olmak üzere nitelikli personele olan talebi arttırmıştır. Bu yönde yetersizlik sorunu yaşanmaktadır. Bu yetersizliğin giderilmesi için acilen eğitim konusunda yatırımlara gidilmesi gereklidir.

Diğer yandan, hızla gelişen havayolu taşımacılığında uçuş ve seyrüsefer güvenliği ile alan güvenliğinin sağlanabilmesi bakımından varolan uluslararası kriterlerin tam olarak uygulanabilmesi, bunların takibi ve denetimi, ayrıca AB'ye uyum ve geliştirilen Tek Avrupa Hava Sahası'na katılım yönündeki çalışmaların sonuçlandırılması bakımından sivil havacılık yönetiminin yeniden yapılandırılması zorunlu hale gelmiş bulunmaktadır.

Bu arada, 1980'li yıllarda başlayan "her ile bir havaalanı" politikası çerçevesinde oluşturulmuş, ancak bir kısmı yeterli yolculuk talebi olmadığı için işletmeye kapatılmış havaalanlarının ekonomiye kazandırılması, kapasitelerinin çok altında bir kapasite ile çalıştırılan havaalanlarının verimliliklerinin arttırılması Türkiye'nin hava taşımacılığı için çözüm bekleyen sorunlardan biri olup özel taşıma şirketlerine sağlanan desteğin sürdürülerek bölgesel taşımacılığın geliştirilmesinin bu yönde önemli yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM 4

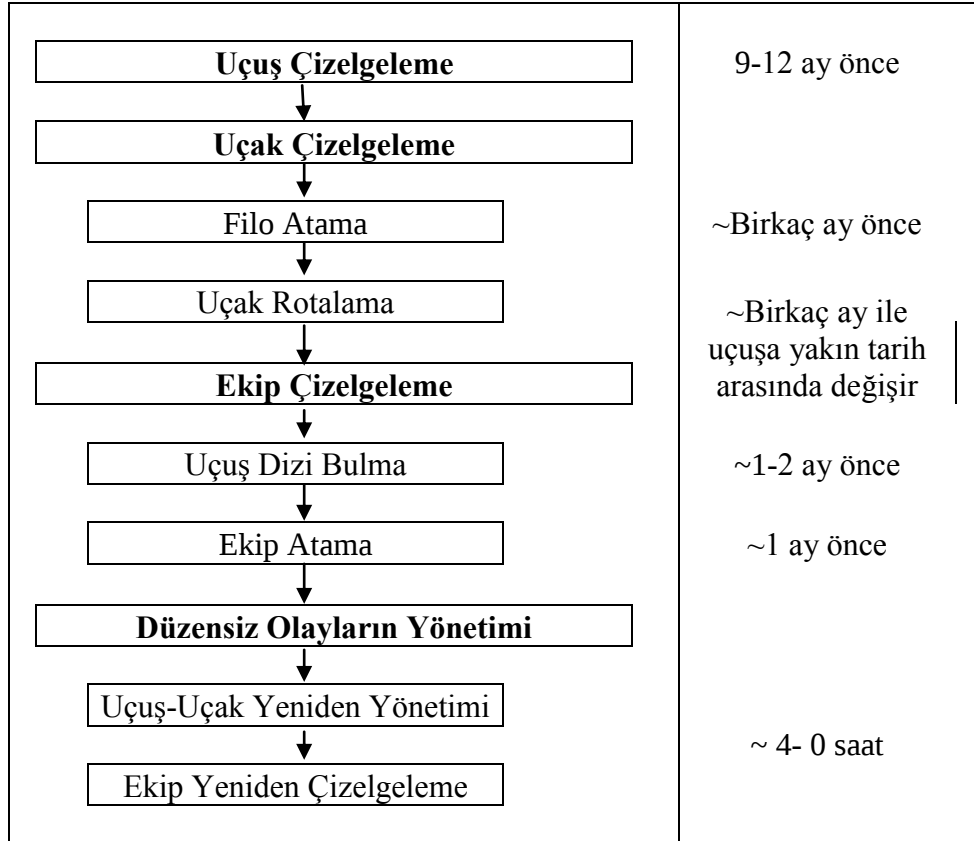
HAVAYOLU İŞLETMELERİNDE OPERASYONEL PLANLAMA VE ÇİZELGELEME SÜRECİ

Artan "hızlı ulaşım" isteği bir çok hava yolu şirketinin kurulmasına ve mevcut olan havayolu şirketlerinin de kapasitelerini artırmalarına, yeni uçak filo ağları kurmalarına sebep olmuştur. Filo sayısının, pilot sayısının, uçak tayfasının, yer personelinin, vb. gibi unsurların sayısının artması maliyetleri çok büyük rakamlara taşımıştır. Herhangi bir hava yolu şirketi, faaliyetlerini planlamada herhangi bir endüstrideki en büyük sorunlardan biri olarak kabul edilebilecek çizelgeleme problemini çözmek durumundadır. Çoğu önemli hava yolu firması aylık uçuş çizelgelemesini şu sıralamaya göre çözmeye çalışır.

- a. *Pazar Planlama:* Şehirlere direk uçuşlar ve dinlenme hizmet sıklıklarının planlanması
- b. *Çizelgeleme Dizaynı:* Merkez hava alanlarına uçuşların zamanlamasını içeren kalkış zamanları, gidilecek yer, uçakların kalkış yerleri temelinde uçuş tarifelerinin tasarımının yapılması.
- c. *Filo alaması:* Çizelgedeki her uçuşa uygun bir uçak tipinin atanması.
- d. *Uçak Gönderimi:* Bir gün içinde her bir uçağın uçulabileceği uçuş sıralamalarının seçilmesi.
- e. *Tayfa Eşleştirmesi:* Uçak personelinin, 1-4 günlük periyodun üzerindeki uçuşların sıralama ataması
- f. *Tayfa Blokları:* Her bir tayfa üyesi için her uçuşun aylık sınırlaması içinde tayfa eşleştirmelerinin ayarlanması.

g. *Personel Çizelgelemesi*: Uçuş çizelgesini desteklemek için yer araçgereçleri için uçak personeli olmayan çalışanların (yer personeli) çizelgelenmesidir.

Büyük hava yolu şirketlerinde tayfa ve uçakların çizelgelenmesi ve planlaması çok karmaşık bir görevi ifade etmektedir. Bu nedenle bu iş genellikle çeşitli planlama aşamalarına bölünerek yapılır. Planlama süreci yukarıdaki sıralamayı da kapsayacak şekilde Şekil 4.1'deki gibi özetlenebilir. Bu şekil, bir aşamanın sonucunun sonraki için veri olarak tanımlandığı aşamaların mantıksal sırasını gösterir. Taslak planlar nihai hale ve basım haline gelinceye kadar diğer bölümlerden gelen bilgilerle bir çok kez güncellenebilirler. Bu planlar işlevsel bölümde hala değiştirilebilir niteliktedirler. Örneğin: uçuş iptal edilebilir veya ertelenebilir veya tayfalardan bir veya bir kaç hasta olabilir. Hava yolu şirketleri, tampon kaynaklar (örneğin; destek tayfa) atanarak bu problemleri çözmeye çalışır.



Şekil 4.1 Havayolu işletmelerinde operasyonel planlama ve çizelgeleme süreci [22].

4.1 Temel Operasyonel Problemler

Problemlerden birincisi, hangi uçuş noktalarına hangi sıklıkla uçuş hizmeti verileceği ve bu sıklığı karşılamak için uçuşların nasıl planlanması gerektiğini tanımlayan uçuş çizelgeleme problemidir.

İkinci problem, uçak çizelgeleme problemidir. Bu problem, bir dizi karar sürecinden oluşur. İlk olarak, filoların uçuş rotalarına atanması gerçekleştirilir. Daha sonra, her uçak için bakım kısıtları dikkate alınarak uçuş rota planları oluşturulur.

Üçüncü problem, her uçuş için kokpit ve kabin görevlisi olarak adlandırılan ekip üyelerinin belirlenmesini içeren ekip çizelgeleme problemidir. Ekip çizelgeleme problemi iki alt problemden oluşur: uçuş dizisi bulma problemi (ekip eşleme-crew pairing) ve ekip atama problemi. Birinci problemde, yönetmeliklere uygun olarak minimum maliyetli ardışık uçuş bacak dizileri oluşturulurken, ikincisinde bu dizilerde görev alacak ekip üyelerinin ataması yapılır. Birinci problemin çözümünde ekipleri oluşturan bireyler dikkate alınmaz.

Dördüncü problem, günlük operasyonları gerçekleştirmek üzere uzun dönem dikkate alınarak hazırlanmış olan uçak ve ekip çizelgeleme problemlerinin uçak mekanik arızası, ekip üyesi eksikliği ve kötü hava koşulları gibi hiçbirisi önceden beklenmeyen sorunların çözümü içeren düzensiz operasyonların yönetiminden oluşur. Bu aşamada, uçaklar yeniden rotalanır ve ekip çizelgelemesi yeniden yapılır.

Bu çalışmada özellikle ikinci aşama olan filo ataması problemleri sunulacak, temel modeller verildikten sonra bu alanlarda yapılan çalışmalara değinilecektir.

4.2 Uçuş Çizelgeleme

Uçuş çizelgeleme, havayolu işletmesinin planlama ve operasyonlarının başlangıç noktasıdır. Uçuş çizelgeleme çalışmaları, uçuş operasyonlarından 12 ay önce başlar ve 9 ay önce tamamlanır. Uçuş çizelgelemesi, her uçuş bacağının ayrılış-varış zamanını, uçuş noktalarını ve uçuşların haftanın hangi gün gerçekleştiğini, uçuş numarasını ve uçuşta kullanılacak filo tipini gösterir. Program, genellikle üç aylık veya altı aylık periyotlar için hazırlanır. Programlarda aydan aya küçük değişiklikler olabilir.

Uçuş çizelgelemesi, aynı zamanda havayolu işletmesinin uçuş noktaları arasındaki rekabet gücünü ve konumunu tanımlar. Bu yüzden, havayolu işletmesinin karlılığında anahtar bir belirleyicidir. Uçuş çizelgelemesi, temel olarak havayolunun ve rakip havayollarının uçak ve ekip planlama kararlarından etkilenir ve alınmış kararları etkiler. Uçuş çizelgeleme çalışmalarında; sektördeki çeşitli talepler, rakip firmalar tarafından sunulan program ve kaynak kullanılabilirlik kısıtları, pazar tahminleri gibi faktörler dikkate alınır. Havayolu çizelgelemesinde kısıtlı olan kaynaklar uçak, ekip, bakım

tesisi, bakım personeli v.b.'dir. Ayrıca, uçuş çizelgeleme tasarımı için uçuş hatlarındaki yolcu talebinin doğru tahmini, havayolu filosunun kapasitesi, uçağın kapasitesi nedeniyle reddedilen (elde edilemeyen) gelir olan bozulma (spill) maliyeti ve reddedilen yolcuların yeniden geri kazanım oranlarının bilinmesi gereklidir. Bu yüzden uçuş çizelgeleme, havayolu işletmesinin karlılığını ve işletmenin devamlılığını sağlayabilmesini önemli oranda etkilediği için kritik bir süreçtir.

4.3. Uçak Çizelgeleme

Havayolu işletmeleri, uçuş çizelgeleme tasarımı tamamlandıktan sonra uçak çizelgeleme olarak adlandırılan filo atama ve uçak rotalama problemlerini çözer. Filo atamasında, uçuş serimindeki bacaklara en küçük maliyetle uçak tipleri yani filolar atanır. Uçak çizelgelemesinin son adımında belli bir filo içerisindeki her uçak, filo atama aşamasında filo için belirlenmiş uçuş rotalarına atanır. Uçuş çizelgeleme çalışmaları, uçuş operasyonlarının birkaç ay öncesinde başlar ve uçuşun gerçekleştiği an son bulur.

4.3.1. Filo Atama

Filo atama probleminde uçakların özellikleri, kullanılabilirlikleri, operasyonel maliyetleri ve potansiyel gelirleri temel alınarak farklı kapasitedeki uçak tiplerinin uçuşlara atanması planlanır. Filo atama modelinde amaç, uçuş rotasındaki işletme maliyetleri ile bir uçuş bacağına atanan uçağın koltuk kapasitesinin talebi karşılayamadığı durumdaki gelir kayıplarının oluşturduğu maliyetlerin toplamını en küçükmektir. Uçuş işletme maliyeti, belirli bir uçak tipinin uçuş bacağındaki uçuş maliyetini temsil eder. Her uçak tipi için uçuş operasyon maliyeti her uçuş bacağına göre ayrı ayrı belirlenir.

Bir havayolu işletmesinin temel ürünü, uçaktaki koltuklardır. Havayolu işletmesi için daha yüksek kapasiteli uçağa sahip olunması veya ekstra uçağın hazır olarak bulundurulması, daha yüksek işletme maliyetleri anlamına gelir. Diğer taraftan uçak koltukları bozulabilir bir üründür. Bir uçak havaalanından ayrılmadan önce satılamamış koltuklar çöpe giden ürün gibi kabul edilir. Bu yüzden ideal strateji, sadece yolculara doğru fiyattan doğru sayıda koltuk sağlamak olmalıdır.

Bir uçuşa, koltuk kapasitesi küçük bir uçağın atanması, yetersiz kapasite nedeniyle müşterilerin istenilmeden reddedilmesine ve sonuç olarak gelir kayıplarına neden olur.

Buna karşın, yolcu talebinden daha büyük kapasitede bir uçağın uçuşa atanması durumunda koltukların hepsi kullanılamayacaktır. Ayrıca, kapasitesi doldurulamayan büyük uçak tercih edildiği için daha yüksek işletme maliyetleri oluşacaktır. Bu nedenle, filo atama problemi, havayolu işletmesinin tüm çizelgeleme sürecinin önemli bir parçasını oluşturur. Her gün çok sayıda uçuş programlandığından uçuş sayısı, büyük bir havayolu işletmesinde kolayca binlere ulaşabilir. Filo ataması, uçuş çizelgelemesi ekip çizelgelemesi, uçak rota ataması, bakım planlama ve gelir yönetimi gibi havayolu işletmesinin diğer karar süreçlerini etkiler ve bu süreçlerde alınan kararlardan etkilenir. Bu yüzden, filo atama problemini çözebilmek, havayolu işletmeleri için her zaman zorlu bir süreç olmuştur. Uçakların kapasite sınırı nedeniyle yolcuların kabul edilememesi genellikle kayıp olarak kabul edilir. Gerçekte yolcular, uçuşa başlangıç varış noktaları ve zaman periyodu açısından alternatif bir uçuş çizelgelemesini kullanarak uçuşlarını gerçekleştirebilirler. Böylelikle, yolcular yeniden havayolu işletmesinin bir yolcusu olarak geri kazanılabilir.

Uluslararası ve iç hat uçuşu gerçekleştiren büyük havayolları genellikle birden fazla filoya sahiptir. Filo, kapasitesi ve operasyonel özellikleri aynı olan uçak kümesine verilen isimdir. Bir havayolunun filo tipi genellikle Boeing 737, Boeing 757, Fokker 100 ve Airbus 320 gibi çeşitli uçak gruplarından oluşabilir. Filo kapasitelerine örnek olarak, 169 koltuk kapasiteli Boeing 757 ve 98 koltuk kapasiteli Fokker 100 verilebilir. Operasyonel özelliklere, uçağın hızı, motor yakıt yakma oranı, uçak bakım maliyeti, uçuş için gerekli ekip sayısı ve uçağın havaalanına inmesiyle birlikte bir sonraki uçuşa hazırlanabilmesi için yapılması gereken işlerin tamamlanabileceği enküçük dönüş süresi örnek olarak verilebilir. Ayrıca, operasyonel özellikler içerisinde uçuş bacağına atanan uçak tipine bağlı olarak değişen farklı uçuş maliyetleri ve uçak ağırlığına bağlı olarak havaalanına ödenen ücretler yer alır. Aynı filo tipindeki iki uçak farklı yolcu kapasitelerine sahip olabilir. Örneğin, Boeing 737-400 uçağı 150, Boeing 737-800 uçağı 165 yolcu kapasitesine sahiptir. Filo atama modelleri bakım gereksinimi, gürültü kısıtlamasını ve havaalanı kapı kullanılabilirliğini dikkate alan ilave kısıtları da içerebilir.

Etkileyici sonuçlara karşın, filo atamada çeşitli kritik zorluklar hala bulunmaktadır. Bu zorlukların çoğu modelleme kabullerinden kaynaklanmaktadır;

- Çoğu filo atama modelinde, havayollarının büyük bir kısmı hafta sonları farklı uçuş çizelgelemesi gerçekleştirmesine rağmen, uçuş çizelgelemesinin günlük olarak tekrar ettiği kabul edilir.
- Çoğu filo atama modelinde, uçuş noktalarındaki taleplerin bilindiği ve haftanın her günü için aynı olduğu kabul edilir. Fakat tarihsel veriler, talebin gün ve gün değiştiğini göstermektedir. Haftanın farklı günlerinde talepler değiştiği için, haftanın her günü için farklı filo atamasının yapılmasıyla daha yüksek gelir elde edilebilir. Bununla birlikte, bu ekstra esneklik, filo atama aşamasında sayısal karmaşıklığı önemli oranda artırır.
- Filo atama modelinde, uçak kapıları kapatıldıktan sonra uçağın pist başına gidinceye kadar yerdeki hareket süresi olan kalkış taksi süresinin ve uçak piste indikten sonra uçağın pisti terk ettiği andan yolcuları indirilmesi için uçak kapılarının açıldığı ana kadar geçen süre olan iniş taksi süresinin genel olarak kararlı olduğu kabul edilir. Bununla birlikte, uçuş rotaları ve havaalanlarındaki yoğunluk, hava durumu koşulları ve yeni güvenlik uygulamaları, uçuş ve taksi sürelerinde büyük değişikliklerin oluşmasına neden olur.
- Çoğu filo atama modelinde, uçuş tercihinin değiştiği yolcu sayısı ve bunun oluşturduğu maliyetlerin uçuş bacak seviyesinde hesaplanabileceği kabul edilir. Gerçekte yolcu talebi, uçuş tercihinin değiştiği yolcu sayısı ve her yolcudan elde edilebilecek gelir, yolcunun uçuş programına özeldir, uçuş bacağına özel değildir. Sonuç olarak, uçuş bacağına özel oluşan maliyetler, yalnızca yaklaşık olarak tespit edilebilir. Örneğin, bir yolcu Trabzon'dan Roma'ya İstanbul aktarmalı uçuşu planlarken, Trabzon-İstanbul arasında yer bulamadığında farklı bir havayolu işletmesini seçebilir. Bu durumda temel olarak kaybolan gelir, daha yüksek fiyattan satılan İstanbul-Roma uçuş bedelidir.

Filo atama problemlerinde, uçaklar tek olarak değil aynı özellikteki uçakların oluşturduğu küme dikkate alınarak çözüldüğünden, her bir uçak için uygun rota programı oluşturulamamaktadır. Ayrıca bu tür filo atama çözümlerinde, bakım gereksinimi tam olarak modellenememektedir. Bunun yerine, en küçük sayıda bakım fırsatı sağlayan toplam bakım kısıtı kullanılır. Eğer uçak bir bakım istasyonunda yeterli bir zaman aralığında durabiliyorsa, bakım fırsatına sahip olur. Fakat filo atamasında, bakım fırsatının her bir uçak arasında eşit bir şekilde dağıtılması garanti edilemez. Bir

uçak gereğinden daha fazla bakım fırsatına sahip olurken, başka bir uçağın böyle bir şansı olmayabilir.

4.3.2. Uçak Rotalama

Filo atama probleminde, uçuş bacaklarında hangi tip filonun uacağına karar verilir. Uçak rotalama probleminde ise, bir filo içindeki her bir uçağın ardışık olarak gerçekleştireceği uçuş bacakları tespit edilir. Aynı zamanda, ülkelerin ulusal sivil havacılık otoriteleri ve uçak üreticileri tarafından zorunlu tutulan farklı seviyelerdeki bakımların her bir uçağa nerede ve ne zaman uygulanacağına da karar verilir. Bu yüzden uçak rotalama problemi, uçak bakım rotalama problemi olarak da adlandırılır. Uçak bakım rotalamada temel amaç, kısıtları göz önünde bulundurarak işletme maliyetlerini enkklemeektir.

Uçak rotası, uçuş bacaklarının oluşturduğu bir dizidir. Dizi içindeki bir uçuş bacağının varış noktası, bir sonraki uçuş bacağının başlangıç noktasıdır. Döngü, aynı merkezde başlayan ve son bulan uçuş rotalamasıdır. Her uçağın döngüsü, düzenli aralıklarla bakım istasyonunu ziyaret edecek şekilde tamamlanır.

Havacılık sektöründe uçak rota problemi çözülürken temel kısıt olarak karşılaşılan bakım ile ilgili olarak bilgi aşağıdaki alt başlık altında açıklanmıştır.

4.4. Ekip izelleme

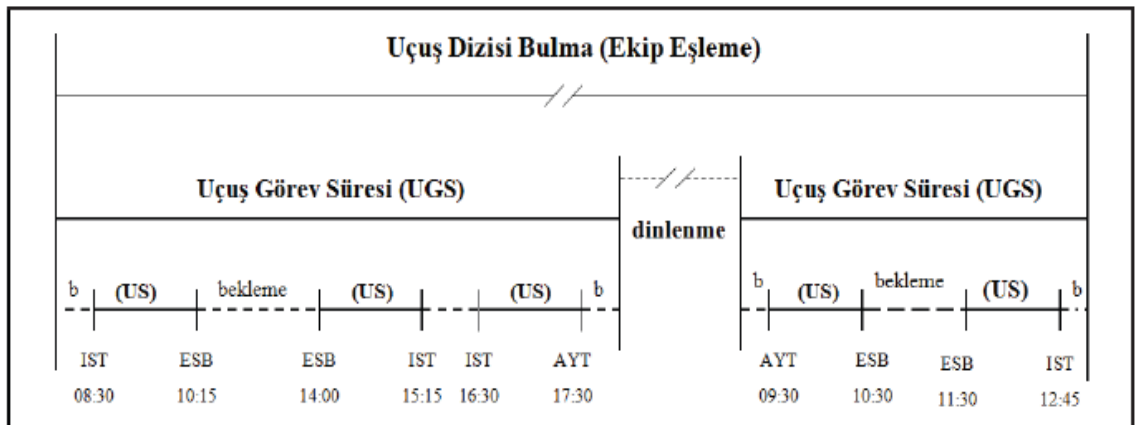
Ekip izelleme probleminde, belli bir uçuş izellemesindeki her uçuş bacağına uçuş için ekip gereksinimini karşılayacak şekilde ekip ataması yapılır. Uçuş izellemesindeki her uçuş bacağı, belli bir havaalanından ayrılan ve bir diğerine varan bir uçağı temsil eder. Bir uçuş bacağı için ekip gereksinimi, uçak içinde gerekli olan pilot, yardımcı pilot, uçuş mühendisi, uçuş kabin görevlileri gibi havayolu personelini ifade eder. Uçuşlarda gereken uçuş ekip ye sayısı, uçağın boyutlarına, uçuş süresine, uçuşun gün içerisindeki başlama zamanına ve sunulacak servis seviyesine bağlı olarak değişir. Ekip izelleme problemi, uçuş dizisi bulma problemi (ekip eşleme-crew pairing) ve ekip atama problemi olarak iki ayrı adımda çözülür.

4.4.1. Uçuş Dizisi Bulma

Uçuş dizisi bulma problemi, ekip eşleme (crew pairing) olarak da adlandırılır. Bu problemde, aynı filo tipi için ekibin yaşadığı şehirdeki havaalanında başlayan ve son

bulan ardışık uçuş bacak dizisi bulunur. Büyük havayolu işletmelerinde genellikle birden fazla ekip üssü vardır. Uçuş dizisi bulma probleminin boyutu, havayoluna bağlı olarak bir ile beş gün arasında değişen uçuş dizilerinden oluşabilir. Bu süreçte, ekip üyeleri yaşamlarını sürdürdükleri şehir dışında bazı şehirlerde genellikle geceyi dinlenerek geçirirler. Uçuş görev süresi (UGS), tek bir uçuş ya da uçuş dizilerinden oluşmuş bir uçuş görevi için, uçuş ekip üyesinin uçuş hazırlığı ile başlayan ve aynı uçuş veya uçuş dizilerinin sonundaki tüm uçuş görevlerinden muaf tutulduğu toplam süredir. Oluşturulan her bir uçuş görevi süresi (UGS), uçuşun programlandığı zamandan bir saat önce ve bir uçuş veya dizi uçuşun sona ermesi ile motor kapatma zamanından 30 dakika sonra son bulur. UGS hesaplanırken, ilk uçuş bacağından 1 saat önce mesaiye başlama süresi, iki şehir arası uçuş süresi, bir şehre varış ve şehirden ayrılış arası yerde geçen zaman ve iş periyoduna son uçuş bacağından sonra 30 dakika mesai kapama süresi eklenir. Uçuş süresi (US); bir hava aracının kalkış yapmak maksadıyla, kendi gücü ile veya harici bir güç uygulanmak suretiyle ilk hareketine başlama anından, uçuşun veya görevin sonunda tam olarak durarak yolcu, yük veya diğer muhteviyatı indirme ve/veya bindirme amacıyla kendisine tahsis edilen park yerine gelme anına kadar geçen toplam süreyi ifade etmektedir.

Şekil 4.2’de, merkez üssü İstanbul olan ekip için oluşturulmuş iki günlük uçuş dizisi gösterilmektedir. Birinci görev, üç uçuş bacağına, ikinci görev ise iki uçuş bacağına içerir. Uçuş dizisi bulma probleminde uçuş bacakları arasındaki süre, gün bağlantısı veya bekleme (sit) olarak adlandırılır. Günlük uçuş görevleri arasındaki süre, gece bağlantısı veya dinlenme olarak adlandırılır. Briefing almak (b olarak gösterilmiştir) ve briefing vermek olarak bilinen (b olarak gösterilmiştir) görevden önceki ve sonraki zaman periyodunda, ekip tarafından düzenlenmesi gereken evrak işleri tamamlanır.



Şekil 4.2 Merkez üssü İstanbul olan ekip için eki günlük uçuş dizisi [22].

Uçuş dizisi bulma probleminde amaç, sendika, sivil havacılık otoritesi ve işletmenin kurallarına uygun olarak bütün uçuşları kapsayacak şekilde toplam ekip maliyetini en küçükleme. Ekip maliyetleri içinde toplam uçuş maliyeti, bağlantılar arasında beklerken oluşan konaklama, yemek, havaalanına ulaşım maliyetler de yer alır. Problemde aynı zamanda ekibin uçuşta geçirdiği zamanın en büyük olması ve gün içerisindeki uçuşlar arasındaki bağlantı zamanlarının en küçük olması sağlanmaya çalışılır. Havayolu işletmeleri mümkün olduğu sürece birçok uçuş bacağına ekibi aynı uçakta tutmak için çaba gösterir. Böylece, farklı uçaklarda görev alacak ekibin iptal olan bağlantılı uçuş veya uçuş gecikmeleri gibi olaylar sonucunda görev uçuşuna yetişememesi durumundan kaynaklanacak problemlerle karşılaşma riski önlenir. Bu durumlar ile karşılaşıldığında ekip gelir getirmeyen yolcu statüsünde uçarak görev alacakları uçağa yetişir.

Uçuş dizisi bulma problemi ile uçak rotalama probleminin çözümleri aynı olamaz. Uçaklar bakım kısıtları sağlandığı sürece gün içerisinde saat sınırlaması olmadan çizelgelemede uygun uçuşlara atanarak bir günde istenildiği kadar kullanılabilir. Buna karşılık, ekibin 24 saatlik zaman diliminde 8 saat uçuşta görev (US) yapmasına izin verilir. Eğer, uçuş 8 saatten fazla ise, uçakta ikinci ve gerekiyorsa üçüncü ekip bulundurulur. Görev süresini tamamlayan ekip uçakta özel olarak hazırlanmış bölümde dinlenir. İkinci olarak, uçuş dizisi bulma problemi aynı şehirde başlayıp aynı şehirde son bulması gerekirken, uçak bakım kısıtları sağlandığı sürece farklı şehirlerde konaklayabilir. Son olarak, uçak rotalama probleminde uçakların ardışık olarak bir sonraki uçuşa verilebilmesi için en az 30 dakika gerekir. Bu süreye, uçağın içinin temizlenmesi, yolcuların inmesininmesi, kargo ve yüklerin indirilmesi-yüklenmesi ve yakıt ikmali için ihtiyaç vardır. Uçuş dizisi bulma probleminde özellikle uçak değiştirecek ekip için iki uçuş arasındaki en küçük süre çok önemlidir. Uçuş dizisi bulma probleminde uçuş bacakları arasındaki gün bağlantısı veya bekleme olarak adlandırılan süreyi 10 dakika kabul ederek uygulayan havayolları mevcuttur.

Uçuş dizisi bulma problemi sonucunda elde edilen uçuş dizilerinin yasal olarak uygulanabilmesi için ülkelerdeki sivil havacılık otoritelerinin, sendika ve havayolu işletmelerinin kurallarına uygun olarak hazırlanması gerekir. Bir görevin belli bir zamanı geçmesine izin verilmeyebilir veya uçuş saatinde veya uçuş çizelgelemesinin içerdiği uçuş bacak sayısında ve ekibin ana üsten uzak olduğu sürede belli bir limit olabilir. Görevler arasında geçen en küçük ve en büyük zaman veya uçuş bacakları

arasında bekleme zamanının enküçük ve enbüyük periyodu belli olabilir. Bunlar, havayolu ekip çizelgeleme problemlerinde kullanılan kurallardan bazılarına birkaç örnektir. Bazı kurallar tamamen karmaşık olabilir. Görev sonrası dinlenme periyodu, en azından görevde geçen en fazla zaman ve bazı sabit değerler olabilir. Örneğin, eğer her hangi bir 24 saatlik periyot içinde 8 saatten az, 8-9 saat arası ve 9 saatten fazla uçuş süresi için sırasıyla, 9, 10 ve 11 saatlik en az dinlenme zamanları kural olarak uygulanır.

Türkiye’de havayolu şirketleri ekip çizelgelerini oluştururken, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan “Uçucu Ekip Uçuş Görev ve Dinlenme Süreleri ile Uygulama Esasları Talimatı”nı dikkate almaktadırlar. Görev başlangıç saati yaz dönemi için 06:00-15:00 arasındaysa 4 iniş kadar 14 saat, 5 iniş için 13 saatlik azami uçuş görev süresi vardır. Görev başlangıç saati yaz dönemi için 15:01- 18:00 arasındaysa 4 iniş kadar 13 saat, 5 iniş için 12 saatlik azami uçuş görev süresi vardır. Görev başlangıç saati yaz dönemi için 18:01- 05:59 arasındaysa 4 iniş kadar 12 saat, 5 iniş için 11 saatlik azami uçuş görev süresi vardır.

4.4.2. Ekip Atama

Uçuş çizelgelemesindeki bütün uçuşları kapsayacak şekilde uçuş dizisi bulma problemi çözüldükten sonra her bir ekip üyesi, oluşturulan dizilere atanarak aylık olarak her bir ekibin görev çizelgelemesi oluşturulur. Ekip üyelerinin aylık görev çizelgeleri, çalışanın izin günlerini, eğitim süreçlerini, yasal düzenlemeleri ve diğer sözleşme mecburiyetlerini içermesi gerekmektedir. Temel amaçlardan biri ekipten yararlanma oranını en büyükmektir. Bu problem çözmek için iki farklı yaklaşım kullanılmaktadır. Birinci aylık ekip atama (rostering) yaklaşımında problem, ekibi oluşturan bireylerin ihtiyaçları ve tercihleri dikkate alındıktan sonra ekip üyeleri, eşit bir yaklaşım içerisinde, hazırlanan bütün uçuş dizileri kapsanacak şekilde uçuşlara atanır. Ekibin görev listesi oluşturulurken kullanılan ikinci ekip atama (bidline) yaklaşımında, her ekip üyesinin kıdemi göz önüne alınır. Kıdem derecesi yüksek ekip üyesinin tercihi öncelikli olarak sağlanır ve ekip üyelerinin uçuş çizelgesindeki uçuşlara ataması yapılır. Ekip görev listesi oluşturulurken, birinci yaklaşım Avrupa’da, ikinci yaklaşım ise Kuzey Amerika’da daha yaygın olarak kullanılır.

İkinci yaklaşımda, ilk olarak her bir ekip üyesinin seçebileceği şekilde uçuş dizileri tespit edilir. Daha sonra her ekip üyesi kıdemlerine göre bireysel uçuş programlarından birini seçer. Doğal olarak, bazı uçuş dizileri gece uçuşunun uzunluğu, zaman kuşağını

akışması gibi zorluklardan dolayı diğerlerine gore tercih edilir. Sonuç olarak, kıdemli ekip yeleri her zaman en ideal görevleri seçerken, yeni ekip yeleri istenmeyen görevleri almak zorunda kalır. Bu yüzden, bireysel uçuş programlarının oluşturulması sürecinde kullanılan sistemin görev dağılımının adaletli yapması beklenir. Aylık ekip atama problemi, her homojen ekip ye grubu dikkate alınarak ayrı ayrı çözülür. Kokpit ekip yesi yalnızca gerekli lisansa sahip olduğu belli bir filo tipinde uçmak için görevlendirilirken, kabin ekip yesi farklı uçak tiplerinde görev alabilecek şekilde eğitim aldıklarından farklı filolara atanabilir.

BÖLÜM 5

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

5.1 Tarihçe

Yöneylem Araştırması sibernetik, sistem mühendisliği, iletişim bilimleri, çevre bilimleri ve sistem bilimleri gibi İkinci Dünya savaşından sonra gelişen disiplinler arası bir bilimdir. Diğer tüm bilim dallarında olduğu gibi yöneylem araştırmalarının ortaya çıkışı da bir ihtiyaç yüzünden olmuştur. Belirli bir sorunu bilimsel teknikler, araçlar ve metotlarla çözmek zorunda olduğumuz halde elimizdekiler yeterli kalmayınca yeni bir teknik geliştirmek, insanoğlunun her zaman başvurduğu yöntem olmuştur. Yöneylem araştırmaları da benzer bir yoldan geçmiştir.

Yöneylem araştırmaları diğer bilimsel metotlara göre oldukça yeni sayılabilir. Yöneylem araştırması çalışmalarına ilk olarak II. Dünya Savaşı sırasında ortalarında İngiltere'yi bombalayan Alman uçaklarının verdiği zarar yüzünden bir önlem almak isteyen İngiliz Genel Kurmayı çareyi bilim adamlarına danışmakta bulmuştur.

Bu dönemde, İngiliz Genel Kurmay Başkanlığı, Fizikçi Prof. Plackett'in de bulunduğu farklı disiplinlerden bilim adamlarına danışmıştır. Sorun sınırlı sayıdaki radar ve avcı uçaklarıyla Almanlara karşı nasıl bir ulusal savunma kurulabileceğidir. Araştırma grubunun başkanı olan Prof. Plackett'de eldeki askeri bilgilere ihtiyaç olacağını ve bu bilgilerin tamamının kendilerine verilmesi durumunda bir çözüm üretebileceklerini bildirmiştir. Bundan sonra araştırma ekibinin Alman hava hücumlarının dağılımını olasılık kurallarına göre hesaplayarak eldeki olanaklarla oluşturduğu hava savunma sistemi beklenenin çok üstünde bir başarıya ulaşmıştır. Uçak sayısı bakımından oldukça

üstün durumda bulunan Alman hava kuvvetlerinin hemen her hücumu bu hava savunma sistemi sayesinde İngiliz avcı uçaklarıyla karşılanmış ve böylece Almanlar etkili bir hava baskını yapamamıştır. Yöneylem araştırmalarının savaş sırasında sağladıkları bu büyük başarı karşısında, savaş sonrasında bu bilimsel yaklaşıma kayıtsız kalınmadı. İngiliz hükümeti büyük bir yıkımla çıktığı savaş sonrasında, ekonomi, sanayi ve yönetimin yeniden gözden geçirilmesine karar vermişti. Büyük bir savaş sonrasında yapılması gereken değişiklikler belirlenmek zorundaydı. Bu çalışmalarda savaş sırasında yetkinliğini ispatlamış olan yöneylem araştırması yönteminden fazlasıyla yararlanıldı. 1950’lerde itibaren Amerika Birleşik Devletlerinde birçok alanda kullanılmaya başlanmıştı. Bu yöntem yönetim, endüstri ve iş alanında oldukça etkili kullanılmakta olan bir metodudur. İngiltere’de Birleşik Devletlere göre daha yaygın bir kullanım düzeyinde olmasına rağmen endüstri alanındaki uygulamaların geliştirilmesi ile birlikte yeni dünyadaki uygulamalarda da hızlı bir artış olmuştur.

5.2 Yöneylem Araştırmasının Tanımı

Yöneylem araştırması iş, devlet ve askeri alanlarda insan, makine, materyal ve para yönetiminde oluşan problemleri çözmek için kullanılan bilimsel bir metodudur. Şans ve risk gibi çeşitli faktörleri de göz önüne alarak, alternatif kararlar ve stratejiler üreterek sistemin bilimsel bir modelini ortaya çıkarmaya çalışır. Amaç, yönetimin vermesi gereken kararlara bilimsel bir şekilde yardımcı olmaktır.

Bir diğer yöneylem araştırması tanım da, “kısıtlı kaynaklarla en iyi (optimum) çözümün elde edilmesine yarayan bilimsel bir yaklaşım” şeklindedir.

5.3 Özellikleri

5.3.1 Sistem Yaklaşımı Özelliği

Çözümü aranan sorunlarla ilgili olan ve çözüm sonuçlarını ihmal edilemeyecek biçimde etkileyecek olan, problemin ilişkin olduğu örgütün içindeki veya dışındaki tüm etkenlerin göz önüne alınması sistem yaklaşımının gereğidir. Ele alınan sistemlerin çeşitli bölümlerinin amaçları birbiri ile çelişkili durumda olabilir. Bu nedenle yöneylem araştırması bir sistemle ilgili probleme çözüm ararken, sistemin tümüne en uygun çözümü bulmaya çalışır. Dolayısıyla, yöneylem araştırmasının sistemin belirli bir alt bölümü için bulduğu en uygun çözüm, tüm sistem için en uygun çözüm olmayabilir.

Bu yöntem ilk olarak askeri alanda kullanılmış olmasına rağmen, asıl gelişimi endüstriyel kurumlarda kullanılması ile olmuştur. Endüstri devriminden önce, çok küçük olan işletmeler, genellikle bir kişinin çalışmaları ile yürütülmekteydi. Bu insan genelde işletmenin patronu sıfatını taşırdı ve planlama, satın alma, ürün geliştirme, pazarlama, eleman seçme gibi işletme ile ilgili tüm kararları tek başına almak zorunda kalırdı. Ancak endüstri devriminden sonra büyüyen ve kontrol edilmesi zorlaşan şirketler bu işleri çeşitli bölümlere ayırmış ve daha küçük parçalara bölmüştür.

Bu bölünmeler sonucunda bir şirket içinde birden fazla ve birbiriyle çelişebilen amaçlar ve bu amaçlara ulaşmak için hedefler belirlenmiştir. Örneğin, şirketin üretim bölümü en ucuz şekilde en fazla üretim yapmak istemektedir. Pazarlama bölümü en az masrafla en fazla satışı yapmak arzusundadır. Finans bölümü şirket sermayesini en verimli şekilde kullanmak için çaba sarfederken, insan kaynakları ise kaliteli personeli en düşük ücretten çalıştırmayı istemektedir. Bu amaçlar genellikle bir birleri ile tutarlı olmadıkları gibi, sık sık birbirleri ile çatışmaktadır.

İşte bir kurum içinde de, bölümlerin kararları ancak toplamda uygun bir çözüme ulaşacaksa kabul edilebilir. Yöneylem araştırmaları işte bu noktada hem her bölüm için en uygun kararın alınmasında yardımcı olacak, hem de bu kararların işletmenin genel amaçlarına uygun olmasını sağlayacaktır. Bu çalışma prensibi aynı zamanda “sistem yaklaşımı” “system approach” olarak adlandırılmaktadır.

5.3.2 Disiplinler Arası Yaklaşım Özelliği

Herhangi bir sorunu yöneylem araştırması yöntemiyle çözümleyebilmek için bir araştırma ekibinin oluşturulması gerekmektedir. Yöneylem araştırmasının temel özelliklerinden birisi de disiplinler arası ekip çalışması biçiminde olmasıdır. Çünkü, problemi her yönüyle görebilmek, dolayısıyla doğru bir çözüme ulaşabilmek için, yöneylem araştırmalarında çeşitli bilim dallarından gelen uzman araştırmacılardan yararlanılır. Bu nedenle, yöneylem araştırması projelerini yürütecek araştırmacı ekiplerin değişik branşlardaki kişilerden oluşması arzulanır.

Disiplinlerarası yaklaşımın sağladığı iki önemli avantaj vardır. Birincisi bir problemin çözümü için varolduğu düşünülen çözümlerden daha fazlasını ortaya çıkarmasıdır. Bir kişinin tüm çözümleri görebilmesi olanaksız olmasa bile, bir takım çalışmasına göre daha düşük olasılıklıdır. Yani “akıl akıldan üstündür”. Diğer avantajı ise, sistem içindeki farklı bilimlerin bir arada olduğu gerçeğinde ortaya çıkmaktadır. Aynı sistem

içinde fizik, sosyoloji, psikoloji, ekonomi, mühendislik alanlarının buluşması, sorun çözmede bu alanların temsilcilerinin de katkıda bulunmasını zorunlu kılmıştır.

5.3.3 Bilimsel Yöntemlerle Yaklaşım Özelliği

Yöneylem araştırmasının probleme yaklaşım bakımından en önemli katkısı, sistemin öğelerini ve aralarındaki ilişkileri temsil eden modeller kurabilmesi ve modeldeki parametrelerin veya karar değişkenlerinin bir diğerine olan etkisini kolayca etüd edebilmesidir.

Yöneylem araştırmaları genel olarak birbirini izleyen şu adımlardan oluşur:

- Problemin belirlenmesi
- Model geliştirilmesi
- Modelin çözümü
- Modelin ve çözümün test edilmesi
- Sonuçların yeniden kontrol edilmesi
- Çözümün yerleştirilmesi

5.3.3.1 Problemin Belirlenmesi

Bir organizasyona ait sorunun çözümü için öncelikle sorunun doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için de sistemin tanınması gereklidir. Çünkü, araştırma grubunca, işletmenin amaç ve hedeflerinin bilinmesi, soruna bir bütün olarak bakılması sorunu belirlemede çok yardımcı olacaktır. Sistemi tanımanın bir diğer avantajı da, sorunu sistemin içinde bir bütün olarak görülmesini sağlar. Yani, ele alınacak sorun bir bölümün değil aslında tüm sistemin bir parçasıdır. O halde sistemin tamamının nasıl işlediği net bir şekilde belirlenmelidir.

Problemin belirlenmesi evresinde araştırma ekibinin bazı bilgilere sahip olması gerekir. Bu aşamadaki önemli öğeler şunlardır:

Karar verici

Karar vericinin amaçları

Karar değişkenleri(Kontrol edilebilen değişkenler):

$X_j, j = 1, 2, 3, \dots, n;$

Bu tür değişkenler karar vericinin kontrolünde olan ve işletmenin stratejisini etkileyen değişkenlerdir. Diğer bir deyişle, değerleri karar verici tarafından saptanıp gerçekleştirilebilen örneğin yatırım kararlarında kurulacak herhangi bir tesisin yeri, kapasitesi v.b. gibi değişkenlerdir.

Parametreler (Kontrol edilemeyen değişkenler):

$$Y_j, j = 1, 2, 3, \dots, n;$$

Bu tür değişkenler karar vericinin kontrolünde olmayan yani kontrol edilemeyen ve ortamdan gelen değişkenlerdir. Diğer bir deyişle, sistemin işleyişini etkileyen fakat değerleri karar verici tarafından saptanamayan değişkenlerdir. Örneğin, birim başına maliyet, talep, v.b. gibi.

Kısıtlayıcılar:

Sonucu etkileyen ve sorun yaratan bir öğedir. Örneğin, bütçe kısıtı, talep ve girdi kısıtı v.b. gibi.

5.3.3.2 Model Geliştirilmesi

Problem belirlendikten sonra yapılacak iş, problemi en iyi bir biçimde temsil edebilecek bir modelin kurulmasıdır. Model, gerçek yaşamın bir takım varsayımlarla basitleştirilmiş bir biçimdir. Diğer bir ifadeyle, gerçeğin gösterimi veya gerçek durumun bir özeti olarak tanımlanabilir.

Model geliştirme, sistem yaklaşımını zorladığı gibi problemin öğeleri arasındaki ilişkilere ışık tutar ve karar vericiye seçenekleri göstermede yardımcı olur.

Bir matematiksel model genel olarak;

$$M = f(X_j, Y_j)$$

Şeklinde ifade edilir. Matematiksel modelde;

X_j : Kontrol edilebilen değişken

Y_j : Kontrol edilemeyen değişken

f : X_j ile Y_j arasındaki matematiksel ilişkiyi ifade eder.

Bir yöneylem araştırma probleminin çözümü, genel olarak M değerini eniyi (optimum) yapan X_j değerinin bulunması demektir. Eniyi kelimesinin anlamı, belli bir ölçüte göre

mevcut koşullar içinde amaç fonksiyonunun enbüyük (maksimum) veya enküçük (minimum) değerinin bulunmasıdır.

5.3.3.3 Modelin Çözümü

Bu aşamada problem içinde kullanılacak değişkenlerin belirlenerek modelin çözümün elde edilmesidir. Çözüm aşamasında değişik yöntemler kullanılmakla birlikte genel olarak iki ayrı çözüm elde edilebilir.

Optimal çözüm: Bu çözüm var olan çözümlerin en iyisidir. Fakat, bazen gerçekçi olmayabilir.

Optimuma en yakın çözüm: Bu çözüm simulasyon v.b. tekniklerin uygulanmasıyla elde edilen çözümlerdir.

5.3.3.4 Modelin ve Çözümün Test Edilmesi

Problemin belirlenmesi ve çözümünün elde edilmesi yeterli değildir. Kurulan modelin ve elde edilen çözümün gerçeğe uygunluğunun denenmesi gerekir. Eğer çözümler gerçekteki durumlarla bağdaşmıyorsa bunun nedenleri aranmalıdır. Aramaya olumlu sonuç elde edilinceye kadar devam edilmelidir. Genellikle yapılan hatalar aşağıdaki nedenlerden olabilir:

- Model, probleme etkisi olmayan bazı değişkenleri kapsayabilir.
- Model, problem için önemli olan bazı değişkenleri dikkate almamıştır.
- Bazı karar değişkenleri yeteri derecede doğru olarak hesaplanmamıştır.
- Modelin yapısı hatalıdır.

5.3.3.5 Sonuçların Yeniden Kontrol Edilmesi

Bu aşama, kontrol sonucunda ortaya çıkacak olası hataların düzeltilmesi ve yeni sonucun uygulanması sürecini kapsar.

5.3.3.6 Çözümün Yerleştirilmesi

Model denenip sonuçları değerlendirildikten ve uygulama safhasına konulabileceği karar verildikten sonra, karar vericiye anlatılır ve düşünceleri alınır. Bu aşamada da yöneylem ekibine iş düşmektedir. Geliştirilen modelin uygulamaya konulması için karar

vericinin söz konusu modelin sağlayacağı yararları görmesi ve inanması gerekir. Model uygulamaya konulduğunda yöneylem araştırma ekibi görevine bu devrede de devam eder. Bazı durumlarda gerekli kontroller ile modelde düzeltme yapılabilir.

5.4 Yöneylem Araştırmasında Kullanılan Modeller

Yöneylem araştırmalarında problem tanımlandıktan sonra, problemin durumuna göre çözüm için eldeki modellerden birisi seçilmek zorundadır. Doğaldır ki seçilecek model çözüm için en uygun model olmak zorundadır. Bu modeller aşağıda sıralanmıştır:

- Doğrusal programlama (Linear Programming)
- Kuyruk teorisi (Queuing theory)
- Stok modelleri
- Oyunlar teorisi (Game theory)
- Benzetim (Simulation)
- Markov tekniği (Markov chains)
- Olasılık teorisi (Probability theory)
- İstatistiksel karar teorisi (Statistical decision theory)
- Network analizi
- Doğrusal olmayan programlama
- Dinamik programlama

Bu modeller arasında, kütüphanecilik alanında en fazla yararlanılan modeller, doğrusal programlama ve kuyruk teorisidir.

5.4.1 Doğrusal Programlama

Doğrusal planlama belli doğrusal eşitliklerin veya eşitsizliklerin kısıtlayıcı koşulları altında doğrusal bir amaç fonksiyonunu optimumlaştırmak biçinde tanımlanır. Optimumlaştırmak, belli bir amaca enküçük masrafla ulaşmak veya belli kaynaklarla enbüyük ürünü sağlamak anlamına gelir. Doğrusal planlamada problemin amacını ve niteliklerini belirleyen matematiksel bir model kullanılır. Çünkü, doğrusal planlama

faaliyetlerin amaçlara eniyi (optimal) olan kararların neler olduğunu bütün geçerli seçenekler arasından matematiksel model aracılığıyla elde etmemize olanak sağlar.

Doğrusal Programlama, doğrusal bir amaç fonksiyonunu belirli eşitlik veya eşitsizlik şeklindeki kısıtlayıcı koşullar altında “eniyilemek” biçiminde tanımlanır. Bu yöntemle çözülebilen başlıca problem türleri:

- Ulaştırma problemleri
- Bütçe problemleri
- Üretim planlaması
- Envanter problemleri
- Yer seçimi
- Yatırım planlaması

5.4.1.1 Ulaştırma Problemleri

Doğrusal programlama problemlerinin özel bir türü yani belirli sayıda kaynaktan üretilen malların belirli hedeflere minimum maliyetle gönderilmesi ile ilgili olan ulaştırma modellerinin problem türü. Ulaştırma probleminde amaç kaynaklardan hedeflere yani üretim merkezlerine mallar dağıtılırken, bu dağıtım işlemini minimum maliyetle gerçekleştirmektir. Ulaştırma modelinde kısıtlayıcı koşulları istem ve sunum miktarına bağlı olarak daha çok eşitlik şeklindedir.

Ulaştırma modeli şeklinde kurulan bir problem simpleks yöntem ile çözülebilir. Fakat ulaştırma problemlerini kendine özgü teknikleri ile, yani ulaştırma algoritması, atama ve aktarma modelleri gibi tekniklere daha az zaman ve daha az hesaplamayla çözmek olanağı vardır.

Ulaştırma modelini bugünküde benzer fakat daha basit yapıda ilk kez 1941 yılında Hitchcock petrol endüstrisine uygulamıştır. Sonraları, Koopmans, Dantzig, Cooper ve Charnes’in geliştirdikleri ve uygulamada geçerli olan teknik 1960’larda yaygınca kullanılmaya başlamıştır.

Ulaştırma modelleri, aşağıdaki alanlarda sıkça kullanılabilir:

- Üretim ve tüketim merkezleri arasında optimal mal dağıtımının belirlenmesinde,
- İşlerin makinalara dağıtımında,

- Üretim planlamasında,
- Çeşitli şebeke ağı (network) problemlerinde
- İşletmelerin kuruluş yeri seçiminde gibi

5.4.1.2 Atama Modeli

Atama modeli veya problemleri genel doğrusal programlama problemlerinin özel bir durumdur. Atama modeli türlü kaynakların değişik görevlere en uygun şekilde dağıtımını sağlamayı amaçlar. Söz konusu modele en çok işçilerin işlere veya işlerin makinalara programlanmasında başvurulur. Programlama bir işe veya makinaya bir işçi ayrılacak şekilde yapılır. Atama modelinde amaç, etkinliği maksimum kılmak için kaynak kullanımının bire bir dağıtımını sağlamaktır.

Atama modelinde işçi veya iş sayısının makina sayısına eşit olduğu kabul edilir. Eğer eşit değilse, m işçi sayısını, n makina sayısını gösterebilir. Eğer $m > n$ ise $(m - n)$ miktarında kukla makina modele eklenir. Eğer $m < n$ ise $(n - m)$ miktarında kukla işçi modele katılarak $m = n$ eşitliği sağlanır.

Atama modeli kaynakların en etkin kullanımını amaçladığında 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.

BÖLÜM 6

FİLO ATAMA PROBLEMİ VE UYGULAMASI

6.1 Filo Ataması Probleminde Genel Kavram ve Tanımlar

6.1.1 Filo Atama Problemi

Filo atama problemi belirli bir uçak filosu ile kalkış ve iniş zamanlarının belirtildiği bir uçuş çizelgelemesine göre hangi uçak veya filo tipinin belirlenen uçuş ayağını uçuş gerektigine karar verir. Amaç gelir ile işletme maliyeti arasındaki farkı maksimize etmektir.

6.1.2 Filo Tipi

Filo tipi; aynı kokpit konfigürasyonuna, ekip yetenek gerekliliklerine, bakım gerekliliklerine ve kapasitesine sahip, yakıt tüketimi ve gelir ve maliyeti etkileyen diğer etkenlerinin belli olduğu bir sınıftaki uçakları belirtmektedir. Örnek olarak Airbus A321 tipi verilebilir.

6.1.3 Filo Ailesi

Aynı gerekliliklere sahip uçakların oluşturduğu kümedir. Aynı ekip bir ailenin tüm uçakları ile uçuşabilir. Örnek olarak Boeing 757/767 ailesi verilebilir. Bu ailede 757- 200 ve 767-300 gibi kapasiteleri 186 ile 225 arasında değişen uçaklar vardır.

Çizelge 6.1 A320 ve B757/767 filo aileleri [13].

Filo Ailesi	A320					B757/767				
Filo Tipi	A32A	A32B	A32C	A319	A321	757-200	757-300	C-32	767-200	767-400ER

6.1.4 Rota

Kalkış ve iniş arasında bir veya birden çok uçuş ayağını birleştiren belirli bir zamanda başlayan uçuş kümesine rota denir. Bir kalkış ve iniş çiftinde birden çok rota olabilir.

6.1.5 Direkt Uçuş

Birden fazla uçuş ayağını aynı uçakla uçmaya direkt uçuş denir. Direkt uçuşlar müşteriler tarafından tercih edilir zira uçak uzun süreli duraklamalar yapsa bile gidecekleri noktaya aynı uçak içinde varırlar.

6.1.6 Devir Süresi

Uçağın inişinden bir sonraki kalkışına kadar gerek duyduğu süredir. Bu süre içinde küçük denetlemeler, bir sonraki uçuş için hazırlıklar (yakıt ikmali, ikram ikmali vb.) yapılır. Uçağın pistte koştugu süre de devir süresine dahildir. Devir süresi uçağa ve havaalanına bağlıdır, iç hat uçuşları için bu süre yaklaşık 30-40 dakikadır.

6.1.7 Kullanılabilir Koltuk Kilometresi (KKK)

Kullanılabilir koltuk kilometresi (Available Seat Miles), yıl boyunca kullanılan toplam yolcu kapasitesi ile yıl boyunca koltukların uçtuğu mesafenin çarpımıdır.

6.1.8 Yolcu Gelir Kilometresi (YGK)

Yolcu gelir kilometresi (Revenue Passenger Miles) tüm uçuşlarda satılan koltuk sayısı ile o koltukların uçtuğu toplam mesafenin çarpımıdır. YGK talep olarak kullanılır. Bunlara ek olarak YGK, KKK'dan nispeten düşüktür zira tüm uçuşlarda tüm koltukların satılması söz konusu değildir.

6.1.9 Verim

Verim bir havayolu şirketinin her satılan koltuk için kilometre başına kazandığı paradır. Verim toplam işletme gelirinin YGK' ya bölünmesi ile bulunur.

6.1.10 Kullanılabilir Koltuk Kilometresi Geliri (KKKG)

Birim gelir olarak da bilinir. Kullanılabilir koltuk kilometresi geliri tüm uçuşlar sonunda kullanılabilir koltuklardan elde edilen geliri temsil eder. KKKG toplam işletme gelirinin

kullanılabilir koltuk kilometresine bölümü ile bulunur. Kullanılabilir koltuk kilometresi yolcu gelir kilometresinden nispeten büyük olduğundan; verim de kullanılabilir koltuk kilometresi değerinden nispeten büyüktür.

6.1.11 Kullanılabilir Koltuk Kilometresi Masrafı (KKKM)

Birim masraf olarak da bilinir. Kullanılabilir koltuk kilometresi masrafı bir koltuğu bir kilometre uçurabilme masrafıdır. KKKM toplam işletme masrafının KKK'na bölünmesi ile bulunur.

6.1.12 Yolcu Kayıp Masrafı

Filo ataması probleminde önemli girdilerden biri de her uçuş için değişen taleptir. Büyük kapasiteli bir uçağı talebin düşük olduğu bir uçuşa atamak yüksek işletme masrafının yanında satılmamış koltuklara sebep olur. Aynı şekilde yüksek talepli bir uçuşa düşük kapasiteli bir uçak atamak yolcu kaybına sebep olur. Yolcu kayıp masrafı uçağa binemeyen yolculardan elde edilecek gelirin toplamıdır.

6.2 Materyal

Yapılan çalışmada, THY şirketinde uçakların atanması probleminin çözüm aşamasında kullanacak olan modelin çalıştırılması ve performansının değerlendirilmesi düşünülmüştür. Modelin çalıştırılması için model içinde gereksinim duyulan bazı verilerin farklı kaynaklar kullanılarak elde edilmesi gerekmiştir. Bu nedenle modelin çözümünde kullanılabilecek veriler başta Internet'teki ilgili resmi web sayfaları kullanılarak elde edilmiştir. Diğer yandan özellikle uçuş maliyetleri, kullanabilir koltuk kilometresi masrafı ve geliri ile ilgili gerçek verilere ulaşamaması nedeniyle bu veriler konu hakkında bilgiye sahip kişilerin de görüşleri alınarak tahmini olarak kullanılmıştır.

Modelin doğru olarak çalıştırılabilmesi için gerekli olan veriler;

- Havayolu şirketinin uçuşlarını gerçekleştirdiği uçuş noktaları,
- Uçuş noktaları arasındaki mesafeler,
- Uçuş ayaklarının tahmini yolcu talepleri,
- Havayolu şirketinin sahip olduğu filo tipleri ve her tipe ait uçak sayıları,
- Ortak kokpite sahip filo tipleri,

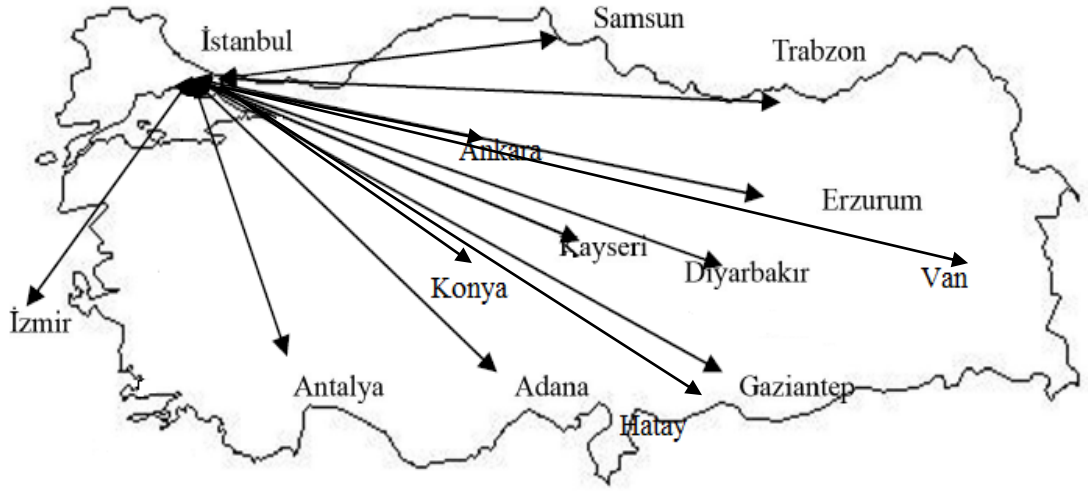
- Farklı tipteki filoların farklı uçuş ayaklarına atanma maliyetleri,
- Farklı tipteki filoların farklı uçuş ayaklarını uçuş süreleri (uçakların normal seyir süratleri),
- Farklı tipteki filoların maksimum uçuş menzilleri,
- Farklı tipteki filoların yolcu kapasiteleri, olarak sıralanabilirler.

Modelin çözümü için ihtiyaç duyulan veriler elde edilirken kullanılan yöntemlerin detayları alt bölümlerde verilmiştir.

6.3 Örnek Model

Filo ataması problemindeki en büyük sorun belirli zamanlarda belirli havaalanlarında hangi tip uçakların bulunduğu takibinin zorluğudur. Bu problemi aşmak için Hane et al. tarafından 1995 yılında teklif edilen zaman-uzay ağı gösterimi oldukça uygundur. Dolayısıyla literatürde pek çok farklı araştırma olsa da halen 1995'te Hane tarafından ortaya konulan çalışma baz alınır. Bu çalışmada da Hane et al. Tarafından teklif edilen filo ataması modeli baz alınarak farklı algoritmaların filo ataması probleminin çözümünde ne kadar etkili olacağı araştırılacaktır. İşlem yükü değişken sayısının artması ile katlanarak arttığından ve kısıt fonksiyonları el ile girilmek zorunda olduğundan örnek model filo ataması modelinin özelliklerini yok etmeyecek şekilde seçilmiştir.

Öne sürülen bu modelde THY'nın 4 adet A319, 25 adet A320, 21 adet A321 ve 14 adet B737, 52 adet B738 beş filo olmak üzere toplam 116 adet uçağı kullanılmıştır. Merkez olarak İstanbul seçilmiştir, ve THY'nın İstanbul ile günde Türkiye'deki: Ankara, Antalya, Adana, Gaziantep, İzmir, Hatay, Erzurum, Samsun, Van, Konya, Kayseri, Trabzon, Diyarbakır büyük şehirleriyle yapılan seferlerle çalıştırılacaktır. Havayolunun uçuşları şu şekildedir:



Şekil 6.1 Örnek model için uçuş noktaları.

Çizelge 6.2 Örnek model için kalkış ve iniş saatleri

Uçuş №	Kalkış Yeri	Kalkış Saati	Varış Yeri	Varış Saati
TK2451	Adana	03:35	İstanbul	05:15
TK2237	Gaziantep	03:45	İstanbul	05:30
TK2403	Antalya	04:00	İstanbul	05:15
TK2305	İzmir	04:20	İstanbul	05:25
TK2105	Ankara	04:25	İstanbul	05:30
TK2257	Hatay	05:00	İstanbul	06:50
TK2116	İstanbul	06:00	Ankara	07:05
TK2819	Samsun	06:00	İstanbul	07:35
TK2023	Kayseri	06:15	İstanbul	07:45
TK2109	Ankara	06:15	İstanbul	07:20
TK2453	Adana	06:45	İstanbul	08:25
TK2310	İstanbul	07:00	İzmir	08:05
TK2307	İzmir	07:00	İstanbul	08:05
TK2454	İstanbul	07:00	Adana	08:30
TK2839	Trabzon	07:00	İstanbul	08:50
TK2826	İstanbul	07:05	Trabzon	08:50
TK2032	İstanbul	07:10	Konya	08:25
TK2122	İstanbul	07:10	Ankara	08:15
TK2602	İstanbul	07:15	Diyarbakir	09:05
TK2010	İstanbul	07:20	Kayseri	08:40
TK2409	Antalya	07:25	İstanbul	08:40
TK2806	İstanbul	07:30	Samsun	08:55
TK2113	Ankara	07:30	İstanbul	08:35
TK2220	İstanbul	07:35	Gaziantep	09:10
TK2309	İzmir	07:45	İstanbul	08:50

TK2117	Ankara	08:00	İstanbul	09:05
TK2312	İstanbul	08:00	İzmir	09:05
TK2126	İstanbul	08:00	Ankara	09:05
TK2407	Antalya	08:25	İstanbul	09:40
TK2410	İstanbul	08:25	Antalya	09:40
TK2458	İstanbul	08:30	Adana	10:00
TK2130	İstanbul	08:30	Ankara	09:35
TK2252	İstanbul	08:35	Hatay	10:20
TK2123	Ankara	09:00	İstanbul	10:05
TK2316	İstanbul	09:00	İzmir	10:05
TK2311	İzmir	09:00	İstanbul	10:05
TK2704	İstanbul	09:00	Erzurum	11:05
TK2750	İstanbul	09:05	Van	11:05
TK2033	Konya	09:10	İstanbul	10:30
TK2455	Adana	09:15	İstanbul	10:55
TK2011	Kayseri	09:25	İstanbul	10:55
TK2827	Trabzon	09:40	İstanbul	11:30
TK2807	Samsun	09:40	İstanbul	11:15
TK2603	Diyarbakir	09:50	İstanbul	11:55
TK2127	Ankara	10:00	İstanbul	11:05
TK2138	İstanbul	10:00	Ankara	11:05
TK2313	İzmir	10:00	İstanbul	11:05
TK2412	İstanbul	10:00	Antalya	11:15
TK2221	Gaziantep	10:00	İstanbul	11:45
TK2411	Antalya	10:30	İstanbul	11:45
TK2129	Ankara	10:30	İstanbul	11:35
TK2459	Adana	10:50	İstanbul	12:30
TK2135	Ankara	11:00	İstanbul	12:05
TK2320	İstanbul	11:00	İzmir	12:05
TK2317	İzmir	11:00	İstanbul	12:05
TK2142	İstanbul	11:00	Ankara	12:05
TK2253	Hatay	11:05	İstanbul	12:50
TK2460	İstanbul	11:25	Adana	12:55
TK2414	İstanbul	11:30	Antalya	12:45
TK2139	Ankara	11:50	İstanbul	12:55
TK2751	Van	11:50	İstanbul	14:15
TK2705	Erzurum	11:50	İstanbul	13:50
TK2413	Antalya	12:00	İstanbul	13:15
TK2146	İstanbul	12:00	Ankara	13:05
TK2746	İstanbul	12:15	Van	14:15
TK2222	İstanbul	12:45	Gaziantep	14:20
TK2321	İzmir	12:50	İstanbul	13:55
TK2143	Ankara	13:00	İstanbul	14:05

TK2324	İstanbul	13:00	İzmir	14:05
TK2014	İstanbul	13:00	Kayseri	14:20
TK2150	İstanbul	13:00	Ankara	14:05
TK2415	Antalya	13:30	İstanbul	14:45
TK2461	Adana	13:40	İstanbul	15:15
TK2147	Ankara	14:00	İstanbul	15:05
TK2418	İstanbul	14:00	Antalya	15:15
TK2152	İstanbul	14:10	Ankara	15:15
TK2462	İstanbul	14:15	Adana	15:45
TK2151	Ankara	15:00	İstanbul	16:05
TK2326	İstanbul	15:00	İzmir	16:05
TK2325	İzmir	15:00	İstanbul	16:05
TK2158	İstanbul	15:00	Ankara	16:05
TK2747	Van	15:00	İstanbul	17:25
TK2015	Kayseri	15:05	İstanbul	16:35
TK2223	Gaziantep	15:20	İstanbul	17:05
TK2254	İstanbul	15:30	Hatay	17:15
TK2153	Ankara	16:00	İstanbul	17:05
TK2328	İstanbul	16:00	İzmir	17:05
TK2419	Antalya	16:00	İstanbul	17:15
TK2162	İstanbul	16:00	Ankara	17:05
TK2164	İstanbul	16:40	Ankara	17:45
TK2463	Adana	16:45	İstanbul	18:25
TK2470	İstanbul	17:00	Adana	18:30
TK2159	Ankara	17:00	İstanbul	18:05
TK2332	İstanbul	17:00	İzmir	18:05
TK2327	İzmir	17:00	İstanbul	18:05
TK2166	İstanbul	17:00	Ankara	18:05
TK2830	İstanbul	17:20	Trabzon	19:05
TK2228	İstanbul	17:30	Gaziantep	19:05
TK2420	İstanbul	17:40	Antalya	18:55
TK2255	Hatay	18:00	İstanbul	19:45
TK2334	İstanbul	18:00	İzmir	19:05
TK2329	İzmir	18:00	İstanbul	19:05
TK2170	İstanbul	18:00	Ankara	19:05
TK2018	İstanbul	18:15	Kayseri	19:35
TK2163	Ankara	18:15	İstanbul	19:20
TK2814	İstanbul	18:30	Samsun	19:55
TK2167	Ankara	19:00	İstanbul	20:05
TK2174	İstanbul	19:00	Ankara	20:05
TK2336	İstanbul	19:00	İzmir	20:05
TK2333	İzmir	19:00	İstanbul	20:05
TK2472	İstanbul	19:00	Adana	20:30

TK2422	İstanbul	19:10	Antalya	20:25
TK2471	Adana	19:15	İstanbul	20:55
TK2421	Antalya	19:40	İstanbul	20:55
TK2610	İstanbul	19:45	Diyarbakir	21:35
TK2831	Trabzon	19:55	İstanbul	21:45
TK2171	Ankara	20:00	İstanbul	21:05
TK2178	İstanbul	20:00	Ankara	21:00
TK2335	İzmir	20:00	İstanbul	21:05
TK2340	İstanbul	20:00	İzmir	21:05
TK2229	Gaziantep	20:00	İstanbul	21:45
TK2019	Kayseri	20:20	İstanbul	21:50
TK2815	Samsun	20:40	İstanbul	22:15
TK2039	Konya	20:50	İstanbul	22:10
TK2337	İzmir	21:00	İstanbul	22:05
TK2474	İstanbul	21:00	Adana	22:30
TK2175	Ankara	21:00	İstanbul	22:05
TK2182	İstanbul	21:10	Ankara	22:15
TK2473	Adana	21:15	İstanbul	22:55
TK2426	İstanbul	21:35	Antalya	22:50
TK2344	İstanbul	22:00	İzmir	23:05
TK2186	İstanbul	22:00	Ankara	23:05
TK2611	Diyarbakir	22:10	İstanbul	00:15
TK2042	İstanbul	22:20	Konya	23:35
TK2022	İstanbul	22:50	Kayseri	00:10
TK2818	İstanbul	22:55	Samsun	00:20
TK2183	Ankara	23:00	İstanbul	00:05
TK2256	İstanbul	23:10	Hatay	00:55
TK2838	İstanbul	23:30	Trabzon	01:15
TK2236	İstanbul	23:30	Gaziantep	01:05
TK2476	İstanbul	23:35	Adana	01:05
TK2354	İstanbul	23:50	İzmir	00:55
TK2190	İstanbul	23:50	Ankara	00:55
TK2428	İstanbul	23:55	Antalya	01:10

6.3.1 İşletme Masrafı

Bir uçuş için işletme masrafı genel olarak o uçuşa atanan filonun özelliklerine bağlıdır ve hesaplanması şu şekilde gerçekleşir:

$$Uçuş\ işletme\ masrafı = KKKM * koltuk\ sayısı * mesafe \quad (6.1)$$

Örnek modelde beş filo bulunmaktadır. Her filo tipi için koltuk sayısı, KKKM (Kullanılabilir koltuk kilometresi masrafı) ve KKKG (Kullanılabilir koltuk kilometresi geliri) verileri Çizelge 6.3’da gösterilmiştir.

Çizelge 6.3 Örnek modelde kullanılan 5 filo tipi için koltuk sayısı, KKKM ve KKKG.

FİLO	Koltuk Sayısı	KKKM	KKKG
A319	126	0,045	0,25
A320	159	0,047	0,25
A321	192	0,049	0,25
B737	142	0,046	0,25
B738	165	0,048	0,25

Tablodaki verileri kullanarak beş filo tipi için de her uçuş için işletme masrafını hesaplayabiliriz. Şehirler arasındaki mesafe THY sitesindeki “*miles&smiles*”tan yararlanarak hazırlanmıştır.

Örnek olarak uçuş çizelgesindeki TK2451 numaralı Adana-İstanbul uçuş için toplam mesafe 695 km. Dolayısıyla beş filo tipi için işletme masrafları şu şekilde hesaplanır:

- A319 için işletme masrafı = $0,045 \times 126 \times 695 = 3940,65$
- A320 için işletme masrafı = $0,047 \times 159 \times 695 = 5193,74$
- A321 için işletme masrafı = $0,049 \times 192 \times 695 = 6538,56$
- B737 için işletme masrafı = $0,046 \times 142 \times 695 = 4539,74$
- B738 için işletme masrafı = $0,046 \times 142 \times 695 = 5504,4$

Diğer uçuşlar için uçuş işletme masrafı Çizelge 6.4’te görülebilir.

Çizelge 6.4 Tüm uçuşlar için işletme masrafları.

Uçuş №	Kalkış Yeri	Varış Yeri	Filo A319	Filo A320	Filo A321	Filo B737	Filo B738	Mesafe (km)
TK2451	Adana	İstanbul	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2237	Gaziantep	İstanbul	4825,17	6359,52	8006,21	5558,73	6739,92	851
TK2403	Antalya	İstanbul	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2305	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2105	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2257	Hatay	İstanbul	4445,28	5858,83	7375,87	5121,09	6209,28	784
TK2116	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2819	Samsun	İstanbul	3470,04	4573,48	5757,7	3997,58	4847,04	612
TK2023	Kayseri	İstanbul	3430,35	4521,17	5691,84	3951,86	4791,6	605
TK2109	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2453	Adana	İstanbul	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695

TK2310	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2307	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2454	İstanbul	Adana	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2839	Trabzon	İstanbul	5108,67	6733,17	8476,61	5885,33	7135,92	901
TK2826	İstanbul	Trabzon	5108,67	6733,17	8476,61	5885,33	7135,92	901
TK2032	İstanbul	Konya	2534,49	3340,43	4205,38	2919,8	3540,24	447
TK2122	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2602	İstanbul	Diyarbakir	5749,38	7577,62	9539,71	6623,45	8030,88	1014
TK2010	İstanbul	Kayseri	3430,35	4521,17	5691,84	3951,86	4791,6	605
TK2409	Antalya	İstanbul	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2806	İstanbul	Samsun	3470,04	4573,48	5757,7	3997,58	4847,04	612
TK2113	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2220	İstanbul	Gaziantep	4825,17	6359,52	8006,21	5558,73	6739,92	851
TK2309	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2117	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2312	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2126	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2407	Antalya	İstanbul	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2410	İstanbul	Antalya	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2458	İstanbul	Adana	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2130	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2252	İstanbul	Hatay	4445,28	5858,83	7375,87	5121,09	6209,28	784
TK2123	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2316	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2311	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2704	İstanbul	Erzurum	5851,44	7712,14	9709,06	6741,02	8173,44	1032
TK2750	İstanbul	Van	7081,83	9333,78	11750,6	8158,47	9892,08	1249
TK2033	Konya	İstanbul	2534,49	3340,43	4205,38	2919,8	3540,24	447
TK2455	Adana	İstanbul	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2011	Kayseri	İstanbul	3430,35	4521,17	5691,84	3951,86	4791,6	605
TK2827	Trabzon	İstanbul	5108,67	6733,17	8476,61	5885,33	7135,92	901
TK2807	Samsun	İstanbul	3470,04	4573,48	5757,7	3997,58	4847,04	612
TK2603	Diyarbakir	İstanbul	5749,38	7577,62	9539,71	6623,45	8030,88	1014
TK2127	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2138	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2313	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2412	İstanbul	Antalya	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2221	Gaziantep	İstanbul	4825,17	6359,52	8006,21	5558,73	6739,92	851
TK2411	Antalya	İstanbul	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2129	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2459	Adana	İstanbul	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2135	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2320	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402

TK2317	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2142	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2253	Hatay	İstanbul	4445,28	5858,83	7375,87	5121,09	6209,28	784
TK2460	İstanbul	Adana	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2414	İstanbul	Antalya	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2139	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2751	Van	İstanbul	7081,83	9333,78	11750,6	8158,47	9892,08	1249
TK2705	Erzurum	İstanbul	5851,44	7712,14	9709,06	6741,02	8173,44	1032
TK2413	Antalya	İstanbul	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2146	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2746	İstanbul	Van	7081,83	9333,78	11750,6	8158,47	9892,08	1249
TK2222	İstanbul	Gaziantep	4825,17	6359,52	8006,21	5558,73	6739,92	851
TK2321	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2143	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2324	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2014	İstanbul	Kayseri	3430,35	4521,17	5691,84	3951,86	4791,6	605
TK2150	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2415	Antalya	İstanbul	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2461	Adana	İstanbul	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2147	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2418	İstanbul	Antalya	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2152	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2462	İstanbul	Adana	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2151	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2326	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2325	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2158	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2747	Van	İstanbul	7081,83	9333,78	11750,6	8158,47	9892,08	1249
TK2015	Kayseri	İstanbul	3430,35	4521,17	5691,84	3951,86	4791,6	605
TK2223	Gaziantep	İstanbul	4825,17	6359,52	8006,21	5558,73	6739,92	851
TK2254	İstanbul	Hatay	4445,28	5858,83	7375,87	5121,09	6209,28	784
TK2153	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2328	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2419	Antalya	İstanbul	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2162	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2164	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2463	Adana	İstanbul	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2470	İstanbul	Adana	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2159	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2332	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2327	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2166	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2830	İstanbul	Trabzon	5108,67	6733,17	8476,61	5885,33	7135,92	901

TK2228	İstanbul	Gaziantep	4825,17	6359,52	8006,21	5558,73	6739,92	851
TK2420	İstanbul	Antalya	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2255	Hatay	İstanbul	4445,28	5858,83	7375,87	5121,09	6209,28	784
TK2334	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2329	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2170	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2018	İstanbul	Kayseri	3430,35	4521,17	5691,84	3951,86	4791,6	605
TK2163	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2814	İstanbul	Samsun	3470,04	4573,48	5757,7	3997,58	4847,04	612
TK2167	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2174	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2336	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2333	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2472	İstanbul	Adana	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2422	İstanbul	Antalya	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2471	Adana	İstanbul	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2421	Antalya	İstanbul	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2610	İstanbul	Diyarbakir	5749,38	7577,62	9539,71	6623,45	8030,88	1014
TK2831	Trabzon	İstanbul	5108,67	6733,17	8476,61	5885,33	7135,92	901
TK2171	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2178	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2335	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2340	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2229	Gaziantep	İstanbul	4825,17	6359,52	8006,21	5558,73	6739,92	851
TK2019	Kayseri	İstanbul	3430,35	4521,17	5691,84	3951,86	4791,6	605
TK2815	Samsun	İstanbul	3470,04	4573,48	5757,7	3997,58	4847,04	612
TK2039	Konya	İstanbul	2534,49	3340,43	4205,38	2919,8	3540,24	447
TK2337	İzmir	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2474	İstanbul	Adana	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2175	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2182	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2473	Adana	İstanbul	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2426	İstanbul	Antalya	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475
TK2344	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2186	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2611	Diyarbakir	İstanbul	5749,38	7577,62	9539,71	6623,45	8030,88	1014
TK2042	İstanbul	Konya	2534,49	3340,43	4205,38	2919,8	3540,24	447
TK2022	İstanbul	Kayseri	3430,35	4521,17	5691,84	3951,86	4791,6	605
TK2818	İstanbul	Samsun	3470,04	4573,48	5757,7	3997,58	4847,04	612
TK2183	Ankara	İstanbul	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2256	İstanbul	Hatay	4445,28	5858,83	7375,87	5121,09	6209,28	784
TK2838	İstanbul	Trabzon	5108,67	6733,17	8476,61	5885,33	7135,92	901
TK2236	İstanbul	Gaziantep	4825,17	6359,52	8006,21	5558,73	6739,92	851

TK2476	İstanbul	Adana	3940,65	5193,74	6538,56	4539,74	5504,4	695
TK2354	İstanbul	İzmir	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2190	İstanbul	Ankara	2279,34	3004,15	3782,02	2625,86	3183,84	402
TK2428	İstanbul	Antalya	2693,25	3549,68	4468,8	3102,7	3762	475

Çizelge 6.5'te her uçuş için talep dağılımı gösterilmiştir. Her uçuş için talep ortalaması ve standart sapması verilmiş normal dağılım olarak kabul edilmiştir. Modelde kullanılan THY için talep ve standart sapma ile ilgili gerçek verilere ulaşılamaması nedeniyle bu veriler konu hakkında bilgiye sahip kişilerin görüşleri alınarak tahmini olarak kullanılmıştır.

Çizelge 6.5 Örnek model için beklenen talep ve standart sapmaları.

Uçuş №	Kalkış Yeri	Kalkış Saati	Varış Yeri	Varış Saati	Beklenen Talep	Standart Sapma	Mesafe (km)
TK2451	Adana	03:35	İstanbul	05:15	146	24	695
TK2237	Gaziantep	03:45	İstanbul	05:30	139	21	851
TK2403	Antalya	04:00	İstanbul	05:15	140	21	475
TK2305	İzmir	04:20	İstanbul	05:25	137	20	402
TK2105	Ankara	04:25	İstanbul	05:30	140	23	402
TK2257	Hatay	05:00	İstanbul	06:50	163	33	784
TK2116	İstanbul	06:00	Ankara	07:05	168	33	402
TK2819	Samsun	06:00	İstanbul	07:35	165	34	612
TK2023	Kayseri	06:15	İstanbul	07:45	167	34	605
TK2109	Ankara	06:15	İstanbul	07:20	155	30	402
TK2453	Adana	06:45	İstanbul	08:25	173	34	695
TK2310	İstanbul	07:00	İzmir	08:05	127	20	402
TK2307	İzmir	07:00	İstanbul	08:05	145	25	402
TK2454	İstanbul	07:00	Adana	08:30	141	24	695
TK2839	Trabzon	07:00	İstanbul	08:50	189	37	901
TK2826	İstanbul	07:05	Trabzon	08:50	119	21	901
TK2032	İstanbul	07:10	Konya	08:25	158	31	447
TK2122	İstanbul	07:10	Ankara	08:15	155	30	402
TK2602	İstanbul	07:15	Diyarbakır	09:05	120	21	1014
TK2010	İstanbul	07:20	Kayseri	08:40	121	22	605
TK2409	Antalya	07:25	İstanbul	08:40	190	38	475
TK2806	İstanbul	07:30	Samsun	08:55	153	28	612
TK2113	Ankara	07:30	İstanbul	08:35	147	29	402
TK2220	İstanbul	07:35	Gaziantep	09:10	118	22	851
TK2309	İzmir	07:45	İstanbul	08:50	152	25	402
TK2117	Ankara	08:00	İstanbul	09:05	159	27	402
TK2312	İstanbul	08:00	İzmir	09:05	130	24	402
TK2126	İstanbul	08:00	Ankara	09:05	145	29	402

TK2407	Antalya	08:25	İstanbul	09:40	167	34	475
TK2410	İstanbul	08:25	Antalya	09:40	126	25	475
TK2458	İstanbul	08:30	Adana	10:00	141	28	695
TK2130	İstanbul	08:30	Ankara	09:35	151	27	402
TK2252	İstanbul	08:35	Hatay	10:20	143	24	784
TK2123	Ankara	09:00	İstanbul	10:05	149	26	402
TK2316	İstanbul	09:00	İzmir	10:05	131	26	402
TK2311	İzmir	09:00	İstanbul	10:05	154	28	402
TK2704	İstanbul	09:00	Erzurum	11:05	120	24	1032
TK2750	İstanbul	09:05	Van	11:05	179	35	1249
TK2033	Konya	09:10	İstanbul	10:30	151	27	447
TK2455	Adana	09:15	İstanbul	10:55	147	25	695
TK2011	Kayseri	09:25	İstanbul	10:55	172	34	605
TK2827	Trabzon	09:40	İstanbul	11:30	193	39	901
TK2807	Samsun	09:40	İstanbul	11:15	169	34	612
TK2603	Diyarbakir	09:50	İstanbul	11:55	155	29	1014
TK2127	Ankara	10:00	İstanbul	11:05	142	23	402
TK2138	İstanbul	10:00	Ankara	11:05	135	21	402
TK2313	İzmir	10:00	İstanbul	11:05	139	22	402
TK2412	İstanbul	10:00	Antalya	11:15	129	20	475
TK2221	Gaziantep	10:00	İstanbul	11:45	145	32	851
TK2411	Antalya	10:30	İstanbul	11:45	154	28	475
TK2129	Ankara	10:30	İstanbul	11:35	143	23	402
TK2459	Adana	10:50	İstanbul	12:30	156	28	695
TK2135	Ankara	11:00	İstanbul	12:05	137	22	402
TK2320	İstanbul	11:00	İzmir	12:05	128	27	402
TK2317	İzmir	11:00	İstanbul	12:05	136	21	402
TK2142	İstanbul	11:00	Ankara	12:05	122	24	402
TK2253	Hatay	11:05	İstanbul	12:50	159	32	784
TK2460	İstanbul	11:25	Adana	12:55	131	24	695
TK2414	İstanbul	11:30	Antalya	12:45	125	21	475
TK2139	Ankara	11:50	İstanbul	12:55	135	21	402
TK2751	Van	11:50	İstanbul	14:15	173	35	1249
TK2705	Erzurum	11:50	İstanbul	13:50	138	27	1032
TK2413	Antalya	12:00	İstanbul	13:15	140	24	475
TK2146	İstanbul	12:00	Ankara	13:05	110	20	402
TK2746	İstanbul	12:15	Van	14:15	145	30	1249
TK2222	İstanbul	12:45	Gaziantep	14:20	155	28	851
TK2321	İzmir	12:50	İstanbul	13:55	125	20	402
TK2143	Ankara	13:00	İstanbul	14:05	138	23	402
TK2324	İstanbul	13:00	İzmir	14:05	128	20	402
TK2014	İstanbul	13:00	Kayseri	14:20	152	31	605
TK2150	İstanbul	13:00	Ankara	14:05	119	21	402

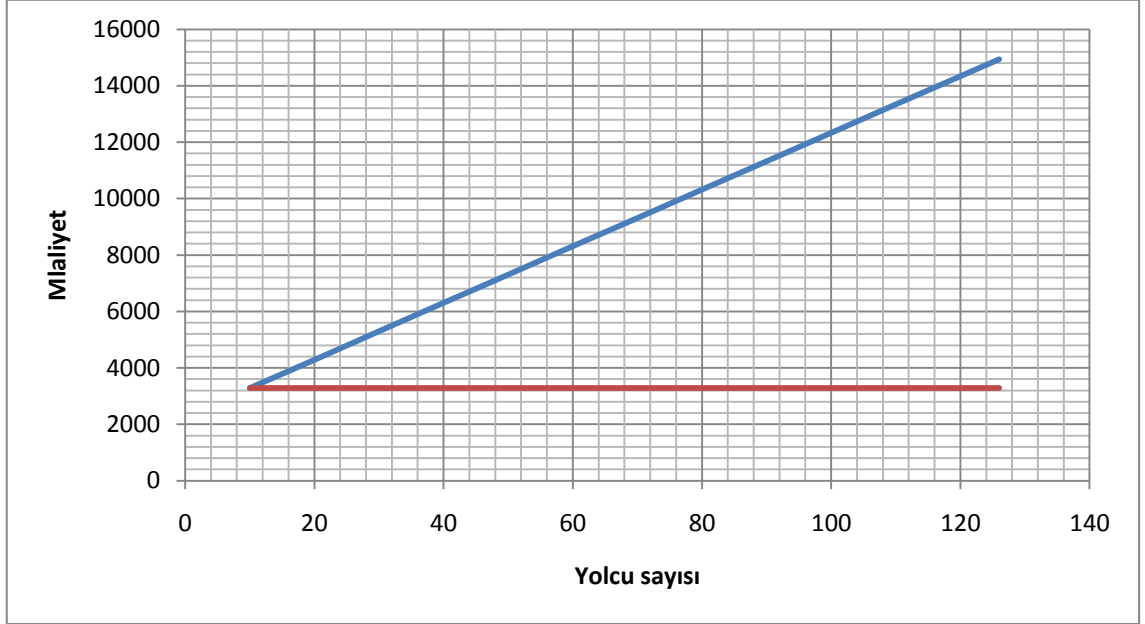
TK2415	Antalya	13:30	İstanbul	14:45	172	34	475
TK2461	Adana	13:40	İstanbul	15:15	141	29	695
TK2147	Ankara	14:00	İstanbul	15:05	176	31	402
TK2418	İstanbul	14:00	Antalya	15:15	139	23	475
TK2152	İstanbul	14:10	Ankara	15:15	156	30	402
TK2462	İstanbul	14:15	Adana	15:45	127	25	695
TK2151	Ankara	15:00	İstanbul	16:05	163	26	402
TK2326	İstanbul	15:00	İzmir	16:05	127	21	402
TK2325	İzmir	15:00	İstanbul	16:05	137	20	402
TK2158	İstanbul	15:00	Ankara	16:05	136	23	402
TK2747	Van	15:00	İstanbul	17:25	189	38	1249
TK2015	Kayseri	15:05	İstanbul	16:35	168	35	605
TK2223	Gaziantep	15:20	İstanbul	17:05	164	27	851
TK2254	İstanbul	15:30	Hatay	17:15	163	29	784
TK2153	Ankara	16:00	İstanbul	17:05	125	22	402
TK2328	İstanbul	16:00	İzmir	17:05	121	19	402
TK2419	Antalya	16:00	İstanbul	17:15	128	24	475
TK2162	İstanbul	16:00	Ankara	17:05	141	23	402
TK2164	İstanbul	16:40	Ankara	17:45	155	25	402
TK2463	Adana	16:45	İstanbul	18:25	150	30	695
TK2470	İstanbul	17:00	Adana	18:30	142	28	695
TK2159	Ankara	17:00	İstanbul	18:05	137	27	402
TK2332	İstanbul	17:00	İzmir	18:05	158	27	402
TK2327	İzmir	17:00	İstanbul	18:05	133	25	402
TK2166	İstanbul	17:00	Ankara	18:05	159	29	402
TK2830	İstanbul	17:20	Trabzon	19:05	138	28	901
TK2228	İstanbul	17:30	Gaziantep	19:05	154	26	851
TK2420	İstanbul	17:40	Antalya	18:55	134	23	475
TK2255	Hatay	18:00	İstanbul	19:45	159	32	784
TK2334	İstanbul	18:00	İzmir	19:05	133	24	402
TK2329	İzmir	18:00	İstanbul	19:05	154	33	402
TK2170	İstanbul	18:00	Ankara	19:05	163	29	402
TK2018	İstanbul	18:15	Kayseri	19:35	150	27	605
TK2163	Ankara	18:15	İstanbul	19:20	142	23	402
TK2814	İstanbul	18:30	Samsun	19:55	149	26	612
TK2167	Ankara	19:00	İstanbul	20:05	152	32	402
TK2174	İstanbul	19:00	Ankara	20:05	126	25	402
TK2336	İstanbul	19:00	İzmir	20:05	128	27	402
TK2333	İzmir	19:00	İstanbul	20:05	162	30	402
TK2472	İstanbul	19:00	Adana	20:30	140	24	695
TK2422	İstanbul	19:10	Antalya	20:25	152	26	475
TK2471	Adana	19:15	İstanbul	20:55	132	23	695
TK2421	Antalya	19:40	İstanbul	20:55	118	24	475

TK2610	İstanbul	19:45	Diyarbakir	21:35	145	26	1014
TK2831	Trabzon	19:55	İstanbul	21:45	135	23	901
TK2171	Ankara	20:00	İstanbul	21:05	131	24	402
TK2178	İstanbul	20:00	Ankara	21:00	142	28	402
TK2335	İzmir	20:00	İstanbul	21:05	143	26	402
TK2340	İstanbul	20:00	İzmir	21:05	155	25	402
TK2229	Gaziantep	20:00	İstanbul	21:45	141	28	851
TK2019	Kayseri	20:20	İstanbul	21:50	152	31	605
TK2815	Samsun	20:40	İstanbul	22:15	140	27	612
TK2039	Konya	20:50	İstanbul	22:10	159	32	447
TK2337	İzmir	21:00	İstanbul	22:05	144	26	402
TK2474	İstanbul	21:00	Adana	22:30	147	23	695
TK2175	Ankara	21:00	İstanbul	22:05	139	25	402
TK2182	İstanbul	21:10	Ankara	22:15	145	24	402
TK2473	Adana	21:15	İstanbul	22:55	132	27	695
TK2426	İstanbul	21:35	Antalya	22:50	128	30	475
TK2344	İstanbul	22:00	İzmir	23:05	139	28	402
TK2186	İstanbul	22:00	Ankara	23:05	124	22	402
TK2611	Diyarbakir	22:10	İstanbul	00:15	146	32	1014
TK2042	İstanbul	22:20	Konya	23:35	156	29	447
TK2022	İstanbul	22:50	Kayseri	00:10	151	28	605
TK2818	İstanbul	22:55	Samsun	00:20	145	25	612
TK2183	Ankara	23:00	İstanbul	00:05	134	23	402
TK2256	İstanbul	23:10	Hatay	00:55	130	25	784
TK2838	İstanbul	23:30	Trabzon	01:15	155	30	901
TK2236	İstanbul	23:30	Gaziantep	01:05	139	22	851
TK2476	İstanbul	23:35	Adana	01:05	138	26	695
TK2354	İstanbul	23:50	İzmir	00:55	133	25	402
TK2190	İstanbul	23:50	Ankara	00:55	122	23	402
TK2428	İstanbul	23:55	Antalya	01:10	121	25	475

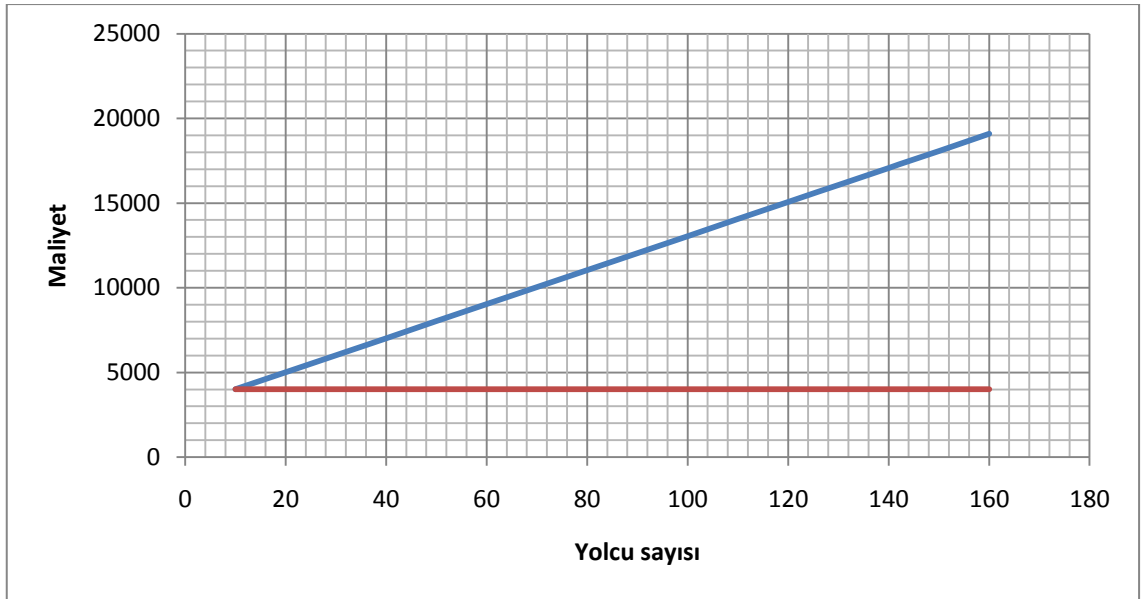
6.3.2 Yolcu Kayıp Masrafı

Filo atamasında önemli olan diğer bir konu ise belirli taleplere göre filo tiplerini uçuşlara atamaktır. Düşük talepli uçuşlara yüksek kapasiteli filo tiplerini atamak doluluk oranını düşürdüğü gibi uçuş masrafını da artırır. Diğer yandan yüksek talepli uçuşlara düşük kapasiteli uçakları atamak da yolcu kaybına sebep olur. Yolcu kaybı ortalama talebin uçak kapasitesi ile farkıdır. Yolcu kayıp masrafı ise dolayısıyla, yetersiz yolcu kapasitesi sebebiyle kaybedilen yolculardan alınamayan ücretlerdir.

Modelde kullanılan beş filo için yolcular kapasitesine göre uçuş maliyetlerinin değişmesi grafik şeklinde gösterilmiştir. Kırmızı çizgi sabit maliyet ise mavi çizgi değişken maliyeti bilertmektedir.



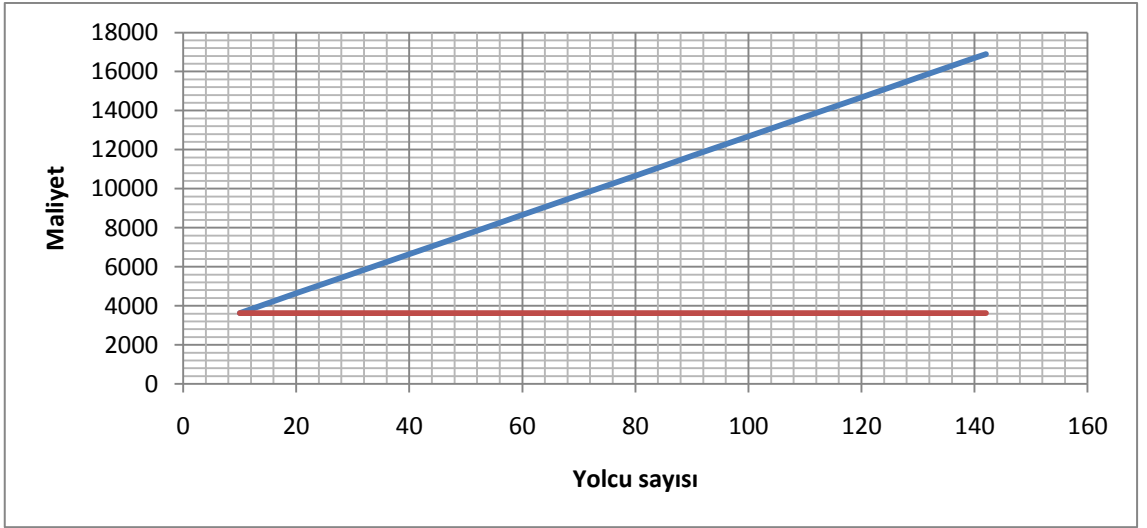
Şekil 6.3 A319 için yolcu kapasitesine göre maliyetin değişmesi.



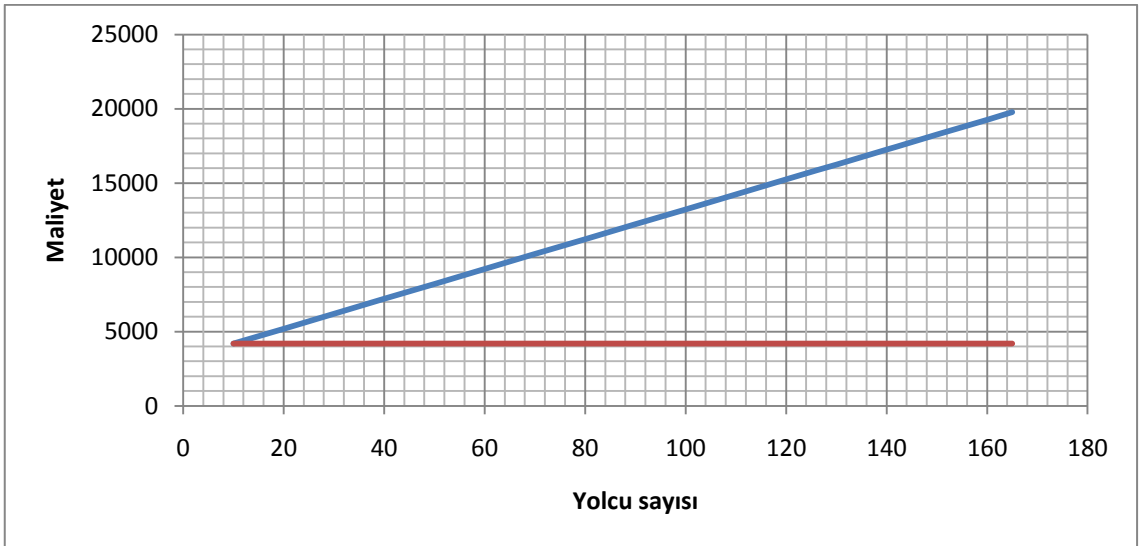
Şekil 6.4 A320 için yolcu kapasitesine göre maliyetin değişmesi.



Şekil 6.5 A321 için yolcu kapasitesine göre maliyetin değişmesi



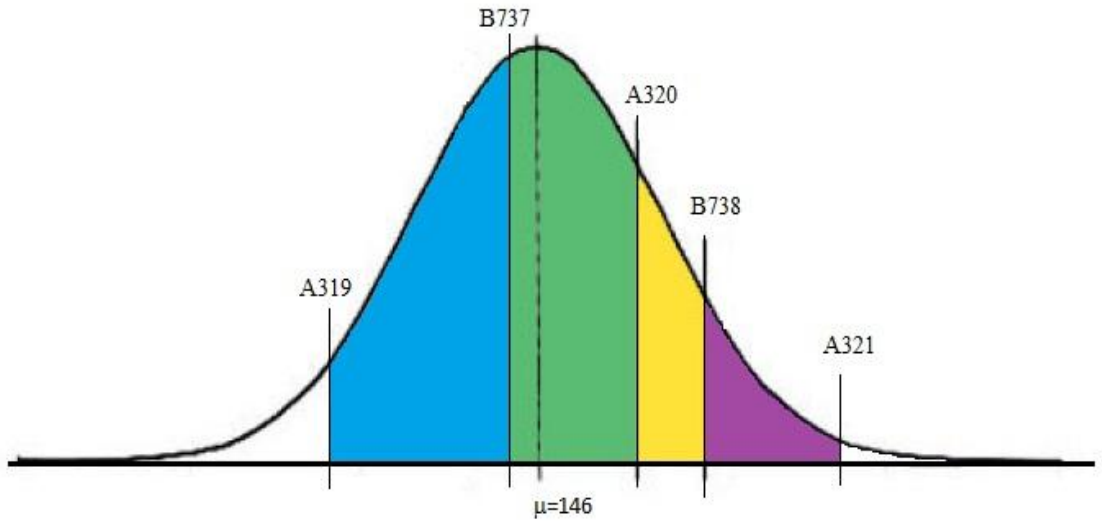
Şekil 6.6 B737 için yolcu kapasitesine göre maliyetin değişmesi



Şekil 6.7 B738 için yolcu kapasitesine göre maliyetin değişmesi

Modelde kullanılan uçuşlar için talep ve standart sapma değerleri bulunmadığından, bu değerler tahmini olarak üretilmiştir.

Modeldeki TK2451 numaralı Adana-İstanbul uçuşuna bakılacak olursak, üretilen talep ve standart sapma değerlerinin sırasıyla 146 ve 24 olduğu görülür. Şekil 6.2’de bu uçuş için talep dağılımını göstermektedir. Renkli alanlar olası yolcu kayıplarını göstermektedir. Yolcu kaybı basitçe talep dağılımından uçak kapasitesi kısmının çıkartılmasıdır.



Şekil 6.8 Yolcu kayıp normal dağılımı.

Beklenen yolcu kayıp masrafı şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Beklenen yolcu kayıp masrafı} = \text{beklenen yolcu kayıp sayısı} * KKKG * \text{mesafe} \quad (6.2)$$

Beklenen yolcu kaybı ise şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Beklenen yolcu kaybı} = \int_c^{\infty} (x - c) f(x) dx \quad (6.3)$$

Yukarıdaki denklemde "c" filo kapasitesini, $f(x)$ talebin olasılık dağılım fonksiyonunu temsil eder.

Bu işlemi hesaplamak için Microsoft Excel spreadsheet ile yukarıdaki beklenen yolcu kaybı sayısı tahmin edilebilir.

Örnek modeldeki 126 koltuklu A319 filo için beklenen yolcu kaybı sayısı:

Excel sayfasında:

Hücre A1:=NORMTERS(S_SAYI_ÜRET();146;24)

Hücre B1:=EĞER(A2>126;A2-126;0)

Hücre A1 normal dağılımlı ortalaması 146 ve standart sapması 24 olan normal dağılımlı bir talep üretir. Hücre B1 hücre A1'deki talebin 126 koltuğu aşıp aşmadığını kontrol eder. Aşarsa hücre B1'de aralarındaki fark atanır, aksi takdirde yolcu kaybı "0" olur. Aynı işlem 1000 kere tekrarlanır ve B sütununun ortalaması alınır ve beklenen yolcu kaybı hesaplanır. Aynı yaklaşımı kullanarak her uçuşun 5 filosu için ortalama yolcu kaybı hesaplanır.

Daha sonra beklenen yolcu kayıp sayılarından beklenen yolcu kayıp masrafları hesaplanmıştır. Formül (6.2) ve (6.3)'e göre, örnek model için kurgulanan standart sapma, ortalama talep gibi veriler şirketten alınamadığından, bu veriler rastgele bir algoritma ile üretilmiştir. Bunlara ek olarak, veriler bağlantılı olarak kullanıldıkları şehre göre tahmini olarak hesaplanmıştır. Örneğin Ankara, İzmir gibi büyük şehirler için talep oranları yüksek iken, Erzurum gibi küçük şehirler için düşük olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde sabah ve akşam uçuşlarına talep yüksek olarak belirlenirken gün içindeki uçuşlarda talep düşük olarak belirlenmiştir.

Üstteki yaklaşım metodu kullanarak beş filo tipi için beklenen müşteri kaybı hesaplanır, sonraki aşamada (6.2)'e göre beklenen kayıp masrafı hesaplanır. TK2451 Adana-İstanbul seferinin beş filo için beklenen müşteri kaybına göre beklenen kayıp masraflarının hesaplanması:

A319 için beklenen kayıp masrafı = $22,110965 * 0,25 * 695 = 3841,780169$

A320 için beklenen kayıp masrafı = $5,0532785 * 0,25 * 695 = 878,0071394$

A321 için beklenen kayıp masrafı = $0,11665 * 0,25 * 695 = 20,2679375$

B737 için beklenen kayıp masrafı = $11,7633 * 0,25 * 695 = 2043,873375$

B738 için beklenen kayıp masrafı = $2,83745 * 0,25 * 695 = 493,0069375$

Tüm uçuşlar için yolcu kaybı masrafları beklenen talebine ve standart sapmasına göre beş filo için MS Excel'de hesaplanmıştır.

6.3.3 Tekrar Alım Oranı

Tekrar alım oranı, kaybedilmiş yolcuların aynı havayolu şirketinin başka uçuşlarını kullanma oranıdır. Eğer bir yolcu istediği uçuşa yer bulamazsa, havayolu şirketi belirli şartlarla ve indirimlerle yolcuya diğer uçuşları kullanmasını önerebilir. Yolcu önerilen

uçuşu kabul ederse, yolcu kaybedilmiş sayılmaz. THY gibi büyük havayolu şirketleri için tekrar alım oranı çok yüksektir. Bunun sebebi yüksek sıklıkla yapılan uçuşlardır.

Modeldeki havayolu uçuşlar için tekrar alım oranı %15 olarak belirlenmiştir. Yani kaybedilen yolcuların %85'inin diğer havayolu şirketlerini tercih ettiği varsayılmıştır.

TK2451 numaralı Adana İstanbul uçuşu için beklenen yolcu kaybı masrafı şu şekilde olur:

- $A319 \text{ beklenen yolcu kaybı masrafı} = 3841,780169 * 0,85 = 3265,51314$
- $A320 \text{ beklenen yolcu kaybı masrafı} = 878,0071394 * 0,85 = 746,3060685$
- $A321 \text{ beklenen yolcu kaybı masrafı} = 20,2679375 * 0,85 = 17,2277469$
- $B737 \text{ beklenen yolcu kaybı masrafı} = 2043,873375 * 0,85 = 1737,292369$
- $B738 \text{ beklenen yolcu kaybı masrafı} = 493,0069375 * 0,85 = 419,055897$

Aynı şekilde tüm uçuşlar için beklenen yolcu kaybı masrafı hesaplanmıştır:

Çizelge 6.6 Tüm uçuşlar için beklenen yolcu kaybı masrafı.

Uçuş №	A319 beklenen yolcu kaybı	A320 beklenen yolcu kaybı	A321 beklenen yolcu kaybı	B737 beklenen yolcu kaybı	B738 beklenen yolcu kaybı
TK2451	3265,51314	746,3060685	17,2277469	1737,292369	419,055897
TK2237	2924,03206	382,1968012	0,83167166	1185,152915	182,096129
TK2403	1760,38836	211,1400531	2,25999063	754,9450738	122,466964
TK2305	1233,39178	122,3650765	0,84032573	475,9696482	73,0907405
TK2105	1557,77186	232,9177548	12,0957529	696,3740927	137,193233
TK2257	6579,3622	2621,577616	529,900955	4414,621778	2106,8969
TK2116	3853,954	1539,885572	353,014883	2560,364934	1180,46416
TK2819	5036,81699	2099,042114	553,108502	3403,365584	1831,79717
TK2023	5478,87607	2307,801011	536,264053	3833,380203	1813,38949
TK2109	2690,42621	798,075716	138,905663	1658,364068	706,048901
TK2453	7309,78838	3083,065175	932,627215	4933,921847	2633,22234
TK2310	744,269242	30,65604263	0,2863446	221,9648176	24,3334821
TK2307	1901,07187	386,0049074	23,5057139	1006,909601	257,096532
TK2454	2755,76014	513,5883026	14,2342689	1333,096936	288,198421
TK2839	12238,9282	6467,055667	2441,00711	9076,783359	5693,65247
TK2826	1068,50262	57,06865299	0	270,1576082	17,7508713
TK2032	3396,98572	1160,332155	194,585123	2097,005792	868,355398
TK2122	2706,50234	900,3290993	151,362166	1679,744237	678,363855
TK2602	1160,99331	42,59380515	0	336,6047022	27,9098303
TK2010	779,10302	45,17557688	0,21521363	217,9419784	25,0627451
TK2409	6427,83627	3504,575234	1455,19878	5001,942672	3035,19365

TK2806	3949,24526	1193,115244	129,97262	2386,824557	725,821795
TK2113	2029,30505	591,9906371	49,3645448	1114,395607	390,728995
TK2220	940,196225	47,1117855	0,52587545	315,2294199	23,5387132
TK2309	2413,06063	674,3942341	50,3847755	1369,80696	400,939162
TK2117	2996,79613	900,2487998	126,878079	1881,852098	667,92304
TK2312	1052,12484	95,82813046	6,81915223	398,2455064	57,930206
TK2126	1928,5032	542,4240322	62,8550457	1127,338948	355,045912
TK2407	4234,62739	1844,607046	464,694009	2856,757576	1405,82202
TK2410	1042,3071	98,17125877	4,43247816	363,2241165	57,2571533
TK2458	2784,16837	767,6050456	61,6743487	1558,709688	433,298906
TK2130	2254,58485	576,6729578	72,063867	1419,401832	435,104192
TK2252	3482,53633	663,049452	15,3149114	1702,905648	339,47013
TK2123	2259,55813	530,2529726	43,2394591	1110,529531	390,042103
TK2316	1063,39391	152,6581093	12,9368699	502,4663668	105,658464
TK2311	2561,239	729,2646442	118,801239	1589,726583	576,463139
TK2704	1610,01171	135,7943326	0,14724032	558,8838165	65,063397
TK2750	14194,915	7080,934363	2089,33617	11088,61867	5805,50837
TK2033	2538,47952	656,1367362	68,1087761	1495,873222	490,663564
TK2455	3568,29674	733,1605795	73,677068	1888,216052	526,737741
TK2011	6171,63343	2727,310959	823,031146	4351,539724	2295,91047
TK2827	12716,8283	7260,668657	2910,21106	10110,42499	6348,13179
TK2807	5634,68329	2550,619364	782,333904	3918,008117	1920,8269
TK2603	6543,16981	2160,614904	336,450976	4108,222159	1579,87525
TK2127	1611,20439	267,9470332	12,6864461	779,8804193	156,798846
TK2138	1161,91186	104,4536096	1,84346273	455,4194266	64,1765743
TK2313	1408,48201	191,1878269	4,43654887	670,6865969	113,905553
TK2412	930,792985	65,60429369	0,26509115	292,8974725	32,9937211
TK2221	4406,94275	1293,715735	162,865038	2597,32511	1068,31704
TK2411	3126,62739	917,0734279	89,5948734	1740,0468	710,516746
TK2129	1707,46245	272,926817	16,5883256	829,0221372	192,14423
TK2459	4698,33105	1399,341801	192,501202	2709,69751	1136,3456
TK2135	1281,96541	170,9124741	7,68924647	529,9718298	86,8326111
TK2320	1015,78554	143,5831955	11,864483	463,6759699	94,5946391
TK2317	1214,7814	154,8647795	2,29453516	479,2906514	58,677146
TK2142	591,087137	47,80824458	1,47996709	230,0721455	25,4443776
TK2253	5828,63388	2253,247432	391,347872	3912,598345	1795,94049
TK2460	1831,46533	235,8734236	6,37222776	761,4853305	104,716656
TK2414	830,082606	48,90859596	1,80914907	244,9496541	17,5547829
TK2139	1206,81086	129,6940122	2,37316187	502,9955798	56,9339832
TK2751	12592,4881	5936,974818	1673,904	9165,080836	4766,29952
TK2705	4004,00243	665,3043518	57,0606902	2130,741814	492,555778
TK2413	1789,39487	318,9294855	6,11044843	861,0091895	202,866271
TK2146	206,921351	8,136755814	0	34,73879832	1,30026183
TK2746	6584,3985	1680,645725	169,668149	3525,245376	1272,35739
TK2222	5515,47895	1675,287631	230,397898	3256,560728	1370,74152

TK2321	665,279139	38,05742944	1,07359065	218,9598699	18,060686
TK2143	1415,81792	194,5600272	3,39001921	636,086562	108,723807
TK2324	771,154973	44,43124198	0,81476477	219,5694402	21,0059954
TK2014	3671,05779	1099,297457	171,967445	2411,836514	978,503865
TK2150	477,356131	23,90770938	0	131,9970002	13,1435538
TK2415	4754,88828	2114,147306	568,878442	3346,403467	1761,81348
TK2461	3136,2675	736,9069254	53,2756868	1625,016911	541,419892
TK2147	4404,29113	1898,445733	488,496403	3102,656614	1479,91834
TK2418	1734,99679	233,4711212	8,7427012	721,0258339	158,119522
TK2152	2871,6928	862,3156649	116,400642	1779,504953	722,326512
TK2462	1620,58812	171,6111139	6,71408945	590,3010695	113,755922
TK2151	3251,94243	1093,749055	129,036873	2090,53477	760,689546
TK2326	716,41584	41,9142027	1,28090872	278,4833399	25,4308976
TK2325	1263,55011	115,8668453	1,59171397	502,4464409	77,4928977
TK2158	1229,16162	179,6539007	4,31714208	532,4825914	93,5844004
TK2747	16879,8298	9101,791326	3416,51165	12739,224	8348,01771
TK2015	5508,92614	2643,577756	715,764896	3868,228091	1987,96891
TK2223	7031,42888	2364,703636	460,037831	4359,8171	1787,25316
TK2254	6384,23383	2327,988865	410,676177	4272,898311	1800,40591
TK2153	665,524963	52,95775116	1,19165921	264,0284862	31,5662604
TK2328	487,498872	11,73367658	0,33369034	99,72216107	3,11346838
TK2419	1003,66388	126,0095259	2,72740644	482,1999294	56,6841222
TK2162	1630,57246	258,0204938	6,78554088	717,2722858	112,943503
TK2164	2680,9594	692,9405044	67,7848061	1567,996252	442,109229
TK2463	4128,9192	1182,519827	162,07682	2511,797678	886,230311
TK2470	3081,91949	687,8946553	69,5565306	1670,874516	507,663513
TK2159	1555,00075	281,5061164	16,9643111	716,3535377	180,698254
TK2332	2826,49788	911,8184383	161,07267	1695,265658	678,07347
TK2327	1153,50149	182,652815	3,99995666	531,2574574	75,0554021
TK2166	2924,10995	983,1138166	164,539584	1928,857521	737,979236
TK2830	3461,0549	694,9285524	48,8012549	1826,338906	489,947163
TK2228	5422,77996	1396,117204	151,617346	3074,014457	1075,21461
TK2420	1388,74415	164,7999462	2,72698729	584,9533861	81,4232489
TK2255	5769,61232	2200,643579	360,451148	3752,862766	1482,97446
TK2334	1090,82044	148,1742562	6,09839766	534,4946734	62,9395967
TK2329	2715,71641	917,8110545	177,125345	1670,571597	764,714948
TK2170	3393,53713	1175,772575	199,035196	2161,627983	949,85822
TK2018	3335,84039	854,6256968	69,5006568	1937,777478	552,79245
TK2163	1568,92516	272,9283085	6,25900269	812,0866632	160,714641
TK2814	3504,18587	833,6840116	74,6779807	1815,075398	652,471897
TK2167	2604,20421	828,015089	161,299118	1533,545866	593,665487
TK2174	846,231625	88,89275654	2,05029612	313,4633859	45,5672574
TK2336	991,14809	161,5748061	7,21335906	477,0690869	95,777554
TK2333	3163,90617	1157,221686	200,153267	1995,402597	893,396782
TK2472	2771,40522	453,2699811	32,8612729	1220,856757	237,545121

TK2422	3006,35276	708,9979631	70,7815764	1523,135574	595,654052
TK2471	1922,36922	199,2772944	7,5269387	744,8592388	107,570577
TK2421	605,526425	38,86983601	0,21328092	209,4725463	36,9954316
TK2610	4814,42932	1049,267113	115,735574	2342,000417	635,160511
TK2831	2704,65134	326,7694317	9,63304769	1072,269191	154,276321
TK2171	1027,63608	142,871234	9,01691232	454,9755792	74,0425717
TK2178	1727,01253	395,1908139	28,4387957	967,7121694	264,208392
TK2335	1819,06979	360,4619509	19,5042243	949,3968466	240,201179
TK2340	2599,78126	752,9982758	71,9522241	1544,196047	449,941223
TK2229	3596,3986	720,3158382	81,0910942	1947,80704	460,434066
TK2019	3661,17868	1062,719422	189,427911	2386,430828	896,002233
TK2815	2623,03465	462,4925129	45,9774086	1328,735983	307,839076
TK2039	3275,46505	1260,377371	248,621137	2304,888049	948,163496
TK2337	1811,46065	365,2980239	46,8448658	959,9354751	258,468137
TK2474	3383,44737	671,5837843	49,6835308	1796,703196	422,258694
TK2175	1516,95596	254,3975781	12,127737	749,1700576	148,505847
TK2182	1795,20663	379,7071894	25,9510836	887,9288052	208,717237
TK2473	2092,41483	340,4739879	13,2933842	814,5231287	196,366765
TK2426	1336,26173	270,0873582	23,1995929	620,5859355	186,70592
TK2344	1754,84431	289,9827992	31,843803	817,169046	257,559137
TK2186	696,50595	46,9274821	2,33012218	223,0036361	15,9044392
TK2611	5284,16814	1541,379027	164,991449	3230,785824	1225,55273
TK2042	3119,28049	951,2547379	136,231103	1911,365515	696,078405
TK2022	3485,63883	997,9477725	91,631349	1999,786442	680,545029
TK2818	2991,43333	532,6602249	36,6785128	1503,276896	456,213092
TK2183	1254,44426	119,0338158	6,50449187	452,9412324	87,9119472
TK2256	1903,5421	236,8029448	4,1856628	860,7254348	146,889768
TK2838	6062,13508	1879,702356	363,692019	3871,068663	1449,34684
TK2236	3040,95467	413,0303116	11,9170266	1288,802844	214,430554
TK2476	2650,83187	409,7701584	23,6937204	1236,998302	310,161337
TK2354	1262,8175	143,5035073	3,99866317	508,5218994	85,9292269
TK2190	633,971523	45,59961335	0,43100396	245,9853421	22,2412994
TK2428	819,459913	64,00803022	1,22253965	260,4643928	52,1457399

Beklenen yolcu kaybı masrafları da hesaplandıktan sonra toplam masraf şu şekilde hesaplanır:

$$\sum \text{masraf} = \text{işletme masraf} + \text{yolcu kaybı masrafı} \quad (6.4)$$

TK2451 numaralı Adana İstanbul uçuşu için toplam masraf şu şekilde olur:

- A319 toplam masraf=3265,51314+3940,65=7206,163143
- A320 toplam masraf=746,3060685+5193,74=5940,041068
- A321 toplam masraf=17,2277469+6538,56=6555,787747

- B737 toplam masraf=1737,292369+4539,74=6277,032369
- B738 toplam masraf=419,055897+5504,4= 5923,455897

Tüm uçuşlar için hesaplanan toplam masraflar Çizelge 6.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.7 Tüm uçuşlar için toplam masraflar

Uçuş №	A319 toplam masraf	A320 toplam masraf	A321 toplam masraf	B737 toplam masraf	B738 toplam masraf
TK2451	7206,163143	5940,041068	6555,787747	6277,032369	5923,455897
TK2237	7749,202064	6741,719801	8007,039672	6743,884915	6922,016129
TK2403	4453,638356	3760,815053	4471,059991	3857,645074	3884,466964
TK2305	3512,731778	3126,511076	3782,856326	3101,833648	3256,930741
TK2105	3837,111859	3237,063755	3794,111753	3322,238093	3321,033233
TK2257	11024,6422	8480,409616	7905,772955	9535,709778	8316,176904
TK2116	6133,294001	4544,031572	4135,030883	5186,228934	4364,304156
TK2819	8506,856993	6672,518114	6310,804502	7400,949584	6678,837167
TK2023	8909,226068	6828,966011	6228,104053	7785,240203	6604,98949
TK2109	4969,766205	3802,221716	3920,921663	4284,228068	3889,888901
TK2453	11250,43838	8276,800175	7471,187215	9473,661847	8137,622342
TK2310	3023,609242	3034,802043	3782,302345	2847,828818	3208,173482
TK2307	4180,411869	3390,150907	3805,521714	3632,773601	3440,936532
TK2454	6696,410138	5707,323303	6552,794269	5872,836936	5792,598421
TK2839	17347,59823	13200,22867	10917,61511	14962,11536	12829,57247
TK2826	6177,172624	6790,241653	8476,608	6155,489608	7153,670871
TK2032	5931,475719	4500,763155	4399,961123	5016,809792	4408,595398
TK2122	4985,842336	3904,475099	3933,378166	4305,608237	3862,203855
TK2602	6910,373306	7620,215805	9539,712	6960,052702	8058,78983
TK2010	4209,45302	4566,340577	5692,055214	4169,801978	4816,662745
TK2409	9121,086266	7054,250234	5923,998778	8104,642672	6797,193653
TK2806	7419,285257	5766,591244	5887,66862	6384,408557	5572,861795
TK2113	4308,645045	3596,136637	3831,380545	3740,259607	3574,568995
TK2220	5765,366225	6406,634786	8006,733875	5873,96142	6763,458713
TK2309	4692,400627	3678,540234	3832,400776	3995,67096	3584,779162
TK2117	5276,136134	3904,3948	3908,894079	4507,716098	3851,76304
TK2312	3331,464837	3099,97413	3788,835152	3024,109506	3241,770206
TK2126	4207,843196	3546,570032	3844,871046	3753,202948	3538,885912
TK2407	6927,877385	5394,282046	4933,494009	5959,457576	5167,822017
TK2410	3735,557105	3647,846259	4473,232478	3465,924116	3819,257153
TK2458	6724,818367	5961,340046	6600,234349	6098,449688	5937,698906
TK2130	4533,924854	3580,818958	3854,079867	4045,265832	3618,944192
TK2252	7927,81633	6521,881452	7391,186911	6823,993648	6548,75013
TK2123	4538,89813	3534,398973	3825,255459	3736,393531	3573,882103
TK2316	3342,733913	3156,804109	3794,95287	3128,330367	3289,498464

TK2311	4840,578996	3733,410644	3900,817239	4215,590583	3760,303139
TK2704	7461,451709	7847,930333	9709,20324	7299,907816	8238,503397
TK2750	21276,74501	16414,71136	13839,92817	19247,08667	15697,58837
TK2033	5072,969518	3996,567736	4273,484776	4415,677222	4030,903564
TK2455	7508,946737	5926,895579	6612,237068	6427,956052	6031,137741
TK2011	9601,983426	7248,475959	6514,871146	8303,399724	7087,510472
TK2827	17825,49826	13993,84166	11386,81906	15995,75699	13484,05179
TK2807	9104,723294	7124,095364	6540,029904	7915,592117	6767,8669
TK2603	12292,54981	9738,236904	9876,162976	10731,67016	9610,755254
TK2127	3890,544387	3272,093033	3794,702446	3405,744419	3340,638846
TK2138	3441,251862	3108,59961	3783,859463	3081,283427	3248,016574
TK2313	3687,82201	3195,333827	3786,452549	3296,550597	3297,745553
TK2412	3624,042985	3615,279294	4469,065091	3395,597473	3794,993721
TK2221	9232,112752	7653,238735	8169,073038	8156,05711	7808,237043
TK2411	5819,877394	4466,748428	4558,394873	4842,7468	4472,516746
TK2129	3986,80245	3277,072817	3798,604326	3454,886137	3375,98423
TK2459	8638,981049	6593,076801	6731,061202	7249,43751	6640,745597
TK2135	3561,305406	3175,058474	3789,705246	3155,83583	3270,672611
TK2320	3295,125543	3147,729195	3793,880483	3089,53997	3278,434639
TK2317	3494,121405	3159,01078	3784,310535	3105,154651	3242,517146
TK2142	2870,427137	3051,954245	3783,495967	2855,936145	3209,284378
TK2253	10273,91388	8112,079432	7767,219872	9033,686345	8005,220492
TK2460	5772,11533	5429,608424	6544,932228	5301,225331	5609,116656
TK2414	3523,332606	3598,583596	4470,609149	3347,649654	3779,554783
TK2139	3486,15086	3133,840012	3784,389162	3128,85958	3240,773983
TK2751	19674,3181	15270,75182	13424,496	17323,54884	14658,37952
TK2705	9855,442428	8377,440352	9766,11669	8871,765814	8665,995778
TK2413	4482,644873	3868,604485	4474,910448	3963,709189	3964,866271
TK2146	2486,261351	3012,282756	3782,016	2660,602798	3185,140262
TK2746	13666,2285	11014,42273	11920,26015	11683,71338	11164,43739
TK2222	10340,64895	8034,810631	8236,605898	8815,292728	8110,661515
TK2321	2944,619139	3042,203429	3783,089591	2844,82387	3201,900686
TK2143	3695,157916	3198,706027	3785,406019	3261,950562	3292,563807
TK2324	3050,494973	3048,577242	3782,830765	2845,43344	3204,845995
TK2014	7101,407792	5620,462457	5863,807445	6363,696514	5770,103865
TK2150	2756,696131	3028,053709	3782,016	2757,861	3196,983554
TK2415	7448,138283	5663,822306	5037,678442	6449,103467	5523,81348
TK2461	7076,917499	5930,641925	6591,835687	6164,756911	6045,819892
TK2147	6683,631126	4902,591733	4270,512403	5728,520614	4663,758339
TK2418	4428,246786	3783,146121	4477,542701	3823,725834	3920,119522
TK2152	5151,032803	3866,461665	3898,416642	4405,368953	3906,166512
TK2462	5561,238116	5365,346114	6545,274089	5130,041069	5618,155922
TK2151	5531,28243	4097,895055	3911,052873	4716,39877	3944,529546
TK2326	2995,75584	3046,060203	3783,296909	2904,34734	3209,270898
TK2325	3542,890106	3120,012845	3783,607714	3128,310441	3261,332898

TK2158	3508,501617	3183,799901	3786,333142	3158,346591	3277,4244
TK2747	23961,65981	18435,56833	15167,10365	20897,692	18240,09771
TK2015	8939,276136	7164,742756	6407,604896	7820,088091	6779,568913
TK2223	11856,59888	8724,226636	8466,245831	9918,5491	8527,17316
TK2254	10829,51383	8186,820865	7786,548177	9393,986311	8009,685912
TK2153	2944,864963	3057,103751	3783,207659	2889,892486	3215,40626
TK2328	2766,838872	3015,879677	3782,34969	2725,586161	3186,953468
TK2419	3696,91388	3675,684526	4471,527406	3584,899929	3818,684122
TK2162	3909,912455	3262,166494	3788,801541	3343,136286	3296,783503
TK2164	4960,299403	3697,086504	3849,800806	4193,860252	3625,949229
TK2463	8069,569197	6376,254827	6700,63682	7051,537678	6390,630311
TK2470	7022,569486	5881,629655	6608,116531	6210,614516	6012,063513
TK2159	3834,340747	3285,652116	3798,980311	3342,217538	3364,538254
TK2332	5105,837885	3915,964438	3943,08867	4321,129658	3861,91347
TK2327	3432,841486	3186,798815	3786,015957	3157,121457	3258,895402
TK2166	5203,449952	3987,259817	3946,555584	4554,721521	3921,819236
TK2830	8569,7249	7428,101552	8525,409255	7711,670906	7625,867163
TK2228	10247,94996	7755,640204	8157,825346	8632,746457	7815,134609
TK2420	4081,994149	3714,474946	4471,526987	3687,653386	3843,423249
TK2255	10214,89232	8059,475579	7736,323148	8873,950766	7692,254465
TK2334	3370,160443	3152,320256	3788,114398	3160,358673	3246,779597
TK2329	4995,056413	3921,957055	3959,141345	4296,435597	3948,554948
TK2170	5672,87713	4179,918575	3981,051196	4787,491983	4133,69822
TK2018	6766,190386	5375,790697	5761,340657	5889,637478	5344,39245
TK2163	3848,265157	3277,074309	3788,275003	3437,950663	3344,554641
TK2814	6974,225872	5407,160012	5832,373981	5812,659398	5499,511897
TK2167	4883,544214	3832,161089	3943,315118	4159,409866	3777,505487
TK2174	3125,571625	3093,038757	3784,066296	2939,327386	3229,407257
TK2336	3270,48809	3165,720806	3789,229359	3102,933087	3279,617554
TK2333	5443,246166	4161,367686	3982,169267	4621,266597	4077,236782
TK2472	6712,055218	5647,004981	6571,421273	5760,596757	5741,945121
TK2422	5699,602756	4258,672963	4539,581576	4625,835574	4357,654052
TK2471	5863,019221	5393,012294	6546,086939	5284,599239	5611,970577
TK2421	3298,776425	3588,544836	4469,013281	3312,172546	3798,995432
TK2610	10563,80932	8626,889113	9655,447574	8965,448417	8666,040511
TK2831	7813,321337	7059,942432	8486,241048	6957,601191	7290,196321
TK2171	3306,976082	3147,017234	3791,032912	3080,839579	3257,882572
TK2178	4006,352532	3399,336814	3810,454796	3593,576169	3448,048392
TK2335	4098,409787	3364,607951	3801,520224	3575,260847	3424,041179
TK2340	4879,121256	3757,144276	3853,968224	4170,060047	3633,781223
TK2229	8421,568597	7079,838838	8087,299094	7506,53904	7200,354066
TK2019	7091,528676	5583,884422	5881,267911	6338,290828	5687,602233
TK2815	6093,074649	5035,968513	5803,673409	5326,319983	5154,879076
TK2039	5809,955053	4600,808371	4453,997137	5224,692049	4488,403496
TK2337	4090,800648	3369,444024	3828,860866	3585,799475	3442,308137

TK2474	7324,097367	5865,318784	6588,243531	6336,443196	5926,658694
TK2175	3796,295955	3258,543578	3794,143737	3375,034058	3332,345847
TK2182	4074,546635	3383,853189	3807,967084	3513,792805	3392,557237
TK2473	6033,064826	5534,208988	6551,853384	5354,263129	5700,766765
TK2426	4029,511732	3819,762358	4491,999593	3723,285936	3948,70592
TK2344	4034,184306	3294,128799	3813,859803	3443,033046	3441,399137
TK2186	2975,84595	3051,073482	3784,346122	2848,867636	3199,744439
TK2611	11033,54814	9119,001027	9704,703449	9854,233824	9256,432729
TK2042	5653,770494	4291,685738	4341,607103	4831,169515	4236,318405
TK2022	6915,988832	5519,112772	5783,471349	5951,646442	5472,145029
TK2818	6461,473334	5106,136225	5794,374513	5500,860896	5303,253092
TK2183	3533,784256	3123,179816	3788,520492	3078,805232	3271,751947
TK2256	6348,822103	6095,634945	7380,057663	5981,813435	6356,169768
TK2838	11170,80508	8612,875356	8840,300019	9756,400663	8585,266843
TK2236	7866,124673	6772,553312	8018,125027	6847,534844	6954,350554
TK2476	6591,481872	5603,505158	6562,25372	5776,738302	5814,561337
TK2354	3542,157505	3147,649507	3786,014663	3134,385899	3269,769227
TK2190	2913,311523	3049,745613	3782,447004	2871,849342	3206,081299
TK2428	3512,709913	3613,68303	4470,02254	3363,164393	3814,14574

6.4 Amaç Fonksiyon

Örnek model için amaç fonksiyonunu kurmak için öncelikli olarak hangi filo tipinin hangi uçağa atandığını belli edecek karar değişkenleri belirlenmelidir. Filo atama problemi için referansında teklif edilen karar değişkenleri şu şekildedir:

$$X_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{eğer } i \text{ uçuşu } f \text{ filo tipine atandıysa,} \\ 0 & \text{aksi takdirde} \end{cases} \quad (6.5)$$

$G_{k,j}$ = k noktasında, j filo tipi için yerde bulunan uçak sayısı.

İkili karar değişkeni $x_{i,j}$ 'de i indisi uçuşları (örnek model için 144 adet), j indisi ise filo tipini temsil eder(örnek model için beş adet). İleriki aşamalarda kolaylık sağlaması için filo tiplerine şu indisler verilmiştir:

- A319 için “1”
- A320 için “2”
- A321 için “3”
- B737 için “4”
- B738 için “5”

Bu bilgiye göre $x_{2451,1}$ ikili karar değişkeni “2451” numaralı uçuşa “1” indisli filo tipinin atandığını gösterir. $x_{2451,2}$ ikili karar değişkeni ise “2451” numaralı uçuşa “2” indisli filo tipinin atandığını gösterir, aynı şekilde tüm uçuşlar indislenir. $G_{k,j}$ tam sayı karar değişkeni ise uçak denge kısıt fonksiyonları belirtilirken kullanılacaktır.

Amaç fonksiyonu kısaca uçuşlara en uygun filo tiplerinin atanması ile toplam maliyetin en küçüklenmesidir:

Min Z =

$$7206,16x_{2451,1} + 5940,04x_{2451,2} + 6555,78x_{2451,3} + 6277,03x_{2451,4} + 5923,45x_{2451,5} + 7749,2x_{2237,1} + 6741,71x_{2237,2} + 8007,03x_{2237,3} + 6743,88x_{2237,4} + 6922,01x_{2237,5} + 4453,63x_{2403,1} + 3760,81x_{2403,2} + 4471,05x_{2403,3} + 3857,64x_{2403,4} + 3884,46x_{2403,5} +. \quad (6.6)$$

6.5 Kısıt Fonksiyonları

Kullanılan filo ataması modelinde üç adet kısıt bulunmaktadır ve matematiksel olarak şu şekilde ifade edilirler:

$$\sum_{j \in K} x_{i,j} = 1 \quad \forall i \in F \quad (6.7)$$

$$G_{k-1,j} + \sum_{i \in F} S_{i,k} x_{i,j} = G_{k,j} \quad \forall k \in M \text{ ve } \forall j \in K \quad (6.8)$$

$$\sum_{k \in C} G_{k,j} \leq N_j \quad \forall j \in K \quad (6.9)$$

6.5.1 Uçuş Kapsama Kısıtları

Hane et al tarafından teklif edilen ilk kısıt kümesi uçuş kapsama kısıtları kümesidir. Uçuş kapsama kısıtlarının amacı her uçuşun mutlaka bir filo tipi tarafından uçulmasını sağlamaktır. Bir uçuşun uçulduğundan emin olmak için uçuşu temsil eden tüm karar değişkenlerinin toplamının bire eşit olması gerekir. Böylelikle aynı uçuşa birden fazla uçak atanmadığı gibi uçuşa bir uçağın mutlaka atanması sağlanır. Uçuş kapsama kısıtı aşağıdaki formülle gösterilir:

$$\sum_{j \in K} x_{i,j} = 1 \quad \forall i \in F \quad (6.10)$$

Örnek modeldeki TK2451 numaralı Adana-İstanbul uçuşu için kapsama kısıt fonksiyonu şu şekilde yazılır:

$$x_{2451,1} + x_{2451,2} + x_{2451,3} + x_{2451,4} + x_{2451,5} = 1$$

Bu kısıt TK2451 numaralı uçuşun kapsanmasını sağlar yani bir filo tipi mutlaka bu uçuşu yapacaktır. Buna ek olarak TK2451 numaralı uçuşa birden fazla filo tipi atanamaz zira ikili karar değişkenlerinden sadece biri “1” değerini alabilir ve diğer karar değişkenleri sıfır değerini almak zorunda kalır. Örnek modeldeki tüm kapsama kısıt fonksiyonları şu şekildedir:

$$x_{2237,1} + x_{2237,2} + x_{2237,3} + x_{2237,4} + x_{2237,5} = 1$$

$$x_{2403,1} + x_{2403,2} + x_{2403,3} + x_{2403,4} + x_{2403,5} = 1$$

$$x_{2305,1} + x_{2305,2} + x_{2305,3} + x_{2305,4} + x_{2305,5} = 1 \dots \quad (6.11)$$

6.5.2 Uçuş Denge Kısıtları

Uçak denge kısıtları uçakların zaman uzay çizelgesindeki hareketlerinin sürekliliğini sağlar. Denge kısıtları sayesinde hangi uçağın hangi havaalanında hangi saatte bulunacağı belirlenebildiği gibi, doğru filo tipinin doğru zamanda doğru yerde olması da sağlanır. Denge kısıtları şu bir şekil ile açıklanabilir:



Şekil 6.9 Düğüm noktası dengesi [28].

Öne sürülen modelde düğüm noktaları bir iniş yada kalkışı gösterir. Yukarıdaki şekil bir iniş düğüm noktasını göstermektedir. İnişten önce havaalanında aynı uçak tipinden iki uçak bulunmaktadır. İnişten sonra havaalanında aynı uçak tipinden üç adet uçak bulunur. Şekile göre uçak denge kısıtları için şu söylenebilir:

Düğüm noktasında yerde bulunan bir filo tipi için uçak sayısı = Düğüm noktasından hemen önce bir filo tipi için yerde bulunan uçak sayısı + aynı filo tipinden bir uçağın düğüm noktasında inişi - düğüm noktasında aynı filo tipinden bir uçağın kalkışı

Örnek olarak Şekil 6.9 için denge kısıtları şu şekildedir:

$$\text{Düğüm noktasındaki uçak sayısı} = 2(\text{düğüm noktasından önce yerde bulunan uçak sayısı}) + 1(\text{bir iniş}) - 0(\text{düğüm noktasından kalkış yok}) = 3 \quad (6.12)$$

Kullanılan örnek model için denge kısıtları her şehir için tek tek şekillendirilmiş ve yazılmıştır.

Çizelge 6.8 Adana düğümünün uçuşları.

Uçuş №	Kalkış Yeri	Kalkış Saati	Varış Yeri	Varış Saati
TK2451	Adana	03:35	İstanbul	05:15
TK2453	Adana	06:45	İstanbul	08:25
TK2454	İstanbul	07:00	Adana	08:30
TK2455	Adana	09:15	İstanbul	10:55
TK2458	İstanbul	08:30	Adana	10:00
TK2459	Adana	10:50	İstanbul	12:30
TK2460	İstanbul	11:25	Adana	12:55
TK2461	Adana	13:40	İstanbul	15:15
TK2462	İstanbul	14:15	Adana	15:45
TK2463	Adana	16:45	İstanbul	18:25
TK2470	İstanbul	17:00	Adana	18:30
TK2471	Adana	19:15	İstanbul	20:55
TK2472	İstanbul	19:00	Adana	20:30
TK2473	Adana	21:15	İstanbul	22:55
TK2474	İstanbul	21:00	Adana	22:30
TK2476	İstanbul	23:35	Adana	01:05

Örnek modelde beş adet filo tipi bulunduğundan $G_{k,j}$ karar değişkeni her filo tipi için ayrı ayrı denge kısıt fonksiyonu yazmayı gerektirmektedir. Adana’da A319 filo tipi için denge kısıt fonksiyonları şu şekildedir:

TK2451 uçuşun Adana’dan katlığına göre:

$$G_{C1,1} = G_{C16,1} - x_{2451,1}$$

Aynı şekilde TK2458 uçuşu Adana’dan kalmakta:

$$G_{C2,1} = G_{C1,1} - x_{2453,1}$$

Sonra Adana’da TK2454 uçuşunun inişi var:

$$G_{C3,1} = G_{C2,1} + x_{2454,1}$$

Benzer şekilde, bu filo tipi için diğer kısıtları yazarız:

$$G_{C3,1} = G_{C2,1} + x_{2454,1}$$

$$G_{C5,1} = G_{C4,1} + x_{2458,1}$$

$$G_{C4,1} = G_{C3,1} - x_{2455,1}$$

$$G_{C6,1} = G_{C5,1} - x_{2459,1}$$

$$\begin{aligned}
G_{C7,1} &= G_{C6,1} + x_{2460,1} & G_{C12,1} &= G_{C11,1} - x_{2471,1} \\
G_{C8,1} &= G_{C7,1} - x_{2461,1} & G_{C13,1} &= G_{C12,1} + x_{2472,1} \\
G_{C9,1} &= G_{C8,1} + x_{2462,1} & G_{C14,1} &= G_{C13,1} - x_{2473,1} \\
G_{C10,1} &= G_{C9,1} - x_{2463,1} & G_{C15,1} &= G_{C14,1} + x_{2474,1} \\
G_{C11,1} &= G_{C10,1} + x_{2470,1} & G_{C16,1} &= G_{C15,1} + x_{2476,1} \quad (6.13)
\end{aligned}$$

Aynı şekilde tüm uçuşlar için uçuş denge kısıtları yazılır.

6.5.3 Uçak Müsaitlik Kısıtları

Hane et al tarafından teklif edilen filo ataması modelindeki üçünü ve son kısıt kümesi filo müsaitlik kısıtlarıdır. Bu kısıt kümesi toplamda kullanılan uçak sayısının filoda müsait olan uçak sayısını geçmemesini sağlar.

Bu kısıt kümesini yazabilmek için her havaalanı için her filo tipinden kaç uçağın gece yerde kaldığının sayılması gerekir. Örnek olarak Adana şeklinde son düğüm noktası A16'da (gün sonu yayı ile gün başı düğüm noktasının bağlandığı düğüm noktası) bulunan uçak sayısı o gece Adana'da bulunan toplam uçak sayısını belirler.

Bu havaalanı için $G_{C16,1}$ birinci (A319) filo tipi için Adana'da bulunan uçak sayısını gösterir. Buna göre zaman uzay ağında birinci filo tipi için toplamda bulunan uçak sayısı şu şekildedir:

$$\begin{aligned}
&\sum u_{çak_{f1}} G_{C16,1} + G_{A38,1} + G_{B16,1} + G_{D4,1} + G_{E2,1} + G_{G8,1} + G_{H6,1} + G_{I26,1} + G_{F8,1} \\
&\quad + G_{K4,1} + G_{S6,1} + G_{T6,1} + G_{V4,1} + G_{R144,1}
\end{aligned}$$

Yukarıdaki ifadede G değişkenleri sırasıyla Adana, Ankara, Antalya, Diyarbakır, Erzurum, Gaziantep, Hatay, İzmir, Kayseri, Konya, Samsun, Trabzon, Van ve İstanbul için gece yerde bulunan uçak sayısını gösterir. İstanbul'da gün içinde 144 uçuş bulunduğu için İstanbul için son düğüm noktası $G_{R144,1}$ ile gösterilir.

Aynı şekilde ikinci, üçüncü, dördüncü ve besinci filo tipi için toplamda bulunan uçak sayısı şu şekildedir:

$$\begin{aligned}
&\sum u_{çak_{f1}} G_{C16,2} + G_{A38,2} + G_{B16,2} + G_{D4,2} + G_{E2,2} + G_{G8,2} + G_{H6,2} + G_{I26,2} + G_{F8,2} \\
&\quad + G_{K4,2} + G_{S6,2} + G_{T6,2} + G_{V4,2} + G_{R144,2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \sum u\check{c}ak_{f1} G_{C16,3} + G_{A38,3} + G_{B16,3} + G_{D4,3} + G_{E2,3} + G_{G8,3} + G_{H6,3} + G_{i26,3} + G_{F8,3} \\
& \quad + G_{K4,3} + G_{S6,3} + G_{T6,3} + G_{V4,3} + G_{R144,3} \\
& \sum u\check{c}ak_{f1} G_{C16,4} + G_{A38,4} + G_{B16,4} + G_{D4,4} + G_{E2,4} + G_{G8,4} + G_{H6,4} + G_{i26,4} + G_{F8,4} \\
& \quad + G_{K4,4} + G_{S6,4} + G_{T6,4} + G_{V4,4} + G_{R144,4} \\
& \sum u\check{c}ak_{f1} G_{C16,5} + G_{A38,5} + G_{B16,5} + G_{D4,5} + G_{E2,5} + G_{G8,5} + G_{H6,5} + G_{i26,5} + G_{F8,5} \\
& \quad + G_{K4,5} + G_{S6,5} + G_{T6,5} + G_{V4,5} + G_{R144,5} \tag{6.14}
\end{aligned}$$

Kullanılan örnek modelde A319 filosu için 4, A320 filosu için 25, A321 filosu için 21, B737 filosu için 14 ve B738 filosu için 52 uçak bulunmaktadır. Dolayısıyla uçak müsaitlik kısıtları şu şekilde yazılabilir:

$$\begin{aligned}
& G_{C16,1} + G_{A38,1} + G_{B16,1} + G_{D4,1} + G_{E2,1} + G_{G8,1} + G_{H6,1} + G_{i26,1} + G_{F8,1} + G_{K4,1} \\
& \quad + G_{S6,1} + G_{T6,1} + G_{V4,1} + G_{R144,1} \leq 4 \\
& G_{C16,2} + G_{A38,2} + G_{B16,2} + G_{D4,2} + G_{E2,2} + G_{G8,2} + G_{H6,2} + G_{i26,2} + G_{F8,2} + G_{K4,2} \\
& \quad + G_{S6,2} + G_{T6,2} + G_{V4,2} + G_{R144,2} \leq 25 \\
& G_{C16,3} + G_{A38,3} + G_{B16,3} + G_{D4,3} + G_{E2,3} + G_{G8,3} + G_{H6,3} + G_{i26,3} + G_{F8,3} + G_{K4,3} \\
& \quad + G_{S6,3} + G_{T6,3} + G_{V4,3} + G_{R144,3} \leq 21 \\
& G_{C16,4} + G_{A38,4} + G_{B16,4} + G_{D4,4} + G_{E2,4} + G_{G8,4} + G_{H6,4} + G_{i26,4} + G_{F8,4} + G_{K4,4} \\
& \quad + G_{S6,4} + G_{T6,4} + G_{V4,4} + G_{R144,4} \leq 14 \\
& G_{C16,5} + G_{A38,5} + G_{B16,5} + G_{D4,5} + G_{E2,5} + G_{G8,5} + G_{H6,5} + G_{i26,5} + G_{F8,5} + G_{K4,5} + \\
& G_{S6,5} + G_{T6,5} + G_{V4,5} + G_{R144,5} \leq 52 \tag{6.15}
\end{aligned}$$

Örnek modelde beş adet filo tipi bulunduğundan bu kısıt kümesinde sadece beş adet kısıt fonksiyonu bulunmaktadır.

6.6 Filo Atama Modeli

Kurulan matematiksel modelde kullanılan işaret ve değişkenler şunlardır:

F : uçuşlar kümesi; indis i

K : filo tipleri kümesi; indis j

C : son düğüm noktası kümesi, ağdaki havaalanında geceleyin yerde bulunan uçakların tüm düğümlerini temsil eder.

M : ağdaki düğüm sayılırı; indis k

$C_{i,j}$: i uçuşuna j filo tipinin atanması maliyeti

N_j : j filo tipinde kullanıma açık uçakların sayısı

$S_{i,k}$: +1 eğer i uçuşu k düğümüne bir varış ise

-1 eğer i uçuşu k düğümünden bir kalkış ise

$x_{i,j}$: $\begin{cases} \text{eğer } i \text{ uçuşu } j \text{ filo tipine atandıysa } 1; \text{ aksi halde } 0 \end{cases}$

$G_{k,j}$: k noktasında, j filo tipi için yerde bulunan uçak sayısı.

Amaç Fonksiyonu

Kurulan matematiksel modelin amaç fonksiyonu atanan uçuş maliyetlerinin minimize edilmesidir.

$$\text{Min } \sum_{j \in K} \sum_{i \in F} c_{i,j} x_{i,j} \quad (6.16)$$

Kısıtlar :

Uçuş kapsama kısıtları. Bu kısıtlar her uçuşun bir filo tarafından atanmasını sağlar.

$$\sum_{j \in K} x_{i,j} = 1 \quad \forall i \in F \quad (6.17)$$

Uçak denge kısıtları. Düğüm noktası yerde bulunan bir filo tipi için uçak sayısı, düğüm noktasından hemen önce bir filo için yerde bulunan uçak sayısı ($G_{k-1,j}$) artı varışlar (+1 değerini alan $S_{i,k}$ ile gösterilen) eksi kalkışlar (-1 değerini alan $S_{i,k}$ ile gösterilen) ile bulunur.

$$G_{k-1,j} + \sum_{i \in F} S_{i,k} x_{i,j} = G_{k,j} \quad \forall k \in M \text{ ve } \forall j \in K \quad (6.18)$$

Uçak müsaitlik kısıtlarıdır. J filo tipindeki uçakların sayısı, filodaki kullanıma hazır uçakların sayısını asmamalıdır (N_j)

$$\sum_{k \in C} G_{k,j} \leq N_j \quad \forall j \in K \quad (6.19)$$

Karar değişkenlerinin ikili ve tam sayı durumunu temsil eden kısıtlar. Z^+ pozitif tam sayıları kümesidir.

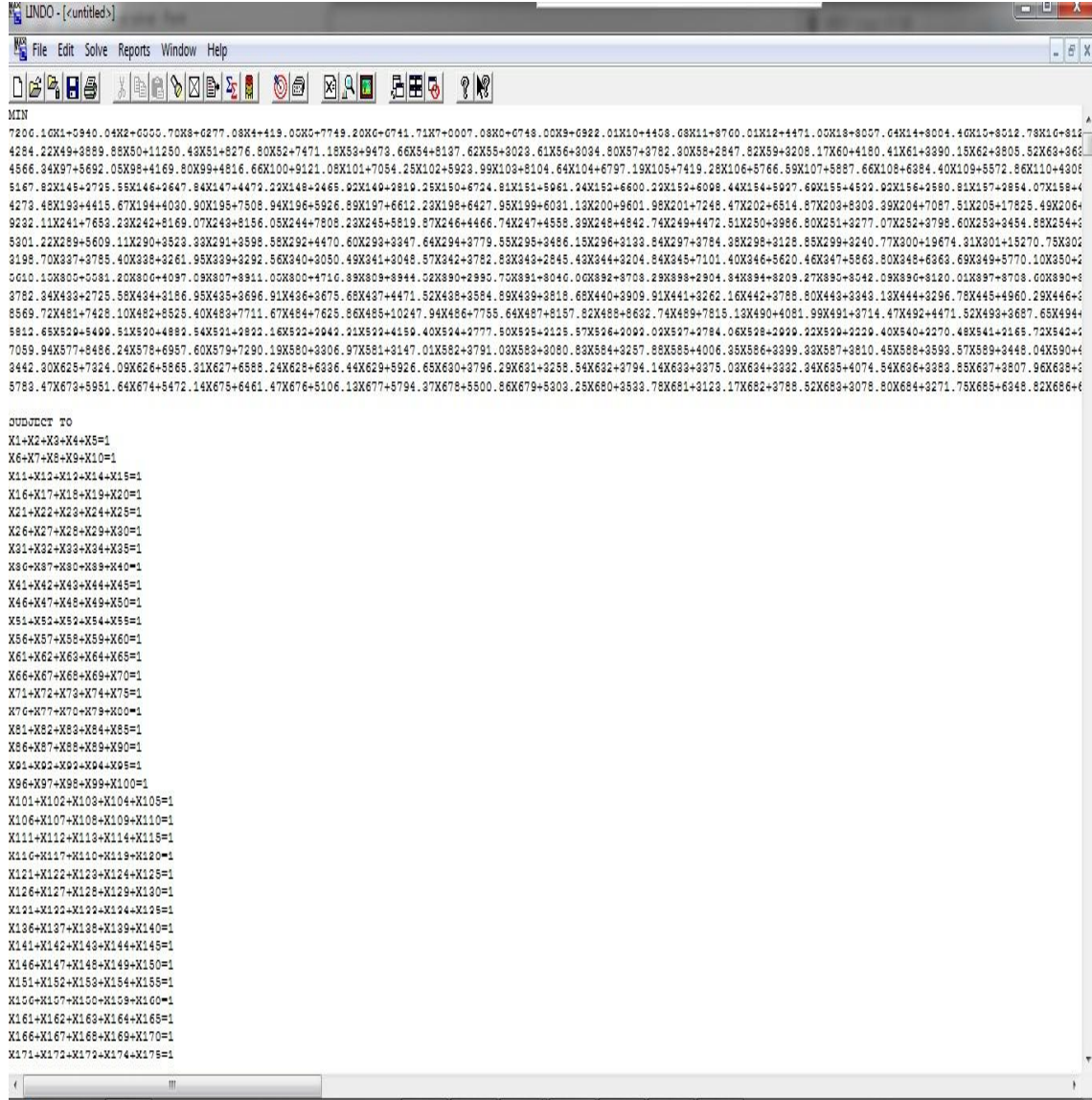
$$x_{i,j} \in \{0,1\} \quad \forall i \in F \text{ ve } \forall j \in K \quad (6.20)$$

$$G_{k,j} \in Z^+ \quad \forall k \in M \text{ ve } \forall j \in K \quad (6.21)$$

6.7 Lindo Optimizasyon Programı

Filo atama problemini çözmek için Lindo optimizasyon programı kullanılmıştır. Şekil

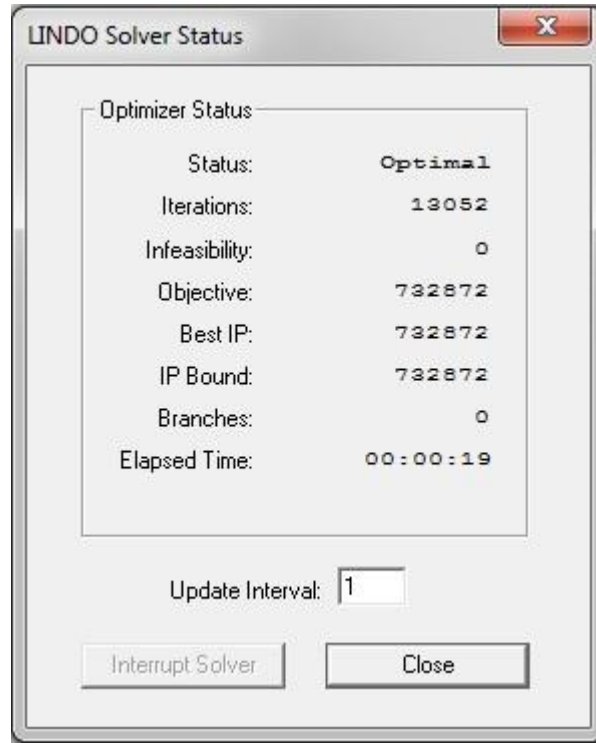
6.4 Lindo programında yazdığımız kodların ekran görüntüsünü görebiliriz



```
MIN
7200.10X1+0940.04X2+0000.70X3+0277.08X4+419.00X5+7749.20X6+0741.71X7+0007.08X8+0749.00X9+0922.01X10+4408.08X11+8700.01X12+4471.00X13+8007.04X14+8004.40X15+8012.78X16+812
4284.22X17+3889.88X18+11250.43X19+8276.80X20+7471.18X21+9473.66X22+8137.62X23+3028.61X24+2034.80X25+3782.30X26+2847.82X27+3208.17X28+4180.41X29+3390.15X30+3805.52X31+362
4566.34X32+5692.05X33+4169.80X34+4816.66X35+9121.08X36+7054.25X37+5923.99X38+8104.64X39+6797.19X40+7419.28X41+5766.59X42+5887.66X43+6384.40X44+5572.86X45+4305
5167.82X46+2725.55X47+2647.84X48+4472.22X49+2465.02X50+2819.25X51+6724.81X52+5961.24X53+6600.22X54+6098.44X55+5927.60X56+4522.02X57+2580.81X58+2854.07X59+4
4273.45X60+4415.67X61+4030.90X62+7508.94X63+5926.59X64+6427.95X65+6031.13X66+9601.98X67+7248.47X68+6514.87X69+5303.39X70+7087.51X71+17828.49X72+0
9232.11X73+7653.23X74+8169.07X75+8156.05X76+7808.23X77+5819.87X78+4466.74X79+4558.39X80+4842.74X81+4472.51X82+3986.80X83+3277.07X84+3798.60X85+3454.88X86+3
5801.22X87+3609.11X88+3523.33X89+3598.58X90+4470.60X91+3347.64X92+3779.55X93+3456.15X94+3133.84X95+3784.38X96+3128.85X97+3240.77X98+19674.31X99+15270.75X100
3198.70X101+3785.40X102+3261.95X103+3292.56X104+3050.49X105+3048.57X106+3782.83X107+2845.42X108+3204.84X109+7101.40X110+5620.46X111+5863.80X112+3363.69X113+5770.10X114+2
0010.10X115+0081.20X116+4097.09X117+8911.00X118+04710.89X119+8944.02X120+2935.70X121+8040.00X122+8708.23X123+2904.84X124+8209.27X125+8342.09X126+8120.01X127+8708.00X128+3
3782.34X129+2725.55X130+3186.95X131+3696.91X132+3675.65X133+4471.52X134+3554.89X135+3819.65X136+3909.91X137+3262.16X138+3788.80X139+3343.13X140+3296.78X141+4960.29X142+3
8569.72X143+7428.10X144+5525.40X145+7711.67X146+7625.86X147+10247.94X148+7755.64X149+8157.82X150+8632.74X151+7815.13X152+4081.99X153+3714.47X154+4471.52X155+3687.65X156+3
5812.65X157+5409.51X158+4882.54X159+2822.16X160+2042.21X161+4150.40X162+2777.50X163+2125.57X164+2002.02X165+2784.06X166+2029.22X167+2229.40X168+2270.48X169+2165.72X170+2
7059.94X171+7486.24X172+6957.60X173+7290.19X174+3306.97X175+3147.01X176+3781.03X177+3080.83X178+3257.88X179+4006.35X180+3399.33X181+3810.45X182+3593.57X183+3448.04X184+3
3442.30X185+7324.09X186+5865.31X187+6588.24X188+6336.44X189+5926.65X190+3796.29X191+3258.54X192+3784.14X193+3375.03X194+3332.34X195+4074.54X196+3333.85X197+2807.96X198+3
5783.47X199+5951.64X200+5472.14X201+6461.47X202+5106.13X203+5794.37X204+5500.86X205+5303.25X206+3523.78X207+43123.17X208+3788.52X209+3078.80X210+3271.75X211+6348.82X212+3

SUBJECT TO
X1+X2+X3+X4+X5=1
X6+X7+X8+X9+X10=1
X11+X12+X13+X14+X15=1
X16+X17+X18+X19+X20=1
X21+X22+X23+X24+X25=1
X26+X27+X28+X29+X30=1
X31+X32+X33+X34+X35=1
X36+X37+X38+X39+X40=1
X41+X42+X43+X44+X45=1
X46+X47+X48+X49+X50=1
X51+X52+X53+X54+X55=1
X56+X57+X58+X59+X60=1
X61+X62+X63+X64+X65=1
X66+X67+X68+X69+X70=1
X71+X72+X73+X74+X75=1
X76+X77+X78+X79+X80=1
X81+X82+X83+X84+X85=1
X86+X87+X88+X89+X90=1
X91+X92+X93+X94+X95=1
X96+X97+X98+X99+X100=1
X101+X102+X103+X104+X105=1
X106+X107+X108+X109+X110=1
X111+X112+X113+X114+X115=1
X116+X117+X118+X119+X120=1
X121+X122+X123+X124+X125=1
X126+X127+X128+X129+X130=1
X131+X132+X133+X134+X135=1
X136+X137+X138+X139+X140=1
X141+X142+X143+X144+X145=1
X146+X147+X148+X149+X150=1
X151+X152+X153+X154+X155=1
X156+X157+X158+X159+X160=1
X161+X162+X163+X164+X165=1
X166+X167+X168+X169+X170=1
X171+X172+X173+X174+X175=1
```

Şekil 6.10 Lindo optimizasyon programında yazılış kodlarının ekran görüntüsü



Şekil 6.11 Lindo Solver ekran görünüşü

LINDO - [Reports Window]

File Edit Solve Reports Window Help

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 727411.8

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X5	1.000000	419.049900
X9	1.000000	6743.879883
X14	1.000000	2857.620802
X19	1.000000	3101.830078
X22	1.000000	3237.060059
X28	1.000000	7905.770020
X33	1.000000	4135.029785
X37	1.000000	6672.509766
X43	1.000000	6228.100098
X47	1.000000	3802.219971
X53	1.000000	7471.180176
X59	1.000000	2047.020060
X62	1.000000	3390.149902
X67	1.000000	5707.210824
X78	1.000000	10917.610352
X79	1.000000	6155.470980
X83	1.000000	4399.959961
X90	1.000000	2862.199951
X92	1.000000	7620.209961
X97	1.000000	4566.339844
X103	1.000000	5923.990234
X110	1.000000	5572.859863
X116	1.000000	8074.060009
X119	1.000000	5879.959961
X125	1.000000	2584.770020
X130	1.000000	3851.760010
X134	1.000000	3024.100098
X137	1.000000	2546.870068
X145	1.000000	5167.819824
X149	1.000000	3465.919922
X155	1.000000	5927.689941
X157	1.000000	3300.610009
X165	1.000000	6548.750000
X167	1.000000	8084.809098
X172	1.000000	3156.800049
X175	1.000000	2703.400012
X184	1.000000	7239.899902
X185	1.000000	12839.919922
X195	1.000000	4030.899902
X197	1.000000	5926.890137
X203	1.000000	6514.870117
X208	1.000000	11386.809570
X213	1.000000	6767.339863
X220	1.000000	9610.750000
X222	1.000000	3272.000088
X227	1.000000	3108.590088
X232	1.000000	3195.230078

Şekil 6.12 Lindo programı ile filo atama modelinin çözümünün ekran görünüşü.

6.8 Filo Atama Problemi Çözümü

Kurulan modelde Türk Hava Yolları'nın 17.02.2011 günü uçuşları kullanılmıştır. Bu modelde 5 filo tipi için 14 merkezli toplam 144 uçuş bulunmaktadır. Kısıt fonksiyonlar sayısı:

144 adet kapsama kısıt fonksiyonları.

1440 adet denge kısıt fonksiyonları

4 adet müsaitlik kısıt fonksiyonları

1588 adet toplam kısıt

Kurulan modelde değişken sayıları:

720 adet ekili değişken

1440 adet tamsayı değişken

2160 toplam değişken sayısı

Lindo optimizasyon yazılımı kullanarak 13052 iterasyonla minimum günlük filo atama maliyetini 19 saniyede ürettik. Toplam minimum maliyet 732.872\$'dır. Beş filo tipinin hangi uçuşa atanması daha uygun olduğu Çizelge 6.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.9 Uçuşlar uygun filoların atanması.

Uçuş No	Kalkış yeri	Varış yeri	Filo tipi
TK2451	Adana	İstanbul	A320
TK2237	Gaziantep	İstanbul	B737
TK2403	Antalya	İstanbul	B737
TK2305	İzmir	İstanbul	B737
TK2105	Ankara	İstanbul	A320
TK2257	Hatay	İstanbul	A321
TK2116	İstanbul	Ankara	A321
TK2819	Samsun	İstanbul	A320
TK2023	Kayseri	İstanbul	A321
TK2109	Ankara	İstanbul	A320
TK2453	Adana	İstanbul	A321
TK2310	İstanbul	İzmir	B737
TK2307	İzmir	İstanbul	A320
TK2454	İstanbul	Adana	A320
TK2839	Trabzon	İstanbul	A321
TK2826	İstanbul	Trabzon	B737
TK2032	İstanbul	Konya	A320

TK2122	İstanbul	Ankara	B738
TK2602	İstanbul	Diyarbakir	A320
TK2010	İstanbul	Kayseri	A320
TK2409	Antalya	İstanbul	A321
TK2806	İstanbul	Samsun	B738
TK2113	Ankara	İstanbul	B738
TK2220	İstanbul	Gaziantep	B737
TK2309	İzmir	İstanbul	B738
TK2117	Ankara	İstanbul	B738
TK2312	İstanbul	İzmir	B737
TK2126	İstanbul	Ankara	A320
TK2407	Antalya	İstanbul	B738
TK2410	İstanbul	Antalya	B737
TK2458	İstanbul	Adana	A321
TK2130	İstanbul	Ankara	A320
TK2252	İstanbul	Hatay	B738
TK2123	Ankara	İstanbul	A320
TK2316	İstanbul	İzmir	A320
TK2311	İzmir	İstanbul	A320
TK2704	İstanbul	Erzurum	B737
TK2750	İstanbul	Van	A321
TK2033	Konya	İstanbul	B738
TK2455	Adana	İstanbul	A320
TK2011	Kayseri	İstanbul	A321
TK2827	Trabzon	İstanbul	A321
TK2807	Samsun	İstanbul	B738
TK2603	Diyarbakir	İstanbul	B738
TK2127	Ankara	İstanbul	A320
TK2138	İstanbul	Ankara	A320
TK2313	İzmir	İstanbul	A320
TK2412	İstanbul	Antalya	B737
TK2221	Gaziantep	İstanbul	A320
TK2411	Antalya	İstanbul	A320
TK2129	Ankara	İstanbul	A320
TK2459	Adana	İstanbul	A320
TK2135	Ankara	İstanbul	B737
TK2320	İstanbul	İzmir	A320
TK2317	İzmir	İstanbul	B737
TK2142	İstanbul	Ankara	B737
TK2253	Hatay	İstanbul	A320
TK2460	İstanbul	Adana	B737
TK2414	İstanbul	Antalya	B737
TK2139	Ankara	İstanbul	B737

TK2751	Van	İstanbul	A321
TK2705	Erzurum	İstanbul	B737
TK2413	Antalya	İstanbul	B737
TK2146	İstanbul	Ankara	A319
TK2746	İstanbul	Van	A321
TK2222	İstanbul	Gaziantep	A320
TK2321	İzmir	İstanbul	B737
TK2143	Ankara	İstanbul	A320
TK2324	İstanbul	İzmir	B737
TK2014	İstanbul	Kayseri	A321
TK2150	İstanbul	Ankara	B737
TK2415	Antalya	İstanbul	B738
TK2461	Adana	İstanbul	A320
TK2147	Ankara	İstanbul	A321
TK2418	İstanbul	Antalya	A320
TK2152	İstanbul	Ankara	A320
TK2462	İstanbul	Adana	B737
TK2151	Ankara	İstanbul	A321
TK2326	İstanbul	İzmir	B737
TK2325	İzmir	İstanbul	B737
TK2158	İstanbul	Ankara	A320
TK2747	Van	İstanbul	A321
TK2015	Kayseri	İstanbul	B738
TK2223	Gaziantep	İstanbul	B738
TK2254	İstanbul	Hatay	A321
TK2153	Ankara	İstanbul	A319
TK2328	İstanbul	İzmir	B737
TK2419	Antalya	İstanbul	B737
TK2162	İstanbul	Ankara	A320
TK2164	İstanbul	Ankara	B738
TK2463	Adana	İstanbul	A320
TK2470	İstanbul	Adana	A320
TK2159	Ankara	İstanbul	B737
TK2332	İstanbul	İzmir	A321
TK2327	İzmir	İstanbul	B737
TK2166	İstanbul	Ankara	B738
TK2830	İstanbul	Trabzon	A321
TK2228	İstanbul	Gaziantep	B738
TK2420	İstanbul	Antalya	B738
TK2255	Hatay	İstanbul	B738
TK2334	İstanbul	İzmir	A320
TK2329	İzmir	İstanbul	A320
TK2170	İstanbul	Ankara	A321

TK2018	İstanbul	Kayseri	B738
TK2163	Ankara	İstanbul	A320
TK2814	İstanbul	Samsun	A320
TK2167	Ankara	İstanbul	B738
TK2174	İstanbul	Ankara	B737
TK2336	İstanbul	İzmir	A320
TK2333	İzmir	İstanbul	A321
TK2472	İstanbul	Adana	A320
TK2422	İstanbul	Antalya	A321
TK2471	Adana	İstanbul	B737
TK2421	Antalya	İstanbul	B737
TK2610	İstanbul	Diyarbakir	B738
TK2831	Trabzon	İstanbul	B737
TK2171	Ankara	İstanbul	B737
TK2178	İstanbul	Ankara	A320
TK2335	İzmir	İstanbul	A320
TK2340	İstanbul	İzmir	B738
TK2229	Gaziantep	İstanbul	A320
TK2019	Kayseri	İstanbul	A320
TK2815	Samsun	İstanbul	A320
TK2039	Konya	İstanbul	A321
TK2337	İzmir	İstanbul	A320
TK2474	İstanbul	Adana	A320
TK2175	Ankara	İstanbul	A320
TK2182	İstanbul	Ankara	A320
TK2473	Adana	İstanbul	B737
TK2426	İstanbul	Antalya	B738
TK2344	İstanbul	İzmir	A320
TK2186	İstanbul	Ankara	B737
TK2611	Diyarbakir	İstanbul	A320
TK2042	İstanbul	Konya	B738
TK2022	İstanbul	Kayseri	A321
TK2818	İstanbul	Samsun	A320
TK2183	Ankara	İstanbul	B737
TK2256	İstanbul	Hatay	A320
TK2838	İstanbul	Trabzon	A321
TK2236	İstanbul	Gaziantep	A320
TK2476	İstanbul	Adana	A320
TK2354	İstanbul	İzmir	A320
TK2190	İstanbul	Ankara	B737
TK2428	İstanbul	Antalya	B737

Her havalimanlarında her filodan geceleyin bulunması gereken uçak sayısı Çizelge 6.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.10 Her havalimanında gece bulunması gereken uçak sayısı.

	A319	A320	A321	B737	B738
Adana	-	4	1	-	-
Ankara	-	3	1	2	2
Antalya	-	1	1	1	2
Diyarbakır	-	-	-	-	1
Erzurum	-	-	-	-	-
Gaziantep	-	1	-	1	1
Hatay	-	1	1	-	-
İstanbul	1	3	1	7	3
İzmir	-	3	-	1	1
Kayseri	-	-	2	-	1
Konya	-	-	-	-	1
Samsun	-	1	-	-	-
Trabzon	-	-	2	-	-
Van	-	-	-	-	-

BÖLÜM 7

SONUÇ

Son yıllarda tüm dünyada havayolu şirketi sayılarının ve yolcu kapasitelerinin artışlarına paralel olarak uçuşların planlanmasıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır.

Yapılan tez çalışmasının amacı havayolu şirketlerinin periyodik olarak gerçekleştirdiği en önemli faaliyetlerden birisi olan uçuşların havayolu şirketlerinin filolarında bulunan uçaklara en uygun şekilde atanması probleminin çözümüne katkıda bulunmaktır. Özellikle günümüzdeki büyük havayolu şirketlerinin bünyelerinde yöneylem araştırması departmanlarını bulundurması ve şirketlerin bu ve benzeri problemleri çözmek için çeşitli yazılımlara yatırdıkları çok yüksek miktarlardaki para problemin önemini daha da açığa çıkartmaktadır. Problemin çözülmesiyle elde edilecek sonuçların havayolu şirketlerinin kârlılık oranlarını büyük ölçüde geliştirmesine katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra model ileriki zamanlarda bir havayolu şirketiyle yapılabilecek ortak bir çalışma kapsamında daha da geliştirilerek, o ve benzer havayollu şirketinin uçuşlarını atama problemi için çözüm aranabilir. Bu anlamda yapılan bu çalışmanın ileriki zamanlarda hazırlanabilecek yeni çalışmalara da temel oluşturabileceği söylenebilir. Yapılan çalışma sonucunda kurulan model her ne kadar modele girilen bazı gerçek ve tahmini verilerle çalıştırılmış olsa da, bu çalışma bir uygulama çalışmasından çok literatürde konu hakkında daha önceden yapılan çalışmaların incelenmesi sonucunda belirlenen bazı eksiklikleri gidermeye yönelik literatüre katkı amacıyla yapılmış bir çalışmadır.

Yapılan tez çalışmasında kapsamında THY için uçuş atama problemi başta literatürdeki çalışmalarda da dikkate alınan konular ve kısıtlar göz önünde bulundurularak maliyeti

minimum yapacak daha da geliştirilen matematiksel model kurulup, Lindo optimizasyon programı ile kolay bir şekilde optimal çözümünü sağlamaktır.

Havayolu işletmelerinde çizelgeleme ve planlama süreci ele alınıp, uçuşların atanması probleminin modellenmesi aşamasında hemen hemen her çalışmada temel alınan kısıtlar, modelin çözüm aşamasında uçuş bilgileri, uçuş mesafeleri, farklı tipteki çarkların teknik özellikleri vb. bazı bilgiler ilgili resmi Internet sayfalarından bulunarak kullanılmıştır. Fakat çalışmanın direkt uygulamaya yönelik olarak yapılmaması nedeniyle havayolu şirketiyle ortak bir çalışma düzenlenip gerçek verilere ulaşılmamıştır. Bu nedenle tez çalışmasında kurulan matematiksel modelde kullanılmak üzere gereksinim duyulan verilerden birisi olan uçuş ayaklarının tahmini yolcu talepleri ve uçuş maliyetleri gibi bilgiler tahmini ve oransal olarak kullanılmıştır. Elde edilen veriler ve kısıtlar ile Filo Atama Modeli kurulmuştur. Merkez olarak İstanbul Atatürk Havalimanı olmak üzere bu modelde seferler düzenlenen şehirler: Adana, Ankara, Antalya, Diyarbakır, Erzurum, Gaziantep, Hatay, İzmir, Kayseri, Konya, Samsun, Trabzon ve Van. THY'nin 4 adet A319 filo tipi, 25 adet A320 filo tipi, 21 adet A321 filo tipi, 14 adet B737 filo tipi ve 52 adet B738 filo tipi toplam 116 adet uçak kapasitelerini dikkate alarak model için maliyeti minimize edecek bir Amaç fonksiyonu oluşturulmuştur. Beş filo tipinin uçuşlara atanması durumundaki işletme masrafları, yolcu kayıp masrafları hesaplanmıştır. Bu değerler her uçuşun beklenen talebine ve standart sapmasına göre tekrar alım oranı da dikkate alınarak hesaplanmıştır. Amaç fonksiyonu oluşturulduktan sonra uçak kapsama kısıtları, uçak denge kısıtları ve uçak müsaitlik kısıtları belirlenmiştir. İkili ve tamsayı değişkenler tanımlanmıştır. Tüm bu yapılan işlemler sonucunda Filo Atama Modeli kurulmuştu ve Lindo optimizasyon programı ile kodlanıp Filoların maliyetini minimum yapacak şekilde uçuşlara atanmasını sağlayan optimal bir çözüm ile hava limanlarda geceleyin yerde bulunan optimal uçak sayıları elde edilmiştir.

İleriki çalışmalarda yeni kısıtlar ve yeni amaçlar eklenerek daha gelişmiş bir model kurulabilmektedir ve yapılan çalışmanın maliyetleri minimize edecek, çalışmayı kullanan şirket ve ülke ekonomisine katkı sağlaması amaçlanacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Abara, J.,(1989) Applying Mixed Integer Programming to Fleet Assignment Problem. *Interfaces*, 19(4).
- [2] AhmedA.H.,(April 2009) Integrating the Fleet Assignment Model with Uncertain Demand, Preprint submitted to Agifors Anna Valicek Award 2009.
- [3] Ulucan, A. ve Eryiğit, M., Hava Taşımacılığı Planlamasında Yöneylem Araştırması Modellerinin Kullanılması, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi* 59-4.
- [4] Barnhart, Kniker, C. ve Lohatepanont, T. S.,(2002), "İtinerary-Based airline Fleet Assignment," *Transportation Science*, 36(2).
- [5] Barnhart, C., Boland, N.L., Clarke L.W., Johnson E.L. and Nemhauser, G.L. 1998. Flight String Models for Aircraft Fleeting and Routing, *Transportation Science*. (3), 208-220.
- [6] Belanger, N., Desaulniers, G.,(2006) Weekly airline fleet assignment with homogeneity. *Transportation Research. Part B* 40:306-318.
- [7] Clarke L., Johnson E., Nemhauser G., ZHU Z.,(1997) The aircraft rotation problem. *Annals of Operations Research*, 69: 33 – 46.
- [8] Clarke, L. W., Hane, C. A., Johnson, E. L., Nemhauser, G. L., 1996. Maintenance and Crew Considerations in Fleet Assignment. *Transportation Science*, 30(3): 249-260.
- [9] Daskin, M.S. and Panayotopoulos, N.C.,(1989) A lagrangian Relaxation Approach to Assigning Aircraft to routes in Hub and Spoke Networks, *Transportation Science*. (2), 91-99.
- [10] Desaulniers, G., Desrosiers, J. and Dumas, Y. (1997) Daily Aircraft Routing and Scheduling, *Management Science*. (43):841-855.
- [11] Devlet Hava Meydanları İşletmesi. DHMİ Faaliyet raporu 18.03.2009.
- [12] Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, 9. Kalkınma Planı Havayolu Ulaşımı Özel İhtisas Komisyonu raporu.
- [13] Akay, D.,(2009) Filo ataması problemi ve karmaşık tam sayı programlama ile en iyileme yöntemleri, Yüksek Lisans tezi, İTÜ Fen Bilimleri İnstitüsü 2009.
- [14] Fillar, J. A., Manyem, P. ve White, K., (2001), "How Airlines and Airports Recover from Schedule Perturbations: A Survey," *Annals of Operations Research* 108: 315-333.

- [15] Grönkvist, M., (2000) "Aircraft Scheduling,"
- [16] Oktal, H. ve Küçükönel, H.,(2007) Dünyada Bölgesel Hava Taşımacılığı ve Türkiye’de Uygulanabilirliği, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 7(2): 383-394.
- [17] Hane C.A., Barnhart, Marsten R.E., Nemhauser G. ve Sigismondi G.,(1995) The Fleet Assignment Problem Solving a Large-Scale Integer Program, Mathematical Programming.
- [18] Hherali H.D., Bish E.K. ve Zhu, X.,(2006) Airline Fleet Assignment concepts, models and algorithms. European Journal of Operations Research.
- [19] Hjorring, Karish, C. A. ve Kohl, S.E.N., (2000) "Carmen System's Recent Advances in Crew Pairing,"
- [20] International Air Transportation Association. <http://www.airlines.org/>.
- [21] Ioachim, I.V.D. (1998), "Theory and Methodology: Fleet Assignment and Routing with scheduling Synchronization Constraints," European Journal of Operation Research, 119.
- [22] Orhan, İ., Kapanoğlu, .M, Karakoç, T.H.,(2010) Havayolu Operasyonlarında Planlama ve Çizelgeleme, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16(2):181-191.
- [23] Kilborn, E. (2000), Aircraft Scheduling and Operation. a Constraint Programming Approach, Thesis for Degree of Master of Science, Department of Computing Science, Chalmers University of Technology and Göteborg University, SE-412 96 Göteborg, Sweden.
- [24] Klabjan, D. (2003), "Large-scale Models in the Airline industry,"
- [25] Kontogiorgis, S. ve Acharya, S. (1999), "US Airways Automates its Weekend Fleet Assignment," Interfaces, 29/3.
- [26] Leeuwen, Hessellink Rohling (2002), "Scheduling Aircraft Using Constraint Satisfaction," Electronic Notes in Theoretical Computer Science, 76.
- [27] Lohatepanont M., ve Barnhart C.,(2004) Airline Schedule Planning: Integrated Models and Algorithms for Schedule Design and Fleet Assignment. Transportation Science (31).
- [28] Bazargan, M.,(2010) Airline Operations and Scheduling, Ashgate, USA.
- [29] Mathaisel, D.F.X, (1997) Decision Support for Airline Schedule Planning. Journal of Combinatorial Optimization , 251–275.
- [30] Taş, O.,(2007) Havayolu Şirketlerinde Uçuşların Atanması Probleminin Tavlama Benzetimi Yöntemi ile Çözülmesi, Yüksek Lisans tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler İnstitüsü 2007.
- [31] Pilla V. L., 2006. Robust Airline Fleet Assignment. The University Of Texas At Arlington, Doktora Tezi, 86.
- [32] Pulugurtha S. S. ve Nambisan, S. S., (2003) A Decision–Support Tool for Airline Yield Management Using Genetic Algorithms. Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, 18(3): 214-223.

- [33] Rexing, vd. (2000), "Airline Fleet Assignment with Time Windows," *Transportation Science*, 34/1.
- [34] Rushmeier R.A., Kontogiorgis S.A., (1997) *Advances in the Optimization of Airline Fleet Assignment*. *Transportation Science*, 31.
- [35] Sakkout, H. E. (1996), "Modelling Fleet Assignment in a Flexible Environment," in *Proc. of the Second International Conference on the Practical Application of Constraint Technology*
- [36] Sherali, H. D. , Bish, E.K. ve Zhu, X., (2006) *Airline fleet assignment concepts, models, and algorithms*. *European Journal of Operational Research*, 172: 1-30.
- [37] Stojkovic, G., Soumis, F., Desrosiers, J. ve Solomon, M.M., (2002) *An optimization model for a real-time flight scheduling problem*. *Transportation Research, Part A*, 36: 779–788.
- [38] Türk Hava Yolları. <http://www.turkishairlines.com/tr-TR/>.
- [39] Ulaştırma Ana Planı Stratejisi Sonuç Raporu, Ulaştırma ve Ulaşım Araçları Uyg-Ar merkezi, Şubat 2005.
- [40] Wang, X. ve Regan, A., (2006). *Dynamic yield management when aircraft assignments are subject to swap*. *Transportation Research, Part B*, 40: 563-576.
- [41] Wu, C.L., (2005) *Inherent delays and operational reliability of airline schedules*. *Journal of Air Transport Management*, 11: 273-282.
- [42] Yan S., Tang C.-H. ve Lee M.C., (2007) *A flight scheduling model for Taiwan airlines under market competitions*. *The International Journal of Management Science*, 35: 61-74.
- [43] Yan, S. ve Tseng, C. H. (2002) "A Passenger Demand Model for Airline Flight Scheduling and Fleet Routing," *Computer & Operations Research* 29.

FİLO ATAMA PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN KURULAN MODEL

A-1 Amaç Fonksiyon

Min Z =

$$\begin{aligned}
&7206,16x_{2451,1}+5940,04x_{2451,2}+6555,78x_{2451,3}+6277,03x_{2451,4}+5923,45x_{2451,5}+ \\
&7749,2x_{2237,1}+6741,71x_{2237,2}+8007,03x_{2237,3}+6743,88x_{2237,4}+6922,01x_{2237,5}+ \\
&4453,63x_{2403,1}+3760,81x_{2403,2}+4471,05x_{2403,3}+3857,64x_{2403,4}+3884,46x_{2403,5}+ \\
&3512,73x_{2305,1}+3126,51x_{2305,2}+3782,85x_{2305,3}+3101,83x_{2305,4}+3256,93x_{2305,5}+ \\
&3837,11x_{2105,1}+3237,06x_{2105,2}+3794,11x_{2105,3}+3322,23x_{2105,4}+3321,03x_{2105,5}+ \\
&11024,64x_{2257,1}+8480,4x_{2257,2}+7905,77x_{2257,3}+9535,7x_{2257,4}+8316,17x_{2257,5}+ \\
&6133,29x_{2116,1}+4544,03x_{2116,2}+4135,03x_{2116,3}+5186,22x_{2116,4}+4364,3x_{2116,5}+ \\
&8506,85x_{2819,1}+6672,51x_{2819,2}+6310,8x_{2819,3}+7400,94x_{2819,4}+6678,83x_{2819,5}+ \\
&8909,22x_{2023,1}+6828,96x_{2023,2}+6228,1x_{2023,3}+7785,24x_{2023,4}+6604,98x_{2023,5}+ \\
&4969,76x_{2109,1}+3802,22x_{2109,2}+3920,92x_{2109,3}+4284,22x_{2109,4}+3889,88x_{2109,5}+ \\
&11250,43x_{2453,1}+8276,8x_{2453,2}+7471,18x_{2453,3}+9473,66x_{2453,4}+8137,62x_{2453,5}+ \\
&3023,6x_{2310,1}+3034,8x_{2310,2}+3782,3x_{2310,3}+2847,82x_{2310,4}+3208,17x_{2310,5}+ \\
&4180,41x_{2307,1}+3390,15x_{2307,2}+3805,52x_{2307,3}+3632,77x_{2307,4}+3440,93x_{2307,5}+ \\
&6696,41x_{2454,1}+5707,32x_{2454,2}+6552,79x_{2454,3}+5872,83x_{2454,4}+5792,59x_{2454,5}+ \\
&17347,59x_{2839,1}+13200,22x_{2839,2}+10917,61x_{2839,3}+14962,11x_{2839,4}+12829,57x_{2839,5}+ \\
&6177,17x_{2826,1}+6790,24x_{2826,2}+8476,6x_{2826,3}+6155,48x_{2826,4}+7153,67x_{2826,5}+ \\
&5931,47x_{2032,1}+4500,76x_{2032,2}+4399,96x_{2032,3}+5016,8x_{2032,4}+4408,59x_{2032,5}+ \\
&4985,84x_{2122,1}+3904,47x_{2122,2}+3933,37x_{2122,3}+4305,6x_{2122,4}+3862,2x_{2122,5}+
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 6910,37x_{2602,1}+7620,21x_{2602,2}+9539,71x_{2602,3}+6960,05x_{2602,4}+8058,78x_{2602,5}+ \\
& 4209,45x_{2010,1}+4566,34x_{2010,2}+5692,05x_{2010,3}+4169,8x_{2010,4}+4816,66x_{2010,5}+ \\
& 9121,08x_{2409,1}+7054,25x_{2409,2}+5923,99x_{2409,3}+8104,64x_{2409,4}+6797,19x_{2409,5}+ \\
& 7419,28x_{2806,1}+5766,59x_{2806,2}+5887,66x_{2806,3}+6384,4x_{2806,4}+5572,86x_{2806,5}+ \\
& 4308,64x_{2113,1}+3596,13x_{2113,2}+3831,38x_{2113,3}+3740,25x_{2113,4}+3574,56x_{2113,5}+ \\
& 5765,36x_{2220,1}+6406,63x_{2220,2}+8006,73x_{2220,3}+5873,96x_{2220,4}+6763,45x_{2220,5}+ \\
& 4692,4x_{2309,1}+3678,54x_{2309,2}+3832,4x_{2309,3}+3995,67x_{2309,4}+3584,77x_{2309,5}+ \\
& 5276,13x_{2117,1}+3904,39x_{2117,2}+3908,89x_{2117,3}+4507,71x_{2117,4}+3851,76x_{2117,5}+ \\
& 3331,46x_{2312,1}+3099,97x_{2312,2}+3788,83x_{2312,3}+3024,1x_{2312,4}+3241,77x_{2312,5}+ \\
& 4207,84x_{2126,1}+3546,57x_{2126,2}+3844,87x_{2126,3}+3753,2x_{2126,4}+3538,88x_{2126,5}+ \\
& 6927,87x_{2407,1}+5394,28x_{2407,2}+4933,49x_{2407,3}+5959,45x_{2407,4}+5167,82x_{2407,5}+ \\
& 3735,55x_{2410,1}+3647,84x_{2410,2}+4473,23x_{2410,3}+3465,92x_{2410,4}+3819,25x_{2410,5}+ \\
& 6724,81x_{2458,1}+5961,34x_{2458,2}+6600,23x_{2458,3}+6098,44x_{2458,4}+5937,69x_{2458,5}+ \\
& 4533,92x_{2130,1}+3580,81x_{2130,2}+3854,07x_{2130,3}+4045,26x_{2130,4}+3618,94x_{2130,5}+ \\
& 7927,81x_{2252,1}+6521,88x_{2252,2}+7391,18x_{2252,3}+6823,99x_{2252,4}+6548,75x_{2252,5}+ \\
& 4538,89x_{2123,1}+3534,39x_{2123,2}+3825,25x_{2123,3}+3736,39x_{2123,4}+3573,88x_{2123,5}+ \\
& 3342,73x_{2316,1}+3156,8x_{2316,2}+3794,95x_{2316,3}+3128,33x_{2316,4}+3289,49x_{2316,5}+ \\
& 4840,57x_{2311,1}+3733,41x_{2311,2}+3900,81x_{2311,3}+4215,59x_{2311,4}+3760,3x_{2311,5}+ \\
& 7461,45x_{2704,1}+7847,93x_{2704,2}+9709,2x_{2704,3}+7299,9x_{2704,4}+8238,5x_{2704,5}+ \\
& 21276,74x_{2750,1}+16414,71x_{2750,2}+13839,92x_{2750,3}+19247,08x_{2750,4}+15697,58x_{2750,5}+ \\
& 5072,96x_{2033,1}+3996,56x_{2033,2}+4273,48x_{2033,3}+4415,67x_{2033,4}+4030,9x_{2033,5}+ \\
& 7508,94x_{2455,1}+5926,89x_{2455,2}+6612,23x_{2455,3}+6427,95x_{2455,4}+6031,13x_{2455,5}+ \\
& 9601,98x_{2011,1}+7248,47x_{2011,2}+6514,87x_{2011,3}+8303,39x_{2011,4}+7087,51x_{2011,5}+ \\
& 17825,49x_{2827,1}+13993,84x_{2827,2}+11386,8x_{2827,3}+15995,75x_{2827,4}+13484,05x_{2827,5}+ \\
& 9104,72x_{2807,1}+7124,09x_{2807,2}+6540,02x_{2807,3}+7915,59x_{2807,4}+6767,86x_{2807,5}+ \\
& 12292,54x_{2603,1}+9738,23x_{2603,2}+9876,16x_{2603,3}+10731,67x_{2603,4}+9610,75x_{2603,5}+ \\
& 3890,54x_{2127,1}+3272,09x_{2127,2}+3794,7x_{2127,3}+3405,74x_{2127,4}+3340,63x_{2127,5}+ \\
& 3441,25x_{2138,1}+3108,59x_{2138,2}+3783,85x_{2138,3}+3081,28x_{2138,4}+3248,01x_{2138,5}+ \\
& 3687,82x_{2313,1}+3195,33x_{2313,2}+3786,45x_{2313,3}+3296,55x_{2313,4}+3297,74x_{2313,5}+ \\
& 3624,04x_{2412,1}+3615,27x_{2412,2}+4469,06x_{2412,3}+3395,59x_{2412,4}+3794,99x_{2412,5}+ \\
& 9232,11x_{2221,1}+7653,23x_{2221,2}+8169,07x_{2221,3}+8156,05x_{2221,4}+7808,23x_{2221,5}+ \\
& 5819,87x_{2411,1}+4466,74x_{2411,2}+4558,39x_{2411,3}+4842,74x_{2411,4}+4472,51x_{2411,5}+
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 3986,8x_{2129,1}+3277,07x_{2129,2}+3798,6x_{2129,3}+3454,88x_{2129,4}+3375,98x_{2129,5} + \\
& 8638,98x_{2459,1}+6593,07x_{2459,2}+6731,06x_{2459,3}+7249,43x_{2459,4}+6640,74x_{2459,5} + \\
& 3561,3x_{2135,1}+3175,05x_{2135,2}+3789,7x_{2135,3}+3155,83x_{2135,4}+3270,67x_{2135,5} + \\
& 3295,12x_{2320,1}+3147,72x_{2320,2}+3793,88x_{2320,3}+3089,53x_{2320,4}+3278,43x_{2320,5} + \\
& 3494,12x_{2317,1}+3159,01x_{2317,2}+3784,31x_{2317,3}+3105,15x_{2317,4}+3242,51x_{2317,5} + \\
& 2870,42x_{2142,1}+3051,95x_{2142,2}+3783,49x_{2142,3}+2855,93x_{2142,4}+3209,28x_{2142,5} + \\
& 10273,91x_{2253,1}+8112,07x_{2253,2}+7767,21x_{2253,3}+9033,68x_{2253,4}+8005,22x_{2253,5} + \\
& 5772,11x_{2460,1}+5429,6x_{2460,2}+6544,93x_{2460,3}+5301,22x_{2460,4}+5609,11x_{2460,5} + \\
& 3523,33x_{2414,1}+3598,58x_{2414,2}+4470,6x_{2414,3}+3347,64x_{2414,4}+3779,55x_{2414,5} + \\
& 3486,15x_{2139,1}+3133,84x_{2139,2}+3784,38x_{2139,3}+3128,85x_{2139,4}+3240,77x_{2139,5} + \\
& 19674,3x_{2751,1}+15270,75x_{2751,2}+13424,49x_{2751,3}+17323,54x_{2751,4}+14658,37x_{2751,5} + \\
& 9855,44x_{2705,1}+8377,44x_{2705,2}+9766,11x_{2705,3}+8871,76x_{2705,4}+8665,99x_{2705,5} + \\
& 4482,64x_{2413,1}+3868,6x_{2413,2}+4474,91x_{2413,3}+3963,7x_{2413,4}+3964,86x_{2413,5} + \\
& 2486,26x_{2146,1}+3012,28x_{2146,2}+3782,01x_{2146,3}+2660,6x_{2146,4}+3185,14x_{2146,5} + \\
& 13666,22x_{2746,1}+11014,42x_{2746,2}+11920,26x_{2746,3}+11683,7x_{2746,4}+11164,43x_{2746,5} + \\
& 10340,64x_{2222,1}+8034,81x_{2222,2}+8236,6x_{2222,3}+8815,29x_{2222,4}+8110,66x_{2222,5} + \\
& 2944,61x_{2321,1}+3042,2x_{2321,2}+3783,08x_{2321,3}+2844,82x_{2321,4}+3201,9x_{2321,5} + \\
& 3695,15x_{2143,1}+3198,7x_{2143,2}+3785,4x_{2143,3}+3261,9x_{2143,4}+3292,56x_{2143,5} + \\
& 3050,49x_{2324,1}+3048,57x_{2324,2}+3782,83x_{2324,3}+2845,43x_{2324,4}+3204,84x_{2324,5} + \\
& 7101,4x_{2014,1}+5620,46x_{2014,2}+5863,8x_{2014,3}+6363,69x_{2014,4}+5770,1x_{2014,5} + \\
& 2756,69x_{2150,1}+3028,05x_{2150,2}+3782,01x_{2150,3}+2757,86x_{2150,4}+3196,98x_{2150,5} + \\
& 7448,13x_{2415,1}+5663,82x_{2415,2}+5037,67x_{2415,3}+6449,1x_{2415,4}+5523,81x_{2415,5} + \\
& 7076,91x_{2461,1}+5930,64x_{2461,2}+6591,83x_{2461,3}+6164,75x_{2461,4}+6045,81x_{2461,5} + \\
& 6683,63x_{2147,1}+4902,59x_{2147,2}+4270,51x_{2147,3}+5728,52x_{2147,4}+4663,75x_{2147,5} + \\
& 4428,24x_{2418,1}+3783,14x_{2418,2}+4477,54x_{2418,3}+3823,72x_{2418,4}+3920,11x_{2418,5} + \\
& 5151,03x_{2152,1}+3866,46x_{2152,2}+3898,41x_{2152,3}+4405,36x_{2152,4}+3906,16x_{2152,5} + \\
& 5561,23x_{2462,1}+5365,34x_{2462,2}+6545,27x_{2462,3}+5130,04x_{2462,4}+5618,15x_{2462,5} + \\
& 5531,28x_{2151,1}+4097,89x_{2151,2}+3911,05x_{2151,3}+4716,39x_{2151,4}+3944,52x_{2151,5} + \\
& 2995,75x_{2326,1}+3046,06x_{2326,2}+3783,29x_{2326,3}+2904,34x_{2326,4}+3209,27x_{2326,5} + \\
& 3542,89x_{2325,1}+3120,01x_{2325,2}+3783,6x_{2325,3}+3128,31x_{2325,4}+3261,33x_{2325,5} + \\
& 3508,5x_{2158,1}+3183,79x_{2158,2}+3786,33x_{2158,3}+3158,34x_{2158,4}+3277,42x_{2158,5} + \\
& 23961,65x_{2747,1}+18435,56x_{2747,2}+15167,1x_{2747,3}+20897,69x_{2747,4}+18240,09x_{2747,5} +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 8939,27x_{2015,1}+7164,74x_{2015,2}+6407,6x_{2015,3}+7820,08x_{2015,4}+6779,56x_{2015,5} + \\
& 11856,59x_{2223,1}+8724,22x_{2223,2}+8466,24x_{2223,3}+9918,54x_{2223,4}+8527,17x_{2223,5} + \\
& 10829,51x_{2254,1}+8186,82x_{2254,2}+7786,54x_{2254,3}+9393,98x_{2254,4}+8009,68x_{2254,5} + \\
& 2944,86x_{2153,1}+3057,1x_{2153,2}+3783,2x_{2153,3}+2889,89x_{2153,4}+3215,4x_{2153,5} + \\
& 2766,83x_{2328,1}+3015,87x_{2328,2}+3782,34x_{2328,3}+2725,58x_{2328,4}+3186,95x_{2328,5} + \\
& 3696,91x_{2419,1}+3675,68x_{2419,2}+4471,52x_{2419,3}+3584,89x_{2419,4}+3818,68x_{2419,5} + \\
& 3909,91x_{2162,1}+3262,16x_{2162,2}+3788,8x_{2162,3}+3343,13x_{2162,4}+3296,78x_{2162,5} + \\
& 4960,29x_{2164,1}+3697,08x_{2164,2}+3849,8x_{2164,3}+4193,86x_{2164,4}+3625,94x_{2164,5} + \\
& 8069,56x_{2463,1}+6376,25x_{2463,2}+6700,63x_{2463,3}+7051,53x_{2463,4}+6390,63x_{2463,5} + \\
& 7022,56x_{2470,1}+5881,62x_{2470,2}+6608,11x_{2470,3}+6210,61x_{2470,4}+6012,06x_{2470,5} + \\
& 3834,34x_{2159,1}+3285,65x_{2159,2}+3798,98x_{2159,3}+3342,21x_{2159,4}+3364,53x_{2159,5} + \\
& 5105,83x_{2332,1}+3915,96x_{2332,2}+3943,08x_{2332,3}+4321,12x_{2332,4}+3861,91x_{2332,5} + \\
& 3432,84x_{2327,1}+3186,79x_{2327,2}+3786,01x_{2327,3}+3157,12x_{2327,4}+3258,89x_{2327,5} + \\
& 5203,44x_{2166,1}+3987,25x_{2166,2}+3946,55x_{2166,3}+4554,72x_{2166,4}+3921,81x_{2166,5} + \\
& 8569,72x_{2830,1}+7428,1x_{2830,2}+8525,4x_{2830,3}+7711,67x_{2830,4}+7625,86x_{2830,5} + \\
& 10247,94x_{2228,1}+7755,64x_{2228,2}+8157,82x_{2228,3}+8632,74x_{2228,4}+7815,13x_{2228,5} + \\
& 4081,99x_{2420,1}+3714,47x_{2420,2}+4471,52x_{2420,3}+3687,65x_{2420,4}+3843,42x_{2420,5} + \\
& 10214,89x_{2255,1}+8059,47x_{2255,2}+7736,32x_{2255,3}+8873,95x_{2255,4}+7692,25x_{2255,5} + \\
& 3370,16x_{2334,1}+3152,32x_{2334,2}+3788,11x_{2334,3}+3160,35x_{2334,4}+3246,77x_{2334,5} + \\
& 4995,05x_{2329,1}+3921,95x_{2329,2}+3959,14x_{2329,3}+4296,43x_{2329,4}+3948,55x_{2329,5} + \\
& 5672,87x_{2170,1}+4179,91x_{2170,2}+3981,05x_{2170,3}+4787,49x_{2170,4}+4133,69x_{2170,5} + \\
& 6766,19x_{2018,1}+5375,79x_{2018,2}+5761,34x_{2018,3}+5889,63x_{2018,4}+5344,39x_{2018,5} + \\
& 3848,26x_{2163,1}+3277,07x_{2163,2}+3788,27x_{2163,3}+3437,95x_{2163,4}+3344,55x_{2163,5} + \\
& 6974,22x_{2814,1}+5407,16x_{2814,2}+5832,37x_{2814,3}+5812,65x_{2814,4}+5499,51x_{2814,5} + \\
& 4883,54x_{2167,1}+3832,16x_{2167,2}+3943,31x_{2167,3}+4159,4x_{2167,4}+3777,5x_{2167,5} + \\
& 3125,57x_{2174,1}+3093,03x_{2174,2}+3784,06x_{2174,3}+2939,32x_{2174,4}+3229,4x_{2174,5} + \\
& 3270,48x_{2336,1}+3165,72x_{2336,2}+3789,22x_{2336,3}+3102,93x_{2336,4}+3279,61x_{2336,5} + \\
& 5443,24x_{2333,1}+4161,36x_{2333,2}+3982,16x_{2333,3}+4621,26x_{2333,4}+4077,23x_{2333,5} + \\
& 6712,05x_{2472,1}+5647,01x_{2472,2}+6571,42x_{2472,3}+5760,59x_{2472,4}+5741,94x_{2472,5} + \\
& 5699,6x_{2422,1}+4258,67x_{2422,2}+4539,58x_{2422,3}+4625,83x_{2422,4}+4357,65x_{2422,5} + \\
& 5863,01x_{2471,1}+5393,01x_{2471,2}+6546,08x_{2471,3}+5284,59x_{2471,4}+5611,97x_{2471,5} + \\
& 3298,77x_{2421,1}+3588,54x_{2421,2}+4469,01x_{2421,3}+3312,17x_{2421,4}+3798,99x_{2421,5} +
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&10563,8x_{2610,1}+8626,88x_{2610,2}+9655,44x_{2610,3}+8965,44x_{2610,4}+8666,04x_{2610,5} + \\
&7813,32x_{2831,1}+7059,94x_{2831,2}+8486,24x_{2831,3}+6957,6x_{2831,4}+7290,19x_{2831,5} + \\
&3306,97x_{2171,1}+3147,01x_{2171,2}+3791,03x_{2171,3}+3080,83x_{2171,4}+3257,88x_{2171,5} + \\
&4006,35x_{2178,1}+3399,33x_{2178,2}+3810,45x_{2178,3}+3593,57x_{2178,4}+3448,04x_{2178,5} + \\
&4098,4x_{2335,1}+3364,6x_{2335,2}+3801,52x_{2335,3}+3575,26x_{2335,4}+3424,04x_{2335,5} + \\
&4879,12x_{2340,1}+3757,14x_{2340,2}+3853,96x_{2340,3}+4170,06x_{2340,4}+3633,78x_{2340,5} + \\
&8421,56x_{2229,1}+7079,83x_{2229,2}+8087,29x_{2229,3}+7506,53x_{2229,4}+7200,35x_{2229,5} + \\
&7091,52x_{2019,1}+5583,88x_{2019,2}+5881,26x_{2019,3}+6338,29x_{2019,4}+5687,6x_{2019,5} + \\
&6093,07x_{2815,1}+5035,96x_{2815,2}+5803,67x_{2815,3}+5326,31x_{2815,4}+5154,87x_{2815,5} + \\
&5809,95x_{2039,1}+4600,8x_{2039,2}+4453,99x_{2039,3}+5224,69x_{2039,4}+4488,4x_{2039,5} + \\
&4090,8x_{2337,1}+3369,44x_{2337,2}+3828,86x_{2337,3}+3585,79x_{2337,4}+3442,3x_{2337,5} + \\
&7324,09x_{2474,1}+5865,31x_{2474,2}+6588,24x_{2474,3}+6336,44x_{2474,4}+5926,65x_{2474,5} + \\
&3796,29x_{2175,1}+3258,54x_{2175,2}+3794,14x_{2175,3}+3375,03x_{2175,4}+3332,34x_{2175,5} + \\
&4074,54x_{2182,1}+3383,85x_{2182,2}+3807,96x_{2182,3}+3513,79x_{2182,4}+3392,55x_{2182,5} + \\
&6033,06x_{2473,1}+5534,2x_{2473,2}+6551,85x_{2473,3}+5354,26x_{2473,4}+5700,76x_{2473,5} + \\
&4029,51x_{2426,1}+3819,76x_{2426,2}+4491,99x_{2426,3}+3723,28x_{2426,4}+3948,7x_{2426,5} + \\
&4034,18x_{2344,1}+3294,12x_{2344,2}+3813,85x_{2344,3}+3443,03x_{2344,4}+3441,39x_{2344,5} + \\
&2975,84x_{2186,1}+3051,07x_{2186,2}+3784,34x_{2186,3}+2848,86x_{2186,4}+3199,74x_{2186,5} + \\
&11033,54x_{2611,1}+9119,00x_{2611,2}+9704,7x_{2611,3}+9854,23x_{2611,4}+9256,43x_{2611,5} + \\
&5653,77x_{2042,1}+4291,68x_{2042,2}+4341,6x_{2042,3}+4831,16x_{2042,4}+4236,31x_{2042,5} + \\
&6915,98x_{2022,1}+5519,11x_{2022,2}+5783,47x_{2022,3}+5951,64x_{2022,4}+5472,14x_{2022,5} + \\
&6461,47x_{2818,1}+5106,13x_{2818,2}+5794,37x_{2818,3}+5500,86x_{2818,4}+5303,25x_{2818,5} + \\
&3533,78x_{2183,1}+3123,17x_{2183,2}+3788,52x_{2183,3}+3078,8x_{2183,4}+3271,75x_{2183,5} + \\
&6348,82x_{2256,1}+6095,63x_{2256,2}+7380,05x_{2256,3}+5981,81x_{2256,4}+6356,16x_{2256,5} + \\
&11170,8x_{2838,1}+8612,87x_{2838,2}+8840,3x_{2838,3}+9756,4x_{2838,4}+8585,26x_{2838,5} + \\
&7866,12x_{2236,1}+6772,55x_{2236,2}+8018,12x_{2236,3}+6847,53x_{2236,4}+6954,35x_{2236,5} + \\
&6591,48x_{2476,1}+5603,5x_{2476,2}+6562,25x_{2476,3}+5776,73x_{2476,4}+5814,56x_{2476,5} + \\
&3542,15x_{2354,1}+3147,64x_{2354,2}+3786,01x_{2354,3}+3134,38x_{2354,4}+3269,76x_{2354,5} + \\
&2913,31x_{2190,1}+3049,74x_{2190,2}+3782,44x_{2190,3}+2871,84x_{2190,4}+3206,08x_{2190,5} + \\
&3512,7x_{2428,1}+3613,68x_{2428,2}+4470,02x_{2428,3}+3363,16x_{2428,4}+3814,14x_{2428,5}
\end{aligned}$$

A-2 Kısıt Fonksiyonları

Uçuş Kapsama Kısıtları

$$x_{2451,1} + x_{2451,2} + x_{2451,3} + x_{2451,4} + x_{2451,5} = 1$$

$$x_{2237,1} + x_{2237,2} + x_{2237,3} + x_{2237,4} + x_{2237,5} = 1$$

$$x_{2403,1} + x_{2403,2} + x_{2403,3} + x_{2403,4} + x_{2403,5} = 1$$

$$x_{2305,1} + x_{2305,2} + x_{2305,3} + x_{2305,4} + x_{2305,5} = 1$$

$$x_{2105,1} + x_{2105,2} + x_{2105,3} + x_{2105,4} + x_{2105,5} = 1$$

$$x_{2257,1} + x_{2257,2} + x_{2257,3} + x_{2257,4} + x_{2257,5} = 1$$

$$x_{2116,1} + x_{2116,2} + x_{2116,3} + x_{2116,4} + x_{2116,5} = 1$$

$$x_{2819,1} + x_{2819,2} + x_{2819,3} + x_{2819,4} + x_{2819,5} = 1$$

$$x_{2023,1} + x_{2023,2} + x_{2023,3} + x_{2023,4} + x_{2023,5} = 1$$

$$x_{2109,1} + x_{2109,2} + x_{2109,3} + x_{2109,4} + x_{2109,5} = 1$$

$$x_{2453,1} + x_{2453,2} + x_{2453,3} + x_{2453,4} + x_{2453,5} = 1$$

$$x_{2310,1} + x_{2310,2} + x_{2310,3} + x_{2310,4} + x_{2310,5} = 1$$

$$x_{2307,1} + x_{2307,2} + x_{2307,3} + x_{2307,4} + x_{2307,5} = 1$$

$$x_{2454,1} + x_{2454,2} + x_{2454,3} + x_{2454,4} + x_{2454,5} = 1$$

$$x_{2839,1} + x_{2839,2} + x_{2839,3} + x_{2839,4} + x_{2839,5} = 1$$

$$x_{2826,1} + x_{2826,2} + x_{2826,3} + x_{2826,4} + x_{2826,5} = 1$$

$$x_{2032,1} + x_{2032,2} + x_{2032,3} + x_{2032,4} + x_{2032,5} = 1$$

$$x_{2122,1} + x_{2122,2} + x_{2122,3} + x_{2122,4} + x_{2122,5} = 1$$

$$x_{2602,1} + x_{2602,2} + x_{2602,3} + x_{2602,4} + x_{2602,5} = 1$$

$$x_{2010,1} + x_{2010,2} + x_{2010,3} + x_{2010,4} + x_{2010,5} = 1$$

$$x_{2409,1} + x_{2409,2} + x_{2409,3} + x_{2409,4} + x_{2409,5} = 1$$

$$x_{2806,1} + x_{2806,2} + x_{2806,3} + x_{2806,4} + x_{2806,5} = 1$$

$$x_{2113,1} + x_{2113,2} + x_{2113,3} + x_{2113,4} + x_{2113,5} = 1$$

$$x_{2220,1} + x_{2220,2} + x_{2220,3} + x_{2220,4} + x_{2220,5} = 1$$

$$x_{2309,1} + x_{2309,2} + x_{2309,3} + x_{2309,4} + x_{2309,5} = 1$$

$$x_{2117,1} + x_{2117,2} + x_{2117,3} + x_{2117,4} + x_{2117,5} = 1$$

$$x_{2312,1} + x_{2312,2} + x_{2312,3} + x_{2312,4} + x_{2312,5} = 1$$

$$x_{2126,1} + x_{2126,2} + x_{2126,3} + x_{2126,4} + x_{2126,5} = 1$$

$$x_{2407,1} + x_{2407,2} + x_{2407,3} + x_{2407,4} + x_{2407,5} = 1$$

$$x_{2410,1} + x_{2410,2} + x_{2410,3} + x_{2410,4} + x_{2410,5} = 1$$

$$\begin{aligned}
& x_{2458,1} + x_{2458,2} + x_{2458,3} + x_{2458,4} + x_{2458,5} = 1 \\
& x_{2130,1} + x_{2130,2} + x_{2130,3} + x_{2130,4} + x_{2130,5} = 1 \\
& x_{2252,1} + x_{2252,2} + x_{2252,3} + x_{2252,4} + x_{2252,5} = 1 \\
& x_{2123,1} + x_{2123,2} + x_{2123,3} + x_{2123,4} + x_{2123,5} = 1 \\
& x_{2316,1} + x_{2316,2} + x_{2316,3} + x_{2316,4} + x_{2316,5} = 1 \\
& x_{2311,1} + x_{2311,2} + x_{2311,3} + x_{2311,4} + x_{2311,5} = 1 \\
& x_{2704,1} + x_{2704,2} + x_{2704,3} + x_{2704,4} + x_{2704,5} = 1 \\
& x_{2750,1} + x_{2750,2} + x_{2750,3} + x_{2750,4} + x_{2750,5} = 1 \\
& x_{2033,1} + x_{2033,2} + x_{2033,3} + x_{2033,4} + x_{2033,5} = 1 \\
& x_{2455,1} + x_{2455,2} + x_{2455,3} + x_{2455,4} + x_{2455,5} = 1 \\
& x_{2011,1} + x_{2011,2} + x_{2011,3} + x_{2011,4} + x_{2011,5} = 1 \\
& x_{2827,1} + x_{2827,2} + x_{2827,3} + x_{2827,4} + x_{2827,5} = 1 \\
& x_{2807,1} + x_{2807,2} + x_{2807,3} + x_{2807,4} + x_{2807,5} = 1 \\
& x_{2603,1} + x_{2603,2} + x_{2603,3} + x_{2603,4} + x_{2603,5} = 1 \\
& x_{2127,1} + x_{2127,2} + x_{2127,3} + x_{2127,4} + x_{2127,5} = 1 \\
& x_{2138,1} + x_{2138,2} + x_{2138,3} + x_{2138,4} + x_{2138,5} = 1 \\
& x_{2313,1} + x_{2313,2} + x_{2313,3} + x_{2313,4} + x_{2313,5} = 1 \\
& x_{2412,1} + x_{2412,2} + x_{2412,3} + x_{2412,4} + x_{2412,5} = 1 \\
& x_{2221,1} + x_{2221,2} + x_{2221,3} + x_{2221,4} + x_{2221,5} = 1 \\
& x_{2411,1} + x_{2411,2} + x_{2411,3} + x_{2411,4} + x_{2411,5} = 1 \\
& x_{2129,1} + x_{2129,2} + x_{2129,3} + x_{2129,4} + x_{2129,5} = 1 \\
& x_{2459,1} + x_{2459,2} + x_{2459,3} + x_{2459,4} + x_{2459,5} = 1 \\
& x_{2135,1} + x_{2135,2} + x_{2135,3} + x_{2135,4} + x_{2135,5} = 1 \\
& x_{2320,1} + x_{2320,2} + x_{2320,3} + x_{2320,4} + x_{2320,5} = 1 \\
& x_{2317,1} + x_{2317,2} + x_{2317,3} + x_{2317,4} + x_{2317,5} = 1 \\
& x_{2142,1} + x_{2142,2} + x_{2142,3} + x_{2142,4} + x_{2142,5} = 1 \\
& x_{2253,1} + x_{2253,2} + x_{2253,3} + x_{2253,4} + x_{2253,5} = 1 \\
& x_{2460,1} + x_{2460,2} + x_{2460,3} + x_{2460,4} + x_{2460,5} = 1 \\
& x_{2414,1} + x_{2414,2} + x_{2414,3} + x_{2414,4} + x_{2414,5} = 1 \\
& x_{2139,1} + x_{2139,2} + x_{2139,3} + x_{2139,4} + x_{2139,5} = 1 \\
& x_{2751,1} + x_{2751,2} + x_{2751,3} + x_{2751,4} + x_{2751,5} = 1 \\
& x_{2705,1} + x_{2705,2} + x_{2705,3} + x_{2705,4} + x_{2705,5} = 1 \\
& x_{2413,1} + x_{2413,2} + x_{2413,3} + x_{2413,4} + x_{2413,5} = 1
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& x_{2146,1} + x_{2146,2} + x_{2146,3} + x_{2146,4} + x_{2146,5} = 1 \\
& x_{2746,1} + x_{2746,2} + x_{2746,3} + x_{2746,4} + x_{2746,5} = 1 \\
& x_{2222,1} + x_{2222,2} + x_{2222,3} + x_{2222,4} + x_{2222,5} = 1 \\
& x_{2321,1} + x_{2321,2} + x_{2321,3} + x_{2321,4} + x_{2321,5} = 1 \\
& x_{2143,1} + x_{2143,2} + x_{2143,3} + x_{2143,4} + x_{2143,5} = 1 \\
& x_{2324,1} + x_{2324,2} + x_{2324,3} + x_{2324,4} + x_{2324,5} = 1 \\
& x_{2014,1} + x_{2014,2} + x_{2014,3} + x_{2014,4} + x_{2014,5} = 1 \\
& x_{2150,1} + x_{2150,2} + x_{2150,3} + x_{2150,4} + x_{2150,5} = 1 \\
& x_{2415,1} + x_{2415,2} + x_{2415,3} + x_{2415,4} + x_{2415,5} = 1 \\
& x_{2461,1} + x_{2461,2} + x_{2461,3} + x_{2461,4} + x_{2461,5} = 1 \\
& x_{2147,1} + x_{2147,2} + x_{2147,3} + x_{2147,4} + x_{2147,5} = 1 \\
& x_{2418,1} + x_{2418,2} + x_{2418,3} + x_{2418,4} + x_{2418,5} = 1 \\
& x_{2152,1} + x_{2152,2} + x_{2152,3} + x_{2152,4} + x_{2152,5} = 1 \\
& x_{2462,1} + x_{2462,2} + x_{2462,3} + x_{2462,4} + x_{2462,5} = 1 \\
& x_{2151,1} + x_{2151,2} + x_{2151,3} + x_{2151,4} + x_{2151,5} = 1 \\
& x_{2326,1} + x_{2326,2} + x_{2326,3} + x_{2326,4} + x_{2326,5} = 1 \\
& x_{2325,1} + x_{2325,2} + x_{2325,3} + x_{2325,4} + x_{2325,5} = 1 \\
& x_{2158,1} + x_{2158,2} + x_{2158,3} + x_{2158,4} + x_{2158,5} = 1 \\
& x_{2747,1} + x_{2747,2} + x_{2747,3} + x_{2747,4} + x_{2747,5} = 1 \\
& x_{2015,1} + x_{2015,2} + x_{2015,3} + x_{2015,4} + x_{2015,5} = 1 \\
& x_{2223,1} + x_{2223,2} + x_{2223,3} + x_{2223,4} + x_{2223,5} = 1 \\
& x_{2254,1} + x_{2254,2} + x_{2254,3} + x_{2254,4} + x_{2254,5} = 1 \\
& x_{2153,1} + x_{2153,2} + x_{2153,3} + x_{2153,4} + x_{2153,5} = 1 \\
& x_{2328,1} + x_{2328,2} + x_{2328,3} + x_{2328,4} + x_{2328,5} = 1 \\
& x_{2419,1} + x_{2419,2} + x_{2419,3} + x_{2419,4} + x_{2419,5} = 1 \\
& x_{2162,1} + x_{2162,2} + x_{2162,3} + x_{2162,4} + x_{2162,5} = 1 \\
& x_{2164,1} + x_{2164,2} + x_{2164,3} + x_{2164,4} + x_{2164,5} = 1 \\
& x_{2463,1} + x_{2463,2} + x_{2463,3} + x_{2463,4} + x_{2463,5} = 1 \\
& x_{2470,1} + x_{2470,2} + x_{2470,3} + x_{2470,4} + x_{2470,5} = 1 \\
& x_{2159,1} + x_{2159,2} + x_{2159,3} + x_{2159,4} + x_{2159,5} = 1 \\
& x_{2332,1} + x_{2332,2} + x_{2332,3} + x_{2332,4} + x_{2332,5} = 1 \\
& x_{2327,1} + x_{2327,2} + x_{2327,3} + x_{2327,4} + x_{2327,5} = 1 \\
& x_{2166,1} + x_{2166,2} + x_{2166,3} + x_{2166,4} + x_{2166,5} = 1
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& x_{2830,1} + x_{2830,2} + x_{2830,3} + x_{2830,4} + x_{2830,5} = 1 \\
& x_{2228,1} + x_{2228,2} + x_{2228,3} + x_{2228,4} + x_{2228,5} = 1 \\
& x_{2420,1} + x_{2420,2} + x_{2420,3} + x_{2420,4} + x_{2420,5} = 1 \\
& x_{2255,1} + x_{2255,2} + x_{2255,3} + x_{2255,4} + x_{2255,5} = 1 \\
& x_{2334,1} + x_{2334,2} + x_{2334,3} + x_{2334,4} + x_{2334,5} = 1 \\
& x_{2329,1} + x_{2329,2} + x_{2329,3} + x_{2329,4} + x_{2329,5} = 1 \\
& x_{2170,1} + x_{2170,2} + x_{2170,3} + x_{2170,4} + x_{2170,5} = 1 \\
& x_{2018,1} + x_{2018,2} + x_{2018,3} + x_{2018,4} + x_{2018,5} = 1 \\
& x_{2163,1} + x_{2163,2} + x_{2163,3} + x_{2163,4} + x_{2163,5} = 1 \\
& x_{2814,1} + x_{2814,2} + x_{2814,3} + x_{2814,4} + x_{2814,5} = 1 \\
& x_{2167,1} + x_{2167,2} + x_{2167,3} + x_{2167,4} + x_{2167,5} = 1 \\
& x_{2174,1} + x_{2174,2} + x_{2174,3} + x_{2174,4} + x_{2174,5} = 1 \\
& x_{2336,1} + x_{2336,2} + x_{2336,3} + x_{2336,4} + x_{2336,5} = 1 \\
& x_{2333,1} + x_{2333,2} + x_{2333,3} + x_{2333,4} + x_{2333,5} = 1 \\
& x_{2472,1} + x_{2472,2} + x_{2472,3} + x_{2472,4} + x_{2472,5} = 1 \\
& x_{2422,1} + x_{2422,2} + x_{2422,3} + x_{2422,4} + x_{2422,5} = 1 \\
& x_{2471,1} + x_{2471,2} + x_{2471,3} + x_{2471,4} + x_{2471,5} = 1 \\
& x_{2421,1} + x_{2421,2} + x_{2421,3} + x_{2421,4} + x_{2421,5} = 1 \\
& x_{2610,1} + x_{2610,2} + x_{2610,3} + x_{2610,4} + x_{2610,5} = 1 \\
& x_{2831,1} + x_{2831,2} + x_{2831,3} + x_{2831,4} + x_{2831,5} = 1 \\
& x_{2171,1} + x_{2171,2} + x_{2171,3} + x_{2171,4} + x_{2171,5} = 1 \\
& x_{2178,1} + x_{2178,2} + x_{2178,3} + x_{2178,4} + x_{2178,5} = 1 \\
& x_{2335,1} + x_{2335,2} + x_{2335,3} + x_{2335,4} + x_{2335,5} = 1 \\
& x_{2340,1} + x_{2340,2} + x_{2340,3} + x_{2340,4} + x_{2340,5} = 1 \\
& x_{2229,1} + x_{2229,2} + x_{2229,3} + x_{2229,4} + x_{2229,5} = 1 \\
& x_{2019,1} + x_{2019,2} + x_{2019,3} + x_{2019,4} + x_{2019,5} = 1 \\
& x_{2815,1} + x_{2815,2} + x_{2815,3} + x_{2815,4} + x_{2815,5} = 1 \\
& x_{2039,1} + x_{2039,2} + x_{2039,3} + x_{2039,4} + x_{2039,5} = 1 \\
& x_{2337,1} + x_{2337,2} + x_{2337,3} + x_{2337,4} + x_{2337,5} = 1 \\
& x_{2474,1} + x_{2474,2} + x_{2474,3} + x_{2474,4} + x_{2474,5} = 1 \\
& x_{2175,1} + x_{2175,2} + x_{2175,3} + x_{2175,4} + x_{2175,5} = 1 \\
& x_{2182,1} + x_{2182,2} + x_{2182,3} + x_{2182,4} + x_{2182,5} = 1 \\
& x_{2473,1} + x_{2473,2} + x_{2473,3} + x_{2473,4} + x_{2473,5} = 1
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
x_{2426,1} + x_{2426,2} + x_{2426,3} + x_{2426,4} + x_{2426,5} &= 1 \\
x_{2344,1} + x_{2344,2} + x_{2344,3} + x_{2344,4} + x_{2344,5} &= 1 \\
x_{2186,1} + x_{2186,2} + x_{2186,3} + x_{2186,4} + x_{2186,5} &= 1 \\
x_{2611,1} + x_{2611,2} + x_{2611,3} + x_{2611,4} + x_{2611,5} &= 1 \\
x_{2042,1} + x_{2042,2} + x_{2042,3} + x_{2042,4} + x_{2042,5} &= 1 \\
x_{2022,1} + x_{2022,2} + x_{2022,3} + x_{2022,4} + x_{2022,5} &= 1 \\
x_{2818,1} + x_{2818,2} + x_{2818,3} + x_{2818,4} + x_{2818,5} &= 1 \\
x_{2183,1} + x_{2183,2} + x_{2183,3} + x_{2183,4} + x_{2183,5} &= 1 \\
x_{2256,1} + x_{2256,2} + x_{2256,3} + x_{2256,4} + x_{2256,5} &= 1 \\
x_{2838,1} + x_{2838,2} + x_{2838,3} + x_{2838,4} + x_{2838,5} &= 1 \\
x_{2236,1} + x_{2236,2} + x_{2236,3} + x_{2236,4} + x_{2236,5} &= 1 \\
x_{2476,1} + x_{2476,2} + x_{2476,3} + x_{2476,4} + x_{2476,5} &= 1 \\
x_{2354,1} + x_{2354,2} + x_{2354,3} + x_{2354,4} + x_{2354,5} &= 1 \\
x_{2190,1} + x_{2190,2} + x_{2190,3} + x_{2190,4} + x_{2190,5} &= 1 \\
x_{2428,1} + x_{2428,2} + x_{2428,3} + x_{2428,4} + x_{2428,5} &= 1
\end{aligned}$$

Uçuş Denge Kısıtları

A319 filosunun Adana şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{C1,1} &= G_{C16,1} - x_{2451,1} & G_{C9,1} &= G_{C8,1} + x_{2462,1} \\
G_{C2,1} &= G_{C1,1} - x_{2453,1} & G_{C10,1} &= G_{C9,1} - x_{2463,1} \\
G_{C3,1} &= G_{C2,1} + x_{2454,1} & G_{C11,1} &= G_{C10,1} + x_{2470,1} \\
G_{C4,1} &= G_{C3,1} - x_{2455,1} & G_{C12,1} &= G_{C11,1} - x_{2471,1} \\
G_{C5,1} &= G_{C4,1} + x_{2458,1} & G_{C13,1} &= G_{C12,1} + x_{2472,1} \\
G_{C6,1} &= G_{C5,1} - x_{2459,1} & G_{C14,1} &= G_{C13,1} - x_{2473,1} \\
G_{C7,1} &= G_{C6,1} + x_{2460,1} & G_{C15,1} &= G_{C14,1} + x_{2474,1} \\
G_{C8,1} &= G_{C7,1} - x_{2461,1} & G_{C16,1} &= G_{C15,1} + x_{2476,1}
\end{aligned}$$

A320 filosunun Adana şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{C1,2} &= G_{C16,2} - x_{2451,2} & G_{C5,2} &= G_{C4,2} + x_{2458,2} \\
G_{C2,2} &= G_{C1,2} - x_{2453,2} & G_{C6,2} &= G_{C5,2} - x_{2459,2} \\
G_{C3,2} &= G_{C2,2} + x_{2454,2} & G_{C7,2} &= G_{C6,2} + x_{2460,2} \\
G_{C4,2} &= G_{C3,2} - x_{2455,2} & G_{C8,2} &= G_{C7,2} - x_{2461,2}
\end{aligned}$$

$$G_{C9,2} = G_{C8,2} + x_{2462,2}$$

$$G_{C13,2} = G_{C12,2} + x_{2472,2}$$

$$G_{C10,2} = G_{C9,2} - x_{2463,2}$$

$$G_{C14,2} = G_{C13,2} - x_{2473,2}$$

$$G_{C11,2} = G_{C10,2} + x_{2470,2}$$

$$G_{C15,2} = G_{C14,2} + x_{2474,2}$$

$$G_{C12,2} = G_{C11,2} - x_{2471,2}$$

$$G_{C16,2} = G_{C15,2} + x_{2476,2}$$

A321 filonun Adana şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{C1,3} = G_{C16,3} - x_{2451,3}$$

$$G_{C9,3} = G_{C8,3} + x_{2462,3}$$

$$G_{C2,3} = G_{C1,3} - x_{2453,3}$$

$$G_{C10,3} = G_{C9,3} - x_{2463,3}$$

$$G_{C3,3} = G_{C2,3} + x_{2454,3}$$

$$G_{C11,3} = G_{C10,3} + x_{2470,3}$$

$$G_{C4,3} = G_{C3,3} - x_{2455,3}$$

$$G_{C12,3} = G_{C11,3} - x_{2471,3}$$

$$G_{C5,3} = G_{C4,3} + x_{2458,3}$$

$$G_{C13,3} = G_{C12,3} + x_{2472,3}$$

$$G_{C6,3} = G_{C5,3} - x_{2459,3}$$

$$G_{C14,3} = G_{C13,3} - x_{2473,3}$$

$$G_{C7,3} = G_{C6,3} + x_{2460,3}$$

$$G_{C15,3} = G_{C14,3} + x_{2474,3}$$

$$G_{C8,3} = G_{C7,3} - x_{2461,3}$$

$$G_{C16,3} = G_{C15,3} + x_{2476,3}$$

B737 filonun Adana şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{C1,4} = G_{C16,4} - x_{2451,4}$$

$$G_{C9,4} = G_{C8,4} + x_{2462,4}$$

$$G_{C2,4} = G_{C1,4} - x_{2453,4}$$

$$G_{C10,4} = G_{C9,4} - x_{2463,4}$$

$$G_{C3,4} = G_{C2,4} + x_{2454,4}$$

$$G_{C11,4} = G_{C10,4} + x_{2470,4}$$

$$G_{C4,4} = G_{C3,4} - x_{2455,4}$$

$$G_{C12,4} = G_{C11,4} - x_{2471,4}$$

$$G_{C5,4} = G_{C4,4} + x_{2458,4}$$

$$G_{C13,4} = G_{C12,4} + x_{2472,4}$$

$$G_{C6,4} = G_{C5,4} - x_{2459,4}$$

$$G_{C14,4} = G_{C13,4} - x_{2473,4}$$

$$G_{C7,4} = G_{C6,4} + x_{2460,4}$$

$$G_{C15,4} = G_{C14,4} + x_{2474,4}$$

$$G_{C8,4} = G_{C7,4} - x_{2461,4}$$

$$G_{C16,4} = G_{C15,4} + x_{2476,4}$$

B738 filonun Adana şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{C1,5} = G_{C16,5} - x_{2451,5}$$

$$G_{C8,5} = G_{C7,5} - x_{2461,5}$$

$$G_{C2,5} = G_{C1,5} - x_{2453,5}$$

$$G_{C9,5} = G_{C8,5} + x_{2462,5}$$

$$G_{C3,5} = G_{C2,5} + x_{2454,5}$$

$$G_{C10,5} = G_{C9,5} - x_{2463,5}$$

$$G_{C4,5} = G_{C3,5} - x_{2455,5}$$

$$G_{C11,5} = G_{C10,5} + x_{2470,5}$$

$$G_{C5,5} = G_{C4,5} + x_{2458,5}$$

$$G_{C12,5} = G_{C11,5} - x_{2471,5}$$

$$G_{C6,5} = G_{C5,5} - x_{2459,5}$$

$$G_{C13,5} = G_{C12,5} + x_{2472,5}$$

$$G_{C7,5} = G_{C6,5} + x_{2460,5}$$

$$G_{C14,5} = G_{C13,5} - x_{2473,5}$$

$$G_{C15,5} = G_{C14,5} + x_{2474,5}$$

$$G_{C16,5} = G_{C15,5} + x_{2476,5}$$

A319 filosunun Ankara şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{A1,1} = G_{A38,1} - x_{2105,1}$$

$$G_{A20,1} = G_{A19,1} - x_{2151,1}$$

$$G_{A2,1} = G_{A1,1} - x_{2109,1}$$

$$G_{A21,1} = G_{A20,1} + x_{2152,1}$$

$$G_{A3,1} = G_{A2,1} + x_{2116,1}$$

$$G_{A22,1} = G_{A21,1} - x_{2153,1}$$

$$G_{A4,1} = G_{A3,1} - x_{2113,1}$$

$$G_{A23,1} = G_{A22,1} + x_{2158,1}$$

$$G_{A5,1} = G_{A4,1} - x_{2117,1}$$

$$G_{A24,1} = G_{A23,1} - x_{2159,1}$$

$$G_{A6,1} = G_{A5,1} + x_{2122,1}$$

$$G_{A25,1} = G_{A24,1} + x_{2162,1}$$

$$G_{A7,1} = G_{A6,1} - x_{2123,1}$$

$$G_{A26,1} = G_{A25,1} + x_{2164,1}$$

$$G_{A8,1} = G_{A7,1} + x_{2126,1}$$

$$G_{A27,1} = G_{A26,1} + x_{2166,1}$$

$$G_{A9,1} = G_{A8,1} + x_{2130,1}$$

$$G_{A28,1} = G_{A27,1} - x_{2163,1}$$

$$G_{A10,1} = G_{A9,1} - x_{2127,1}$$

$$G_{A29,1} = G_{A28,1} - x_{2167,1}$$

$$G_{A11,1} = G_{A10,1} - x_{2129,1}$$

$$G_{A30,1} = G_{A29,1} + x_{2170,1}$$

$$G_{A12,1} = G_{A11,1} - x_{2135,1}$$

$$G_{A31,1} = G_{A30,1} - x_{2171,1}$$

$$G_{A13,1} = G_{A12,1} + x_{2138,1}$$

$$G_{A32,1} = G_{A31,1} + x_{2174,1}$$

$$G_{A14,1} = G_{A13,1} - x_{2139,1}$$

$$G_{A33,1} = G_{A32,1} - x_{2175,1}$$

$$G_{A15,1} = G_{A14,1} + x_{2142,1}$$

$$G_{A34,1} = G_{A33,1} + x_{2178,1}$$

$$G_{A16,1} = G_{A15,1} - x_{2143,1}$$

$$G_{A35,1} = G_{A34,1} + x_{2182,1}$$

$$G_{A17,1} = G_{A16,1} + x_{2146,1}$$

$$G_{A36,1} = G_{A35,1} - x_{2183,1}$$

$$G_{A18,1} = G_{A17,1} - x_{2147,1}$$

$$G_{A37,1} = G_{A36,1} + x_{2186,1}$$

$$G_{A19,1} = G_{A18,1} + x_{2150,1}$$

$$G_{A38,1} = G_{A37,1} + x_{2190,1}$$

A320 filosunun Ankara şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{A1,2} = G_{A38,2} - x_{2105,2}$$

$$G_{A10,2} = G_{A9,2} - x_{2127,2}$$

$$G_{A2,2} = G_{A1,2} - x_{2109,2}$$

$$G_{A11,2} = G_{A10,2} - x_{2129,2}$$

$$G_{A3,2} = G_{A2,2} + x_{2116,2}$$

$$G_{A12,2} = G_{A11,2} - x_{2135,2}$$

$$G_{A4,2} = G_{A3,2} - x_{2113,2}$$

$$G_{A13,2} = G_{A12,2} + x_{2138,2}$$

$$G_{A5,2} = G_{A4,2} - x_{2117,2}$$

$$G_{A14,2} = G_{A13,2} - x_{2139,2}$$

$$G_{A6,2} = G_{A5,2} + x_{2122,2}$$

$$G_{A15,2} = G_{A14,2} + x_{2142,2}$$

$$G_{A7,2} = G_{A6,2} - x_{2123,2}$$

$$G_{A16,2} = G_{A15,2} - x_{2143,2}$$

$$G_{A8,2} = G_{A7,2} + x_{2126,2}$$

$$G_{A17,2} = G_{A16,2} + x_{2146,2}$$

$$G_{A9,2} = G_{A8,2} + x_{2130,2}$$

$$G_{A18,2} = G_{A17,2} - x_{2147,2}$$

$$\begin{aligned}
G_{A19,2} &= G_{A18,2} + x_{2150,2} \\
G_{A20,2} &= G_{A19,2} - x_{2151,2} \\
G_{A21,2} &= G_{A20,2} + x_{2152,2} \\
G_{A22,2} &= G_{A21,2} - x_{2153,2} \\
G_{A23,2} &= G_{A22,2} + x_{2158,2} \\
G_{A24,2} &= G_{A23,2} - x_{2159,2} \\
G_{A25,2} &= G_{A24,2} + x_{2162,2} \\
G_{A26,2} &= G_{A25,2} + x_{2164,2} \\
G_{A27,2} &= G_{A26,2} + x_{2166,2} \\
G_{A28,2} &= G_{A27,2} - x_{2163,2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{A29,2} &= G_{A28,2} - x_{2167,2} \\
G_{A30,2} &= G_{A29,2} + x_{2170,2} \\
G_{A31,2} &= G_{A30,2} - x_{2171,2} \\
G_{A32,2} &= G_{A31,2} + x_{2174,2} \\
G_{A33,2} &= G_{A32,2} - x_{2175,2} \\
G_{A34,2} &= G_{A33,2} + x_{2178,2} \\
G_{A35,2} &= G_{A34,2} + x_{2182,2} \\
G_{A36,2} &= G_{A35,2} - x_{2183,2} \\
G_{A37,2} &= G_{A36,2} + x_{2186,2} \\
G_{A38,2} &= G_{A37,2} + x_{2190,2}
\end{aligned}$$

A321 filosunun Ankara şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{A1,3} &= G_{A38,3} - x_{2105,3} \\
G_{A2,3} &= G_{A1,3} - x_{2109,3} \\
G_{A3,3} &= G_{A2,3} + x_{2116,3} \\
G_{A4,3} &= G_{A3,3} - x_{2113,3} \\
G_{A5,3} &= G_{A4,3} - x_{2117,3} \\
G_{A6,3} &= G_{A5,3} + x_{2122,3} \\
G_{A7,3} &= G_{A6,3} - x_{2123,3} \\
G_{A8,3} &= G_{A7,3} + x_{2126,3} \\
G_{A9,3} &= G_{A8,3} + x_{2130,3} \\
G_{A10,3} &= G_{A9,3} - x_{2127,3} \\
G_{A11,3} &= G_{A10,3} - x_{2129,3} \\
G_{A12,3} &= G_{A11,3} - x_{2135,3} \\
G_{A13,3} &= G_{A12,3} + x_{2138,3} \\
G_{A14,3} &= G_{A13,3} - x_{2139,3} \\
G_{A15,3} &= G_{A14,3} + x_{2142,3} \\
G_{A16,3} &= G_{A15,3} - x_{2143,3} \\
G_{A17,3} &= G_{A16,3} + x_{2146,3} \\
G_{A18,3} &= G_{A17,3} - x_{2147,3} \\
G_{A19,3} &= G_{A18,3} + x_{2150,3}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{A20,3} &= G_{A19,3} - x_{2151,3} \\
G_{A21,3} &= G_{A20,3} + x_{2152,3} \\
G_{A22,3} &= G_{A21,3} - x_{2153,3} \\
G_{A23,3} &= G_{A22,3} + x_{2158,3} \\
G_{A24,3} &= G_{A23,3} - x_{2159,3} \\
G_{A25,3} &= G_{A24,3} + x_{2162,3} \\
G_{A26,3} &= G_{A25,3} + x_{2164,3} \\
G_{A27,3} &= G_{A26,3} + x_{2166,3} \\
G_{A28,3} &= G_{A27,3} - x_{2163,3} \\
G_{A29,3} &= G_{A28,3} - x_{2167,3} \\
G_{A30,3} &= G_{A29,3} + x_{2170,3} \\
G_{A31,3} &= G_{A30,3} - x_{2171,3} \\
G_{A32,3} &= G_{A31,3} + x_{2174,3} \\
G_{A33,3} &= G_{A32,3} - x_{2175,3} \\
G_{A34,3} &= G_{A33,3} + x_{2178,3} \\
G_{A35,3} &= G_{A34,3} + x_{2182,3} \\
G_{A36,3} &= G_{A35,3} - x_{2183,3} \\
G_{A37,3} &= G_{A36,3} + x_{2186,3} \\
G_{A38,3} &= G_{A37,3} + x_{2190,3}
\end{aligned}$$

B737 filosunun Ankara şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned} G_{A1,4} &= G_{A38,4} - x_{2105,4} & G_{A20,4} &= G_{A19,4} - x_{2151,4} \\ G_{A2,4} &= G_{A1,4} - x_{2109,4} & G_{A21,4} &= G_{A20,4} + x_{2152,4} \\ G_{A3,4} &= G_{A2,4} + x_{2116,4} & G_{A22,4} &= G_{A21,4} - x_{2153,4} \\ G_{A4,4} &= G_{A3,4} - x_{2113,4} & G_{A23,4} &= G_{A22,4} + x_{2158,4} \\ G_{A5,4} &= G_{A4,4} - x_{2117,4} & G_{A24,4} &= G_{A23,4} - x_{2159,4} \\ G_{A6,4} &= G_{A5,4} + x_{2122,4} & G_{A25,4} &= G_{A24,4} + x_{2162,4} \\ G_{A7,4} &= G_{A6,4} - x_{2123,4} & G_{A26,4} &= G_{A25,4} + x_{2164,4} \\ G_{A8,4} &= G_{A7,4} + x_{2126,4} & G_{A27,4} &= G_{A26,4} + x_{2166,4} \\ G_{A9,4} &= G_{A8,4} + x_{2130,4} & G_{A28,4} &= G_{A27,4} - x_{2163,4} \\ G_{A10,4} &= G_{A9,4} - x_{2127,4} & G_{A29,4} &= G_{A28,4} - x_{2167,4} \\ G_{A11,4} &= G_{A10,4} - x_{2129,4} & G_{A30,4} &= G_{A29,4} + x_{2170,4} \\ G_{A12,4} &= G_{A11,4} - x_{2135,4} & G_{A31,4} &= G_{A30,4} - x_{2171,4} \\ G_{A13,4} &= G_{A12,4} + x_{2138,4} & G_{A32,4} &= G_{A31,4} + x_{2174,4} \\ G_{A14,4} &= G_{A13,4} - x_{2139,4} & G_{A33,4} &= G_{A32,4} - x_{2175,4} \\ G_{A15,4} &= G_{A14,4} + x_{2142,4} & G_{A34,4} &= G_{A33,4} + x_{2178,4} \\ G_{A16,4} &= G_{A15,4} - x_{2143,4} & G_{A35,4} &= G_{A34,4} + x_{2182,4} \\ G_{A17,4} &= G_{A16,4} + x_{2146,4} & G_{A36,4} &= G_{A35,4} - x_{2183,4} \\ G_{A18,4} &= G_{A17,4} - x_{2147,4} & G_{A37,4} &= G_{A36,4} + x_{2186,4} \\ G_{A19,4} &= G_{A18,4} + x_{2150,4} & G_{A38,4} &= G_{A37,4} + x_{2190,4} \end{aligned}$$

B738 filosunun Ankara şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned} G_{A1,5} &= G_{A38,5} - x_{2105,5} & G_{A12,5} &= G_{A11,5} - x_{2135,5} \\ G_{A2,5} &= G_{A1,5} - x_{2109,5} & G_{A13,5} &= G_{A12,5} + x_{2138,5} \\ G_{A3,5} &= G_{A2,5} + x_{2116,5} & G_{A14,5} &= G_{A13,5} - x_{2139,5} \\ G_{A4,5} &= G_{A3,5} - x_{2113,5} & G_{A15,5} &= G_{A14,5} + x_{2142,5} \\ G_{A5,5} &= G_{A4,5} - x_{2117,5} & G_{A16,5} &= G_{A15,5} - x_{2143,5} \\ G_{A6,5} &= G_{A5,5} + x_{2122,5} & G_{A17,5} &= G_{A16,5} + x_{2146,5} \\ G_{A7,5} &= G_{A6,5} - x_{2123,5} & G_{A18,5} &= G_{A17,5} - x_{2147,5} \\ G_{A8,5} &= G_{A7,5} + x_{2126,5} & G_{A19,5} &= G_{A18,5} + x_{2150,5} \\ G_{A9,5} &= G_{A8,5} + x_{2130,5} & G_{A20,5} &= G_{A19,5} - x_{2151,5} \\ G_{A10,5} &= G_{A9,5} - x_{2127,5} & G_{A21,5} &= G_{A20,5} + x_{2152,5} \\ G_{A11,5} &= G_{A10,5} - x_{2129,5} & G_{A22,5} &= G_{A21,5} - x_{2153,5} \end{aligned}$$

$$G_{A23,5} = G_{A22,5} + x_{2158,5}$$

$$G_{A24,5} = G_{A23,5} - x_{2159,5}$$

$$G_{A25,5} = G_{A24,5} + x_{2162,5}$$

$$G_{A26,5} = G_{A25,5} + x_{2164,5}$$

$$G_{A27,5} = G_{A26,5} + x_{2166,5}$$

$$G_{A28,5} = G_{A27,5} - x_{2163,5}$$

$$G_{A29,5} = G_{A28,5} - x_{2167,5}$$

$$G_{A30,5} = G_{A29,5} + x_{2170,5}$$

$$G_{A31,5} = G_{A30,5} - x_{2171,5}$$

$$G_{A32,5} = G_{A31,5} + x_{2174,5}$$

$$G_{A33,5} = G_{A32,5} - x_{2175,5}$$

$$G_{A34,5} = G_{A33,5} + x_{2178,5}$$

$$G_{A35,5} = G_{A34,5} + x_{2182,5}$$

$$G_{A36,5} = G_{A35,5} - x_{2183,5}$$

$$G_{A37,5} = G_{A36,5} + x_{2186,5}$$

$$G_{A38,5} = G_{A37,5} + x_{2190,5}$$

A319 filosunun Antalya şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{B1,1} = G_{B16,1} - x_{2403,1}$$

$$G_{B2,1} = G_{B1,1} - x_{2409,1}$$

$$G_{B3,1} = G_{B2,1} - x_{2407,1}$$

$$G_{B4,1} = G_{B3,1} + x_{2410,1}$$

$$G_{B5,1} = G_{B4,1} - x_{2411,1}$$

$$G_{B6,1} = G_{B5,1} + x_{2412,1}$$

$$G_{B7,1} = G_{B6,1} - x_{2413,1}$$

$$G_{B8,1} = G_{B7,1} + x_{2414,1}$$

$$G_{B9,1} = G_{B8,1} - x_{2415,1}$$

$$G_{B10,1} = G_{B9,1} + x_{2418,1}$$

$$G_{B11,1} = G_{B10,1} - x_{2419,1}$$

$$G_{B12,1} = G_{B11,1} + x_{2420,1}$$

$$G_{B13,1} = G_{B12,1} - x_{2421,1}$$

$$G_{B14,1} = G_{B13,1} + x_{2422,1}$$

$$G_{B15,1} = G_{B14,1} + x_{2426,1}$$

$$G_{B16,1} = G_{B15,1} + x_{2428,1}$$

A320 filosunun Antalya şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{B1,2} = G_{B16,2} - x_{2403,2}$$

$$G_{B2,2} = G_{B1,2} - x_{2409,2}$$

$$G_{B3,2} = G_{B2,2} - x_{2407,2}$$

$$G_{B4,2} = G_{B3,2} + x_{2410,2}$$

$$G_{B5,2} = G_{B4,2} - x_{2411,2}$$

$$G_{B6,2} = G_{B5,2} + x_{2412,2}$$

$$G_{B7,2} = G_{B6,2} - x_{2413,2}$$

$$G_{B8,2} = G_{B7,2} + x_{2414,2}$$

$$G_{B9,2} = G_{B8,2} - x_{2415,2}$$

$$G_{B10,2} = G_{B9,2} + x_{2418,2}$$

$$G_{B11,2} = G_{B10,2} - x_{2419,2}$$

$$G_{B12,2} = G_{B11,2} + x_{2420,2}$$

$$G_{B13,2} = G_{B12,2} - x_{2421,2}$$

$$G_{B14,2} = G_{B13,2} + x_{2422,2}$$

$$G_{B15,2} = G_{B14,2} + x_{2426,2}$$

$$G_{B16,2} = G_{B15,2} + x_{2428,2}$$

A321 filosunun Antalya şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{B1,3} = G_{B16,3} - x_{2403,3}$$

$$G_{B2,3} = G_{B1,3} - x_{2409,3}$$

$$G_{B3,3} = G_{B2,3} - x_{2407,3}$$

$$G_{B4,3} = G_{B3,3} + x_{2410,3}$$

$$G_{B5,3} = G_{B4,3} - x_{2411,3}$$

$$G_{B6,3} = G_{B5,3} + x_{2412,3}$$

$$G_{B7,3} = G_{B6,3} - x_{2413,3}$$

$$G_{B12,3} = G_{B11,3} + x_{2420,3}$$

$$G_{B8,3} = G_{B7,3} + x_{2414,3}$$

$$G_{B13,3} = G_{B12,3} - x_{2421,3}$$

$$G_{B9,3} = G_{B8,3} - x_{2415,3}$$

$$G_{B14,3} = G_{B13,3} + x_{2422,3}$$

$$G_{B10,3} = G_{B9,3} + x_{2418,3}$$

$$G_{B15,3} = G_{B14,3} + x_{2426,3}$$

$$G_{B11,3} = G_{B10,3} - x_{2419,3}$$

$$G_{B16,3} = G_{B15,3} + x_{2428,3}$$

B737 filosunun Antalya şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{B1,4} = G_{B16,4} - x_{2403,4}$$

$$G_{B9,4} = G_{B8,4} - x_{2415,4}$$

$$G_{B2,4} = G_{B1,4} - x_{2409,4}$$

$$G_{B10,4} = G_{B9,4} + x_{2418,4}$$

$$G_{B3,4} = G_{B2,4} - x_{2407,4}$$

$$G_{B11,4} = G_{B10,4} - x_{2419,4}$$

$$G_{B4,4} = G_{B3,4} + x_{2410,4}$$

$$G_{B12,4} = G_{B11,4} + x_{2420,4}$$

$$G_{B5,4} = G_{B4,4} - x_{2411,4}$$

$$G_{B13,4} = G_{B12,4} - x_{2421,4}$$

$$G_{B6,4} = G_{B5,4} + x_{2412,4}$$

$$G_{B14,4} = G_{B13,4} + x_{2422,4}$$

$$G_{B7,4} = G_{B6,4} - x_{2413,4}$$

$$G_{B15,4} = G_{B14,4} + x_{2426,4}$$

$$G_{B8,4} = G_{B7,4} + x_{2414,4}$$

$$G_{B16,4} = G_{B15,4} + x_{2428,4}$$

B738 filosunun Antalya şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{B1,5} = G_{B16,5} - x_{2403,5}$$

$$G_{B9,5} = G_{B8,5} - x_{2415,5}$$

$$G_{B2,5} = G_{B1,5} - x_{2409,5}$$

$$G_{B10,5} = G_{B9,5} + x_{2418,5}$$

$$G_{B3,5} = G_{B2,5} - x_{2407,5}$$

$$G_{B11,5} = G_{B10,5} - x_{2419,5}$$

$$G_{B4,5} = G_{B3,5} + x_{2410,5}$$

$$G_{B12,5} = G_{B11,5} + x_{2420,5}$$

$$G_{B5,5} = G_{B4,5} - x_{2411,5}$$

$$G_{B13,5} = G_{B12,5} - x_{2421,5}$$

$$G_{B6,5} = G_{B5,5} + x_{2412,5}$$

$$G_{B14,5} = G_{B13,5} + x_{2422,5}$$

$$G_{B7,5} = G_{B6,5} - x_{2413,5}$$

$$G_{B15,5} = G_{B14,5} + x_{2426,5}$$

$$G_{B8,5} = G_{B7,5} + x_{2414,5}$$

$$G_{B16,5} = G_{B15,5} + x_{2428,5}$$

A319 filosunun Diyarbakır şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{D1,1} = G_{D4,1} + x_{2602,1}$$

$$G_{D3,1} = G_{D2,1} + x_{2610,1}$$

$$G_{D2,1} = G_{D1,1} - x_{2603,1}$$

$$G_{D4,1} = G_{D3,1} - x_{2611,1}$$

A320 filosunun Diyarbakır şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{D1,2} = G_{D4,2} + x_{2602,2}$$

$$G_{D3,2} = G_{D2,2} + x_{2610,2}$$

$$G_{D2,2} = G_{D1,2} - x_{2603,2}$$

$$G_{D4,2} = G_{D3,2} - x_{2611,2}$$

A321 filosunun Diyarbakır şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{D1,3} = G_{D4,3} + x_{2602,3}$$

$$G_{D3,3} = G_{D2,3} + x_{2610,3}$$

$$G_{D2,3} = G_{D1,3} - x_{2603,3}$$

$$G_{D4,3} = G_{D3,3} - x_{2611,3}$$

B737 filosunun Diyarbakır şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{D1,4} = G_{D4,4} + x_{2602,4}$$

$$G_{D3,4} = G_{D2,4} + x_{2610,4}$$

$$G_{D2,4} = G_{D1,4} - x_{2603,4}$$

$$G_{D4,4} = G_{D3,4} - x_{2611,4}$$

B738 filosunun Diyarbakır şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{D1,5} = G_{D4,5} + x_{2602,5}$$

$$G_{D3,5} = G_{D2,5} + x_{2610,5}$$

$$G_{D2,5} = G_{D1,5} - x_{2603,5}$$

$$G_{D4,5} = G_{D3,5} - x_{2611,5}$$

A319 filosunun Erzurum şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{E1,1} = G_{E2,1} + x_{2704,1}$$

$$G_{E2,1} = G_{E1,1} - x_{2705,1}$$

A320 filosunun Erzurum şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{E1,2} = G_{E2,2} + x_{2704,2}$$

$$G_{E2,2} = G_{E1,2} - x_{2705,2}$$

A321 filosunun Erzurum şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{E1,3} = G_{E2,3} + x_{2704,3}$$

$$G_{E2,3} = G_{E1,3} - x_{2705,3}$$

B737 filosunun Erzurum şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{E1,4} = G_{E2,4} + x_{2704,4}$$

$$G_{E2,4} = G_{E1,4} - x_{2705,4}$$

B738 filosunun Erzurum şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{E1,5} = G_{E2,5} + x_{2704,5}$$

$$G_{E2,5} = G_{E1,5} - x_{2705,5}$$

A319 filosunun Gaziantep şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{G1,1} = G_{G8,1} - x_{2237,1}$$

$$G_{G4,1} = G_{G3,1} + x_{2222,1}$$

$$G_{G2,1} = G_{G1,1} + x_{2220,1}$$

$$G_{G5,1} = G_{G4,1} - x_{2223,1}$$

$$G_{G3,1} = G_{G2,1} - x_{2221,1}$$

$$G_{G6,1} = G_{G5,1} + x_{2228,1}$$

$$G_{G7,1} = G_{G6,1} - x_{2229,1}$$

$$G_{G8,1} = G_{G7,1} + x_{2236,1}$$

A320 filosunun Gaziantep şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{G1,2} = G_{G8,2} - x_{2237,2}$$

$$G_{G5,2} = G_{G4,2} - x_{2223,2}$$

$$G_{G2,2} = G_{G1,2} + x_{2220,2}$$

$$G_{G6,2} = G_{G5,2} + x_{2228,2}$$

$$G_{G3,2} = G_{G2,2} - x_{2221,2}$$

$$G_{G7,2} = G_{G6,2} - x_{2229,2}$$

$$G_{G4,2} = G_{G3,2} + x_{2222,2}$$

$$G_{G8,2} = G_{G7,2} + x_{2236,2}$$

A321 filosunun Gaziantep şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{G1,3} = G_{G8,3} - x_{2237,3}$$

$$G_{G5,3} = G_{G4,3} - x_{2223,3}$$

$$G_{G2,3} = G_{G1,3} + x_{2220,3}$$

$$G_{G6,3} = G_{G5,3} + x_{2228,3}$$

$$G_{G3,3} = G_{G2,3} - x_{2221,3}$$

$$G_{G7,3} = G_{G6,3} - x_{2229,3}$$

$$G_{G4,3} = G_{G3,3} + x_{2222,3}$$

$$G_{G8,3} = G_{G7,3} + x_{2236,3}$$

B737 filosunun Gaziantep şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{G1,4} = G_{G8,4} - x_{2237,4}$$

$$G_{G5,4} = G_{G4,4} - x_{2223,4}$$

$$G_{G2,4} = G_{G1,4} + x_{2220,4}$$

$$G_{G6,4} = G_{G5,4} + x_{2228,4}$$

$$G_{G3,4} = G_{G2,4} - x_{2221,4}$$

$$G_{G7,4} = G_{G6,4} - x_{2229,4}$$

$$G_{G4,4} = G_{G3,4} + x_{2222,4}$$

$$G_{G8,4} = G_{G7,4} + x_{2236,4}$$

B738 filosunun Gaziantep şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{G1,5} = G_{G8,5} - x_{2237,5}$$

$$G_{G5,5} = G_{G4,5} - x_{2223,5}$$

$$G_{G2,5} = G_{G1,5} + x_{2220,5}$$

$$G_{G6,5} = G_{G5,5} + x_{2228,5}$$

$$G_{G3,5} = G_{G2,5} - x_{2221,5}$$

$$G_{G7,5} = G_{G6,5} - x_{2229,5}$$

$$G_{G4,5} = G_{G3,5} + x_{2222,5}$$

$$G_{G8,5} = G_{G7,5} + x_{2236,5}$$

A319 filosunun Hatay şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{H1,1} = G_{H6,1} - x_{2257,1}$$

$$G_{H4,1} = G_{H3,1} + x_{2254,1}$$

$$G_{H2,1} = G_{H1,1} + x_{2252,1}$$

$$G_{H5,1} = G_{H4,1} - x_{2255,1}$$

$$G_{H3,1} = G_{H2,1} - x_{2253,1}$$

$$G_{H6,1} = G_{H5,1} + x_{2256,1}$$

A320 filosunun Hatay şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{H1,2} &= G_{H6,2} - x_{2257,2} & G_{H4,2} &= G_{H3,2} + x_{2254,2} \\
G_{H2,2} &= G_{H1,2} + x_{2252,2} & G_{H5,2} &= G_{H4,2} - x_{2255,2} \\
G_{H3,2} &= G_{H2,2} - x_{2253,2} & G_{H6,2} &= G_{H5,2} + x_{2256,2}
\end{aligned}$$

A321 filosunun Hatay şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{H1,3} &= G_{H6,3} - x_{2257,3} & G_{H4,3} &= G_{H3,3} + x_{2254,3} \\
G_{H2,3} &= G_{H1,3} + x_{2252,3} & G_{H5,3} &= G_{H4,3} - x_{2255,3} \\
G_{H3,3} &= G_{H2,3} - x_{2253,3} & G_{H6,3} &= G_{H5,3} + x_{2256,3}
\end{aligned}$$

B737 filosunun Hatay şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{H1,4} &= G_{H6,4} - x_{2257,4} & G_{H4,4} &= G_{H3,4} + x_{2254,4} \\
G_{H2,4} &= G_{H1,4} + x_{2252,4} & G_{H5,4} &= G_{H4,4} - x_{2255,4} \\
G_{H3,4} &= G_{H2,4} - x_{2253,4} & G_{H6,4} &= G_{H5,4} + x_{2256,4}
\end{aligned}$$

B738 filosunun Hatay şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{H1,5} &= G_{H6,5} - x_{2257,5} & G_{H4,5} &= G_{H3,5} + x_{2254,5} \\
G_{H2,5} &= G_{H1,5} + x_{2252,5} & G_{H5,5} &= G_{H4,5} - x_{2255,5} \\
G_{H3,5} &= G_{H2,5} - x_{2253,5} & G_{H6,5} &= G_{H5,5} + x_{2256,5}
\end{aligned}$$

A319 filosunun İstanbul şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{R1,1} &= G_{R144,1} + x_{2451,1} & G_{R12,1} &= G_{R11,1} - x_{2122,1} \\
G_{R2,1} &= G_{R1,1} + x_{2403,1} & G_{R13,1} &= G_{R12,1} - x_{2602,1} \\
G_{R3,1} &= G_{R2,1} + x_{2305,1} & G_{R14,1} &= G_{R13,1} - x_{2010,1} \\
G_{R4,1} &= G_{R3,1} + x_{2237,1} & G_{R15,1} &= G_{R14,1} + x_{2109,1} \\
G_{R5,1} &= G_{R4,1} + x_{2105,1} & G_{R16,1} &= G_{R15,1} - x_{2806,1} \\
G_{R6,1} &= G_{R5,1} - x_{2116,1} & G_{R17,1} &= G_{R16,1} - x_{2220,1} \\
G_{R7,1} &= G_{R6,1} + x_{2257,1} & G_{R18,1} &= G_{R17,1} + x_{2819,1} \\
G_{R8,1} &= G_{R7,1} - x_{2310,1} & G_{R19,1} &= G_{R18,1} + x_{2023,1} \\
G_{R9,1} &= G_{R8,1} - x_{2454,1} & G_{R20,1} &= G_{R19,1} - x_{2312,1} \\
G_{R10,1} &= G_{R9,1} - x_{2826,1} & G_{R21,1} &= G_{R20,1} - x_{2126,1} \\
G_{R11,1} &= G_{R10,1} - x_{2032,1} & G_{R22,1} &= G_{R21,1} + x_{2307,1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R23,1} &= G_{R22,1} + x_{2453,1} \\
G_{R24,1} &= G_{R23,1} - x_{2410,1} \\
G_{R25,1} &= G_{R24,1} - x_{2458,1} \\
G_{R26,1} &= G_{R25,1} - x_{2130,1} \\
G_{R27,1} &= G_{R26,1} - x_{2252,1} \\
G_{R28,1} &= G_{R27,1} + x_{2113,1} \\
G_{R29,1} &= G_{R28,1} + x_{2409,1} \\
G_{R30,1} &= G_{R29,1} + x_{2839,1} \\
G_{R31,1} &= G_{R30,1} + x_{2309,1} \\
G_{R32,1} &= G_{R31,1} - x_{2316,1} \\
G_{R33,1} &= G_{R32,1} - x_{2704,1} \\
G_{R34,1} &= G_{R33,1} - x_{2750,1} \\
G_{R35,1} &= G_{R34,1} + x_{2117,1} \\
G_{R36,1} &= G_{R35,1} + x_{2407,1} \\
G_{R37,1} &= G_{R36,1} - x_{2138,1} \\
G_{R38,1} &= G_{R37,1} - x_{2412,1} \\
G_{R39,1} &= G_{R38,1} + x_{2123,1} \\
G_{R40,1} &= G_{R39,1} + x_{2311,1} \\
G_{R41,1} &= G_{R40,1} + x_{2033,1} \\
G_{R42,1} &= G_{R41,1} + x_{2455,1} \\
G_{R43,1} &= G_{R42,1} + x_{2011,1} \\
G_{R44,1} &= G_{R43,1} - x_{2320,1} \\
G_{R45,1} &= G_{R44,1} - x_{2142,1} \\
G_{R46,1} &= G_{R45,1} + x_{2127,1} \\
G_{R47,1} &= G_{R46,1} + x_{2313,1} \\
G_{R48,1} &= G_{R47,1} + x_{2807,1} \\
G_{R49,1} &= G_{R48,1} - x_{2460,1} \\
G_{R50,1} &= G_{R49,1} - x_{2414,1} \\
G_{R51,1} &= G_{R50,1} + x_{2827,1} \\
G_{R52,1} &= G_{R51,1} + x_{2129,1} \\
G_{R53,1} &= G_{R52,1} + x_{2221,1} \\
G_{R54,1} &= G_{R53,1} + x_{2411,1} \\
G_{R55,1} &= G_{R54,1} + x_{2603,1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R56,1} &= G_{R55,1} - x_{2146,1} \\
G_{R57,1} &= G_{R56,1} + x_{2135,1} \\
G_{R58,1} &= G_{R57,1} + x_{2317,1} \\
G_{R59,1} &= G_{R58,1} - x_{2746,1} \\
G_{R60,1} &= G_{R59,1} + x_{2459,1} \\
G_{R61,1} &= G_{R60,1} - x_{2222,1} \\
G_{R62,1} &= G_{R61,1} + x_{2253,1} \\
G_{R63,1} &= G_{R62,1} + x_{2139,1} \\
G_{R64,1} &= G_{R63,1} - x_{2324,1} \\
G_{R65,1} &= G_{R64,1} - x_{2014,1} \\
G_{R66,1} &= G_{R65,1} - x_{2150,1} \\
G_{R67,1} &= G_{R66,1} + x_{2413,1} \\
G_{R68,1} &= G_{R67,1} + x_{2705,1} \\
G_{R69,1} &= G_{R68,1} + x_{2321,1} \\
G_{R70,1} &= G_{R69,1} - x_{2418,1} \\
G_{R71,1} &= G_{R70,1} + x_{2143,1} \\
G_{R72,1} &= G_{R71,1} - x_{2152,1} \\
G_{R73,1} &= G_{R72,1} - x_{2462,1} \\
G_{R74,1} &= G_{R73,1} + x_{2751,1} \\
G_{R75,1} &= G_{R74,1} + x_{2415,1} \\
G_{R76,1} &= G_{R75,1} - x_{2326,1} \\
G_{R77,1} &= G_{R76,1} - x_{2158,1} \\
G_{R78,1} &= G_{R77,1} + x_{2147,1} \\
G_{R79,1} &= G_{R78,1} + x_{2461,1} \\
G_{R80,1} &= G_{R79,1} - x_{2254,1} \\
G_{R81,1} &= G_{R80,1} - x_{2328,1} \\
G_{R82,1} &= G_{R81,1} - x_{2162,1} \\
G_{R83,1} &= G_{R82,1} + x_{2151,1} \\
G_{R84,1} &= G_{R83,1} + x_{2325,1} \\
G_{R85,1} &= G_{R84,1} + x_{2015,1} \\
G_{R86,1} &= G_{R85,1} - x_{2164,1} \\
G_{R87,1} &= G_{R86,1} - x_{2470,1} \\
G_{R88,1} &= G_{R87,1} - x_{2332,1}
\end{aligned}$$

$$G_{R89,1} = G_{R88,1} - x_{2166,1}$$

$$G_{R90,1} = G_{R89,1} + x_{2223,1}$$

$$G_{R91,1} = G_{R90,1} + x_{2153,1}$$

$$G_{R92,1} = G_{R91,1} + x_{2419,1}$$

$$G_{R93,1} = G_{R92,1} - x_{2830,1}$$

$$G_{R94,1} = G_{R93,1} + x_{2747,1}$$

$$G_{R95,1} = G_{R94,1} - x_{2228,1}$$

$$G_{R96,1} = G_{R95,1} - x_{2420,1}$$

$$G_{R97,1} = G_{R96,1} - x_{2334,1}$$

$$G_{R98,1} = G_{R97,1} - x_{2170,1}$$

$$G_{R99,1} = G_{R98,1} + x_{2159,1}$$

$$G_{R100,1} = G_{R99,1} + x_{2327,1}$$

$$G_{R101,1} = G_{R100,1} - x_{2018,1}$$

$$G_{R102,1} = G_{R101,1} + x_{2463,1}$$

$$G_{R103,1} = G_{R102,1} - x_{2814,1}$$

$$G_{R104,1} = G_{R103,1} - x_{2174,1}$$

$$G_{R105,1} = G_{R104,1} - x_{2336,1}$$

$$G_{R106,1} = G_{R105,1} - x_{2472,1}$$

$$G_{R107,1} = G_{R106,1} + x_{2329,1}$$

$$G_{R108,1} = G_{R107,1} - x_{2422,1}$$

$$G_{R109,1} = G_{R108,1} + x_{2163,1}$$

$$G_{R110,1} = G_{R109,1} + x_{2255,1}$$

$$G_{R111,1} = G_{R110,1} - x_{2610,1}$$

$$G_{R112,1} = G_{R111,1} - x_{2178,1}$$

$$G_{R113,1} = G_{R112,1} - x_{2340,1}$$

$$G_{R114,1} = G_{R113,1} + x_{2167,1}$$

$$G_{R115,1} = G_{R114,1} + x_{2333,1}$$

$$G_{R116,1} = G_{R115,1} + x_{2471,1}$$

$$G_{R117,1} = G_{R116,1} + x_{2421,1}$$

$$G_{R118,1} = G_{R117,1} - x_{2474,1}$$

$$G_{R119,1} = G_{R118,1} + x_{2171,1}$$

$$G_{R120,1} = G_{R119,1} + x_{2335,1}$$

$$G_{R121,1} = G_{R120,1} - x_{2182,1}$$

$$G_{R122,1} = G_{R121,1} - x_{2426,1}$$

$$G_{R123,1} = G_{R122,1} + x_{2831,1}$$

$$G_{R124,1} = G_{R123,1} + x_{2229,1}$$

$$G_{R125,1} = G_{R124,1} + x_{2019,1}$$

$$G_{R126,1} = G_{R125,1} - x_{2344,1}$$

$$G_{R127,1} = G_{R126,1} - x_{2186,1}$$

$$G_{R128,1} = G_{R127,1} + x_{2337,1}$$

$$G_{R129,1} = G_{R128,1} + x_{2175,1}$$

$$G_{R130,1} = G_{R129,1} + x_{2039,1}$$

$$G_{R131,1} = G_{R130,1} + x_{2815,1}$$

$$G_{R132,1} = G_{R131,1} - x_{2042,1}$$

$$G_{R133,1} = G_{R132,1} - x_{2022,1}$$

$$G_{R134,1} = G_{R133,1} - x_{2818,1}$$

$$G_{R135,1} = G_{R134,1} + x_{2473,1}$$

$$G_{R136,1} = G_{R135,1} - x_{2256,1}$$

$$G_{R137,1} = G_{R136,1} - x_{2838,1}$$

$$G_{R138,1} = G_{R137,1} - x_{2236,1}$$

$$G_{R139,1} = G_{R138,1} - x_{2476,1}$$

$$G_{R140,1} = G_{R139,1} - x_{2354,1}$$

$$G_{R141,1} = G_{R140,1} - x_{2190,1}$$

$$G_{R142,1} = G_{R141,1} - x_{2428,1}$$

$$G_{R143,1} = G_{R142,1} + x_{2183,1}$$

$$G_{R144,1} = G_{R143,1} + x_{2611,1}$$

A320 filosunun İstanbul şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{R1,2} = G_{R144,2} + x_{2451,2}$$

$$G_{R2,2} = G_{R1,2} + x_{2403,2}$$

$$G_{R3,2} = G_{R2,2} + x_{2305,2}$$

$$G_{R4,2} = G_{R3,2} + x_{2237,2}$$

$$G_{R5,2} = G_{R4,2} + x_{2105,2}$$

$$G_{R6,2} = G_{R5,2} - x_{2116,2}$$

$$G_{R7,2} = G_{R6,2} + x_{2257,2}$$

$$G_{R8,2} = G_{R7,2} - x_{2310,2}$$

$$G_{R9,2} = G_{R8,2} - x_{2454,2}$$

$$G_{R10,2} = G_{R9,2} - x_{2826,2}$$

$$G_{R11,2} = G_{R10,2} - x_{2032,2}$$

$$G_{R12,2} = G_{R11,2} - x_{2122,2}$$

$$G_{R13,2} = G_{R12,2} - x_{2602,2}$$

$$G_{R14,2} = G_{R13,2} - x_{2010,2}$$

$$G_{R15,2} = G_{R14,2} + x_{2109,2}$$

$$G_{R16,2} = G_{R15,2} - x_{2806,2}$$

$$G_{R17,2} = G_{R16,2} - x_{2220,2}$$

$$G_{R18,2} = G_{R17,2} + x_{2819,2}$$

$$G_{R19,2} = G_{R18,2} + x_{2023,2}$$

$$G_{R20,2} = G_{R19,2} - x_{2312,2}$$

$$G_{R21,2} = G_{R20,2} - x_{2126,2}$$

$$G_{R22,2} = G_{R21,2} + x_{2307,2}$$

$$G_{R23,2} = G_{R22,2} + x_{2453,2}$$

$$G_{R24,2} = G_{R23,2} - x_{2410,2}$$

$$G_{R25,2} = G_{R24,2} - x_{2458,2}$$

$$G_{R26,2} = G_{R25,2} - x_{2130,2}$$

$$G_{R27,2} = G_{R26,2} - x_{2252,2}$$

$$G_{R28,2} = G_{R27,2} + x_{2113,2}$$

$$G_{R29,2} = G_{R28,2} + x_{2409,2}$$

$$G_{R30,2} = G_{R29,2} + x_{2839,2}$$

$$G_{R31,2} = G_{R30,2} + x_{2309,2}$$

$$G_{R32,2} = G_{R31,2} - x_{2316,2}$$

$$G_{R33,2} = G_{R32,2} - x_{2704,2}$$

$$G_{R34,2} = G_{R33,2} - x_{2750,2}$$

$$G_{R35,2} = G_{R34,2} + x_{2117,2}$$

$$G_{R36,2} = G_{R35,2} + x_{2407,2}$$

$$G_{R37,2} = G_{R36,2} - x_{2138,2}$$

$$G_{R38,2} = G_{R37,2} - x_{2412,2}$$

$$G_{R39,2} = G_{R38,2} + x_{2123,2}$$

$$G_{R40,2} = G_{R39,2} + x_{2311,2}$$

$$G_{R41,2} = G_{R40,2} + x_{2033,2}$$

$$G_{R42,2} = G_{R41,2} + x_{2455,2}$$

$$G_{R43,2} = G_{R42,2} + x_{2011,2}$$

$$G_{R44,2} = G_{R43,2} - x_{2320,2}$$

$$G_{R45,2} = G_{R44,2} - x_{2142,2}$$

$$G_{R46,2} = G_{R45,2} + x_{2127,2}$$

$$G_{R47,2} = G_{R46,2} + x_{2313,2}$$

$$G_{R48,2} = G_{R47,2} + x_{2807,2}$$

$$G_{R49,2} = G_{R48,2} - x_{2460,2}$$

$$G_{R50,2} = G_{R49,2} - x_{2414,2}$$

$$G_{R51,2} = G_{R50,2} + x_{2827,2}$$

$$G_{R52,2} = G_{R51,2} + x_{2129,2}$$

$$G_{R53,2} = G_{R52,2} + x_{2221,2}$$

$$G_{R54,2} = G_{R53,2} + x_{2411,2}$$

$$G_{R55,2} = G_{R54,2} + x_{2603,2}$$

$$G_{R56,2} = G_{R55,2} - x_{2146,2}$$

$$G_{R57,2} = G_{R56,2} + x_{2135,2}$$

$$G_{R58,2} = G_{R57,2} + x_{2317,2}$$

$$G_{R59,2} = G_{R58,2} - x_{2746,2}$$

$$G_{R60,2} = G_{R59,2} + x_{2459,2}$$

$$G_{R61,2} = G_{R60,2} - x_{2222,2}$$

$$G_{R62,2} = G_{R61,2} + x_{2253,2}$$

$$G_{R63,2} = G_{R62,2} + x_{2139,2}$$

$$G_{R64,2} = G_{R63,2} - x_{2324,2}$$

$$G_{R65,2} = G_{R64,2} - x_{2014,2}$$

$$G_{R66,2} = G_{R65,2} - x_{2150,2}$$

$$G_{R67,2} = G_{R66,2} + x_{2413,2}$$

$$G_{R68,2} = G_{R67,2} + x_{2705,2}$$

$$G_{R69,2} = G_{R68,2} + x_{2321,2}$$

$$G_{R70,2} = G_{R69,2} - x_{2418,2}$$

$$G_{R71,2} = G_{R70,2} + x_{2143,2}$$

$$G_{R72,2} = G_{R71,2} - x_{2152,2}$$

$$\begin{aligned}
G_{R73,2} &= G_{R72,2} - x_{2462,2} \\
G_{R74,2} &= G_{R73,2} + x_{2751,2} \\
G_{R75,2} &= G_{R74,2} + x_{2415,2} \\
G_{R76,2} &= G_{R75,2} - x_{2326,2} \\
G_{R77,2} &= G_{R76,2} - x_{2158,2} \\
G_{R78,2} &= G_{R77,2} + x_{2147,2} \\
G_{R79,2} &= G_{R78,2} + x_{2461,2} \\
G_{R80,2} &= G_{R79,2} - x_{2254,2} \\
G_{R81,2} &= G_{R80,2} - x_{2328,2} \\
G_{R82,2} &= G_{R81,2} - x_{2162,2} \\
G_{R83,2} &= G_{R82,2} + x_{2151,2} \\
G_{R84,2} &= G_{R83,2} + x_{2325,2} \\
G_{R85,2} &= G_{R84,2} + x_{2015,2} \\
G_{R86,2} &= G_{R85,2} - x_{2164,2} \\
G_{R87,2} &= G_{R86,2} - x_{2470,2} \\
G_{R88,2} &= G_{R87,2} - x_{2332,2} \\
G_{R89,2} &= G_{R88,2} - x_{2166,2} \\
G_{R90,2} &= G_{R89,2} + x_{2223,2} \\
G_{R91,2} &= G_{R90,2} + x_{2153,2} \\
G_{R92,2} &= G_{R91,2} + x_{2419,2} \\
G_{R93,2} &= G_{R92,2} - x_{2830,2} \\
G_{R94,2} &= G_{R93,2} + x_{2747,2} \\
G_{R95,2} &= G_{R94,2} - x_{2228,2} \\
G_{R96,2} &= G_{R95,2} - x_{2420,2} \\
G_{R97,2} &= G_{R96,2} - x_{2334,2} \\
G_{R98,2} &= G_{R97,2} - x_{2170,2} \\
G_{R99,2} &= G_{R98,2} + x_{2159,2} \\
G_{R100,2} &= G_{R99,2} + x_{2327,2} \\
G_{R101,2} &= G_{R100,2} - x_{2018,2} \\
G_{R102,2} &= G_{R101,2} + x_{2463,2} \\
G_{R103,2} &= G_{R102,2} - x_{2814,2} \\
G_{R104,2} &= G_{R103,2} - x_{2174,2} \\
G_{R105,2} &= G_{R104,2} - x_{2336,2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R106,2} &= G_{R105,2} - x_{2472,2} \\
G_{R107,2} &= G_{R106,2} + x_{2329,2} \\
G_{R108,2} &= G_{R107,2} - x_{2422,2} \\
G_{R109,2} &= G_{R108,2} + x_{2163,2} \\
G_{R110,2} &= G_{R109,2} + x_{2255,2} \\
G_{R111,2} &= G_{R110,2} - x_{2610,2} \\
G_{R112,2} &= G_{R111,2} - x_{2178,2} \\
G_{R113,2} &= G_{R112,2} - x_{2340,2} \\
G_{R114,2} &= G_{R113,2} + x_{2167,2} \\
G_{R115,2} &= G_{R114,2} + x_{2333,2} \\
G_{R116,2} &= G_{R115,2} + x_{2471,2} \\
G_{R117,2} &= G_{R116,2} + x_{2421,2} \\
G_{R118,2} &= G_{R117,2} - x_{2474,2} \\
G_{R119,2} &= G_{R118,2} + x_{2171,2} \\
G_{R120,2} &= G_{R119,2} + x_{2335,2} \\
G_{R121,2} &= G_{R120,2} - x_{2182,2} \\
G_{R122,2} &= G_{R121,2} - x_{2426,2} \\
G_{R123,2} &= G_{R122,2} + x_{2831,2} \\
G_{R124,2} &= G_{R123,2} + x_{2229,2} \\
G_{R125,2} &= G_{R124,2} + x_{2019,2} \\
G_{R126,2} &= G_{R125,2} - x_{2344,2} \\
G_{R127,2} &= G_{R126,2} - x_{2186,2} \\
G_{R128,2} &= G_{R127,2} + x_{2337,2} \\
G_{R129,2} &= G_{R128,2} + x_{2175,2} \\
G_{R130,2} &= G_{R129,2} + x_{2039,2} \\
G_{R131,2} &= G_{R130,2} + x_{2815,2} \\
G_{R132,2} &= G_{R131,2} - x_{2042,2} \\
G_{R133,2} &= G_{R132,2} - x_{2022,2} \\
G_{R134,2} &= G_{R133,2} - x_{2818,2} \\
G_{R135,2} &= G_{R134,2} + x_{2473,2} \\
G_{R136,2} &= G_{R135,2} - x_{2256,2} \\
G_{R137,2} &= G_{R136,2} - x_{2838,2} \\
G_{R138,2} &= G_{R137,2} - x_{2236,2}
\end{aligned}$$

$$G_{R139,2} = G_{R138,2} - x_{2476,2}$$

$$G_{R142,2} = G_{R141,2} - x_{2428,2}$$

$$G_{R140,2} = G_{R139,2} - x_{2354,2}$$

$$G_{R143,2} = G_{R142,2} + x_{2183,2}$$

$$G_{R141,2} = G_{R140,2} - x_{2190,2}$$

$$G_{R144,2} = G_{R143,2} + x_{2611,2}$$

A321 filosunun İstanbul şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{R1,3} = G_{R144,3} + x_{2451,3}$$

$$G_{R29,3} = G_{R28,3} + x_{2409,3}$$

$$G_{R2,3} = G_{R1,3} + x_{2403,3}$$

$$G_{R30,3} = G_{R29,3} + x_{2839,3}$$

$$G_{R3,3} = G_{R2,3} + x_{2305,3}$$

$$G_{R31,3} = G_{R30,3} + x_{2309,3}$$

$$G_{R4,3} = G_{R3,3} + x_{2237,3}$$

$$G_{R32,3} = G_{R31,3} - x_{2316,3}$$

$$G_{R5,3} = G_{R4,3} + x_{2105,3}$$

$$G_{R33,3} = G_{R32,3} - x_{2704,3}$$

$$G_{R6,3} = G_{R5,3} - x_{2116,3}$$

$$G_{R34,3} = G_{R33,3} - x_{2750,3}$$

$$G_{R7,3} = G_{R6,3} + x_{2257,3}$$

$$G_{R35,3} = G_{R34,3} + x_{2117,3}$$

$$G_{R8,3} = G_{R7,3} - x_{2310,3}$$

$$G_{R36,3} = G_{R35,3} + x_{2407,3}$$

$$G_{R9,3} = G_{R8,3} - x_{2454,3}$$

$$G_{R37,3} = G_{R36,3} - x_{2138,3}$$

$$G_{R10,3} = G_{R9,3} - x_{2826,3}$$

$$G_{R38,3} = G_{R37,3} - x_{2412,3}$$

$$G_{R11,3} = G_{R10,3} - x_{2032,3}$$

$$G_{R39,3} = G_{R38,3} + x_{2123,3}$$

$$G_{R12,3} = G_{R11,3} - x_{2122,3}$$

$$G_{R40,3} = G_{R39,3} + x_{2311,3}$$

$$G_{R13,3} = G_{R12,3} - x_{2602,3}$$

$$G_{R41,3} = G_{R40,3} + x_{2033,3}$$

$$G_{R14,3} = G_{R13,3} - x_{2010,3}$$

$$G_{R42,3} = G_{R41,3} + x_{2455,3}$$

$$G_{R15,3} = G_{R14,3} + x_{2109,3}$$

$$G_{R43,3} = G_{R42,3} + x_{2011,3}$$

$$G_{R16,3} = G_{R15,3} - x_{2806,3}$$

$$G_{R44,3} = G_{R43,3} - x_{2320,3}$$

$$G_{R17,3} = G_{R16,3} - x_{2220,3}$$

$$G_{R45,3} = G_{R44,3} - x_{2142,3}$$

$$G_{R18,3} = G_{R17,3} + x_{2819,3}$$

$$G_{R46,3} = G_{R45,3} + x_{2127,3}$$

$$G_{R19,3} = G_{R18,3} + x_{2023,3}$$

$$G_{R47,3} = G_{R46,3} + x_{2313,3}$$

$$G_{R20,3} = G_{R19,3} - x_{2312,3}$$

$$G_{R48,3} = G_{R47,3} + x_{2807,3}$$

$$G_{R21,3} = G_{R20,3} - x_{2126,3}$$

$$G_{R49,3} = G_{R48,3} - x_{2460,3}$$

$$G_{R22,3} = G_{R21,3} + x_{2307,3}$$

$$G_{R50,3} = G_{R49,3} - x_{2414,3}$$

$$G_{R23,3} = G_{R22,3} + x_{2453,3}$$

$$G_{R51,3} = G_{R50,3} + x_{2827,3}$$

$$G_{R24,3} = G_{R23,3} - x_{2410,3}$$

$$G_{R52,3} = G_{R51,3} + x_{2129,3}$$

$$G_{R25,3} = G_{R24,3} - x_{2458,3}$$

$$G_{R53,3} = G_{R52,3} + x_{2221,3}$$

$$G_{R26,3} = G_{R25,3} - x_{2130,3}$$

$$G_{R54,3} = G_{R53,3} + x_{2411,3}$$

$$G_{R27,3} = G_{R26,3} - x_{2252,3}$$

$$G_{R55,3} = G_{R54,3} + x_{2603,3}$$

$$G_{R28,3} = G_{R27,3} + x_{2113,3}$$

$$G_{R56,3} = G_{R55,3} - x_{2146,3}$$

$$\begin{aligned}
G_{R57,3} &= G_{R56,3} + x_{2135,3} \\
G_{R58,3} &= G_{R57,3} + x_{2317,3} \\
G_{R59,3} &= G_{R58,3} - x_{2746,3} \\
G_{R60,3} &= G_{R59,3} + x_{2459,3} \\
G_{R61,3} &= G_{R60,3} - x_{2222,3} \\
G_{R62,3} &= G_{R61,3} + x_{2253,3} \\
G_{R63,3} &= G_{R62,3} + x_{2139,3} \\
G_{R64,3} &= G_{R63,3} - x_{2324,3} \\
G_{R65,3} &= G_{R64,3} - x_{2014,3} \\
G_{R66,3} &= G_{R65,3} - x_{2150,3} \\
G_{R67,3} &= G_{R66,3} + x_{2413,3} \\
G_{R68,3} &= G_{R67,3} + x_{2705,3} \\
G_{R69,3} &= G_{R68,3} + x_{2321,3} \\
G_{R70,3} &= G_{R69,3} - x_{2418,3} \\
G_{R71,3} &= G_{R70,3} + x_{2143,3} \\
G_{R72,3} &= G_{R71,3} - x_{2152,3} \\
G_{R73,3} &= G_{R72,3} - x_{2462,3} \\
G_{R74,3} &= G_{R73,3} + x_{2751,3} \\
G_{R75,3} &= G_{R74,3} + x_{2415,3} \\
G_{R76,3} &= G_{R75,3} - x_{2326,3} \\
G_{R77,3} &= G_{R76,3} - x_{2158,3} \\
G_{R78,3} &= G_{R77,3} + x_{2147,3} \\
G_{R79,3} &= G_{R78,3} + x_{2461,3} \\
G_{R80,3} &= G_{R79,3} - x_{2254,3} \\
G_{R81,3} &= G_{R80,3} - x_{2328,3} \\
G_{R82,3} &= G_{R81,3} - x_{2162,3} \\
G_{R83,3} &= G_{R82,3} + x_{2151,3} \\
G_{R84,3} &= G_{R83,3} + x_{2325,3} \\
G_{R85,3} &= G_{R84,3} + x_{2015,3} \\
G_{R86,3} &= G_{R85,3} - x_{2164,3} \\
G_{R87,3} &= G_{R86,3} - x_{2470,3} \\
G_{R88,3} &= G_{R87,3} - x_{2332,3} \\
G_{R89,3} &= G_{R88,3} - x_{2166,3}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R90,3} &= G_{R89,3} + x_{2223,3} \\
G_{R91,3} &= G_{R90,3} + x_{2153,3} \\
G_{R92,3} &= G_{R91,3} + x_{2419,3} \\
G_{R93,3} &= G_{R92,3} - x_{2830,3} \\
G_{R94,3} &= G_{R93,3} + x_{2747,3} \\
G_{R95,3} &= G_{R94,3} - x_{2228,3} \\
G_{R96,3} &= G_{R95,3} - x_{2420,3} \\
G_{R97,3} &= G_{R96,3} - x_{2334,3} \\
G_{R98,3} &= G_{R97,3} - x_{2170,3} \\
G_{R99,3} &= G_{R98,3} + x_{2159,3} \\
G_{R100,3} &= G_{R99,3} + x_{2327,3} \\
G_{R101,3} &= G_{R100,3} - x_{2018,3} \\
G_{R102,3} &= G_{R101,3} + x_{2463,3} \\
G_{R103,3} &= G_{R102,3} - x_{2814,3} \\
G_{R104,3} &= G_{R103,3} - x_{2174,3} \\
G_{R105,3} &= G_{R104,3} - x_{2336,3} \\
G_{R106,3} &= G_{R105,3} - x_{2472,3} \\
G_{R107,3} &= G_{R106,3} + x_{2329,3} \\
G_{R108,3} &= G_{R107,3} - x_{2422,3} \\
G_{R109,3} &= G_{R108,3} + x_{2163,3} \\
G_{R110,3} &= G_{R109,3} + x_{2255,3} \\
G_{R111,3} &= G_{R110,3} - x_{2610,3} \\
G_{R112,3} &= G_{R111,3} - x_{2178,3} \\
G_{R113,3} &= G_{R112,3} - x_{2340,3} \\
G_{R114,3} &= G_{R113,3} + x_{2167,3} \\
G_{R115,3} &= G_{R114,3} + x_{2333,3} \\
G_{R116,3} &= G_{R115,3} + x_{2471,3} \\
G_{R117,3} &= G_{R116,3} + x_{2421,3} \\
G_{R118,3} &= G_{R117,3} - x_{2474,3} \\
G_{R119,3} &= G_{R118,3} + x_{2171,3} \\
G_{R120,3} &= G_{R119,3} + x_{2335,3} \\
G_{R121,3} &= G_{R120,3} - x_{2182,3} \\
G_{R122,3} &= G_{R121,3} - x_{2426,3}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R123,3} &= G_{R122,3} + x_{2831,3} \\
G_{R124,3} &= G_{R123,3} + x_{2229,3} \\
G_{R125,3} &= G_{R124,3} + x_{2019,3} \\
G_{R126,3} &= G_{R125,3} - x_{2344,3} \\
G_{R127,3} &= G_{R126,3} - x_{2186,3} \\
G_{R128,3} &= G_{R127,3} + x_{2337,3} \\
G_{R129,3} &= G_{R128,3} + x_{2175,3} \\
G_{R130,3} &= G_{R129,3} + x_{2039,3} \\
G_{R131,3} &= G_{R130,3} + x_{2815,3} \\
G_{R132,3} &= G_{R131,3} - x_{2042,3} \\
G_{R133,3} &= G_{R132,3} - x_{2022,3}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R134,3} &= G_{R133,3} - x_{2818,3} \\
G_{R135,3} &= G_{R134,3} + x_{2473,3} \\
G_{R136,3} &= G_{R135,3} - x_{2256,3} \\
G_{R137,3} &= G_{R136,3} - x_{2838,3} \\
G_{R138,3} &= G_{R137,3} - x_{2236,3} \\
G_{R139,3} &= G_{R138,3} - x_{2476,3} \\
G_{R140,3} &= G_{R139,3} - x_{2354,3} \\
G_{R141,3} &= G_{R140,3} - x_{2190,3} \\
G_{R142,3} &= G_{R141,3} - x_{2428,3} \\
G_{R143,3} &= G_{R142,3} + x_{2183,3} \\
G_{R144,3} &= G_{R143,3} + x_{2611,3}
\end{aligned}$$

B737 filosunun İstanbul şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{R1,4} &= G_{R144,4} + x_{2451,4} \\
G_{R2,4} &= G_{R1,4} + x_{2403,4} \\
G_{R3,4} &= G_{R2,4} + x_{2305,4} \\
G_{R4,4} &= G_{R3,4} + x_{2237,4} \\
G_{R5,4} &= G_{R4,4} + x_{2105,4} \\
G_{R6,4} &= G_{R5,4} - x_{2116,4} \\
G_{R7,4} &= G_{R6,4} + x_{2257,4} \\
G_{R8,4} &= G_{R7,4} - x_{2310,4} \\
G_{R9,4} &= G_{R8,4} - x_{2454,4} \\
G_{R10,4} &= G_{R9,4} - x_{2826,4} \\
G_{R11,4} &= G_{R10,4} - x_{2032,4} \\
G_{R12,4} &= G_{R11,4} - x_{2122,4} \\
G_{R13,4} &= G_{R12,4} - x_{2602,4} \\
G_{R14,4} &= G_{R13,4} - x_{2010,4} \\
G_{R15,4} &= G_{R14,4} + x_{2109,4} \\
G_{R16,4} &= G_{R15,4} - x_{2806,4} \\
G_{R17,4} &= G_{R16,4} - x_{2220,4} \\
G_{R18,4} &= G_{R17,4} + x_{2819,4} \\
G_{R19,4} &= G_{R18,4} + x_{2023,4} \\
G_{R20,4} &= G_{R19,4} - x_{2312,4}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R21,4} &= G_{R20,4} - x_{2126,4} \\
G_{R22,4} &= G_{R21,4} + x_{2307,4} \\
G_{R23,4} &= G_{R22,4} + x_{2453,4} \\
G_{R24,4} &= G_{R23,4} - x_{2410,4} \\
G_{R25,4} &= G_{R24,4} - x_{2458,4} \\
G_{R26,4} &= G_{R25,4} - x_{2130,4} \\
G_{R27,4} &= G_{R26,4} - x_{2252,4} \\
G_{R28,4} &= G_{R27,4} + x_{2113,4} \\
G_{R29,4} &= G_{R28,4} + x_{2409,4} \\
G_{R30,4} &= G_{R29,4} + x_{2839,4} \\
G_{R31,4} &= G_{R30,4} + x_{2309,4} \\
G_{R32,4} &= G_{R31,4} - x_{2316,4} \\
G_{R33,4} &= G_{R32,4} - x_{2704,4} \\
G_{R34,4} &= G_{R33,4} - x_{2750,4} \\
G_{R35,4} &= G_{R34,4} + x_{2117,4} \\
G_{R36,4} &= G_{R35,4} + x_{2407,4} \\
G_{R37,4} &= G_{R36,4} - x_{2138,4} \\
G_{R38,4} &= G_{R37,4} - x_{2412,4} \\
G_{R39,4} &= G_{R38,4} + x_{2123,4} \\
G_{R40,4} &= G_{R39,4} + x_{2311,4}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R41,4} &= G_{R40,4} + x_{2033,4} \\
G_{R42,4} &= G_{R41,4} + x_{2455,4} \\
G_{R43,4} &= G_{R42,4} + x_{2011,4} \\
G_{R44,4} &= G_{R43,4} - x_{2320,4} \\
G_{R45,4} &= G_{R44,4} - x_{2142,4} \\
G_{R46,4} &= G_{R45,4} + x_{2127,4} \\
G_{R47,4} &= G_{R46,4} + x_{2313,4} \\
G_{R48,4} &= G_{R47,4} + x_{2807,4} \\
G_{R49,4} &= G_{R48,4} - x_{2460,4} \\
G_{R50,4} &= G_{R49,4} - x_{2414,4} \\
G_{R51,4} &= G_{R50,4} + x_{2827,4} \\
G_{R52,4} &= G_{R51,4} + x_{2129,4} \\
G_{R53,4} &= G_{R52,4} + x_{2221,4} \\
G_{R54,4} &= G_{R53,4} + x_{2411,4} \\
G_{R55,4} &= G_{R54,4} + x_{2603,4} \\
G_{R56,4} &= G_{R55,4} - x_{2146,4} \\
G_{R57,4} &= G_{R56,4} + x_{2135,4} \\
G_{R58,4} &= G_{R57,4} + x_{2317,4} \\
G_{R59,4} &= G_{R58,4} - x_{2746,4} \\
G_{R60,4} &= G_{R59,4} + x_{2459,4} \\
G_{R61,4} &= G_{R60,4} - x_{2222,4} \\
G_{R62,4} &= G_{R61,4} + x_{2253,4} \\
G_{R63,4} &= G_{R62,4} + x_{2139,4} \\
G_{R64,4} &= G_{R63,4} - x_{2324,4} \\
G_{R65,4} &= G_{R64,4} - x_{2014,4} \\
G_{R66,4} &= G_{R65,4} - x_{2150,4} \\
G_{R67,4} &= G_{R66,4} + x_{2413,4} \\
G_{R68,4} &= G_{R67,4} + x_{2705,4} \\
G_{R69,4} &= G_{R68,4} + x_{2321,4} \\
G_{R70,4} &= G_{R69,4} - x_{2418,4} \\
G_{R71,4} &= G_{R70,4} + x_{2143,4} \\
G_{R72,4} &= G_{R71,4} - x_{2152,4} \\
G_{R73,4} &= G_{R72,4} - x_{2462,4}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R74,4} &= G_{R73,4} + x_{2751,4} \\
G_{R75,4} &= G_{R74,4} + x_{2415,4} \\
G_{R76,4} &= G_{R75,4} - x_{2326,4} \\
G_{R77,4} &= G_{R76,4} - x_{2158,4} \\
G_{R78,4} &= G_{R77,4} + x_{2147,4} \\
G_{R79,4} &= G_{R78,4} + x_{2461,4} \\
G_{R80,4} &= G_{R79,4} - x_{2254,4} \\
G_{R81,4} &= G_{R80,4} - x_{2328,4} \\
G_{R82,4} &= G_{R81,4} - x_{2162,4} \\
G_{R83,4} &= G_{R82,4} + x_{2151,4} \\
G_{R84,4} &= G_{R83,4} + x_{2325,4} \\
G_{R85,4} &= G_{R84,4} + x_{2015,4} \\
G_{R86,4} &= G_{R85,4} - x_{2164,4} \\
G_{R87,4} &= G_{R86,4} - x_{2470,4} \\
G_{R88,4} &= G_{R87,4} - x_{2332,4} \\
G_{R89,4} &= G_{R88,4} - x_{2166,4} \\
G_{R90,4} &= G_{R89,4} + x_{2223,4} \\
G_{R91,4} &= G_{R90,4} + x_{2153,4} \\
G_{R92,4} &= G_{R91,4} + x_{2419,4} \\
G_{R93,4} &= G_{R92,4} - x_{2830,4} \\
G_{R94,4} &= G_{R93,4} + x_{2747,4} \\
G_{R95,4} &= G_{R94,4} - x_{2228,4} \\
G_{R96,4} &= G_{R95,4} - x_{2420,4} \\
G_{R97,4} &= G_{R96,4} - x_{2334,4} \\
G_{R98,4} &= G_{R97,4} - x_{2170,4} \\
G_{R99,4} &= G_{R98,4} + x_{2159,4} \\
G_{R100,4} &= G_{R99,4} + x_{2327,4} \\
G_{R101,4} &= G_{R100,4} - x_{2018,4} \\
G_{R102,4} &= G_{R101,4} + x_{2463,4} \\
G_{R103,4} &= G_{R102,4} - x_{2814,4} \\
G_{R104,4} &= G_{R103,4} - x_{2174,4} \\
G_{R105,4} &= G_{R104,4} - x_{2336,4} \\
G_{R106,4} &= G_{R105,4} - x_{2472,4}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R107,4} &= G_{R106,4} + x_{2329,4} \\
G_{R108,4} &= G_{R107,4} - x_{2422,4} \\
G_{R109,4} &= G_{R108,4} + x_{2163,4} \\
G_{R110,4} &= G_{R109,4} + x_{2255,4} \\
G_{R111,4} &= G_{R110,4} - x_{2610,4} \\
G_{R112,4} &= G_{R111,4} - x_{2178,4} \\
G_{R113,4} &= G_{R112,4} - x_{2340,4} \\
G_{R114,4} &= G_{R113,4} + x_{2167,4} \\
G_{R115,4} &= G_{R114,4} + x_{2333,4} \\
G_{R116,4} &= G_{R115,4} + x_{2471,4} \\
G_{R117,4} &= G_{R116,4} + x_{2421,4} \\
G_{R118,4} &= G_{R117,4} - x_{2474,4} \\
G_{R119,4} &= G_{R118,4} + x_{2171,4} \\
G_{R120,4} &= G_{R119,4} + x_{2335,4} \\
G_{R121,4} &= G_{R120,4} - x_{2182,4} \\
G_{R122,4} &= G_{R121,4} - x_{2426,4} \\
G_{R123,4} &= G_{R122,4} + x_{2831,4} \\
G_{R124,4} &= G_{R123,4} + x_{2229,4} \\
G_{R125,4} &= G_{R124,4} + x_{2019,4}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R126,4} &= G_{R125,4} - x_{2344,4} \\
G_{R127,4} &= G_{R126,4} - x_{2186,4} \\
G_{R128,4} &= G_{R127,4} + x_{2337,4} \\
G_{R129,4} &= G_{R128,4} + x_{2175,4} \\
G_{R130,4} &= G_{R129,4} + x_{2039,4} \\
G_{R131,4} &= G_{R130,4} + x_{2815,4} \\
G_{R132,4} &= G_{R131,4} - x_{2042,4} \\
G_{R133,4} &= G_{R132,4} - x_{2022,4} \\
G_{R134,4} &= G_{R133,4} - x_{2818,4} \\
G_{R135,4} &= G_{R134,4} + x_{2473,4} \\
G_{R136,4} &= G_{R135,4} - x_{2256,4} \\
G_{R137,4} &= G_{R136,4} - x_{2838,4} \\
G_{R138,4} &= G_{R137,4} - x_{2236,4} \\
G_{R139,4} &= G_{R138,4} - x_{2476,4} \\
G_{R140,4} &= G_{R139,4} - x_{2354,4} \\
G_{R141,4} &= G_{R140,4} - x_{2190,4} \\
G_{R142,4} &= G_{R141,4} - x_{2428,4} \\
G_{R143,4} &= G_{R142,4} + x_{2183,4} \\
G_{R144,4} &= G_{R143,4} + x_{2611,4}
\end{aligned}$$

B738 filosunun İstanbul şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{R1,5} &= G_{R144,5} + x_{2451,5} \\
G_{R2,5} &= G_{R1,5} + x_{2403,5} \\
G_{R3,5} &= G_{R2,5} + x_{2305,5} \\
G_{R4,5} &= G_{R3,5} + x_{2237,5} \\
G_{R5,5} &= G_{R4,5} + x_{2105,5} \\
G_{R6,5} &= G_{R5,5} - x_{2116,5} \\
G_{R7,5} &= G_{R6,5} + x_{2257,5} \\
G_{R8,5} &= G_{R7,5} - x_{2310,5} \\
G_{R9,5} &= G_{R8,5} - x_{2454,5} \\
G_{R10,5} &= G_{R9,5} - x_{2826,5} \\
G_{R11,5} &= G_{R10,5} - x_{2032,5} \\
G_{R12,5} &= G_{R11,5} - x_{2122,5}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R13,5} &= G_{R12,5} - x_{2602,5} \\
G_{R14,5} &= G_{R13,5} - x_{2010,5} \\
G_{R15,5} &= G_{R14,5} + x_{2109,5} \\
G_{R16,5} &= G_{R15,5} - x_{2806,5} \\
G_{R17,5} &= G_{R16,5} - x_{2220,5} \\
G_{R18,5} &= G_{R17,5} + x_{2819,5} \\
G_{R19,5} &= G_{R18,5} + x_{2023,5} \\
G_{R20,5} &= G_{R19,5} - x_{2312,5} \\
G_{R21,5} &= G_{R20,5} - x_{2126,5} \\
G_{R22,5} &= G_{R21,5} + x_{2307,5} \\
G_{R23,5} &= G_{R22,5} + x_{2453,5} \\
G_{R24,5} &= G_{R23,5} - x_{2410,5}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{R25,5} &= G_{R24,5} - x_{2458,5} & G_{R58,5} &= G_{R57,5} + x_{2317,5} \\
G_{R26,5} &= G_{R25,5} - x_{2130,5} & G_{R59,5} &= G_{R58,5} - x_{2746,5} \\
G_{R27,5} &= G_{R26,5} - x_{2252,5} & G_{R60,5} &= G_{R59,5} + x_{2459,5} \\
G_{R28,5} &= G_{R27,5} + x_{2113,5} & G_{R61,5} &= G_{R60,5} - x_{2222,5} \\
G_{R29,5} &= G_{R28,5} + x_{2409,5} & G_{R62,5} &= G_{R61,5} + x_{2253,5} \\
G_{R30,5} &= G_{R29,5} + x_{2839,5} & G_{R63,5} &= G_{R62,5} + x_{2139,5} \\
G_{R31,5} &= G_{R30,5} + x_{2309,5} & G_{R64,5} &= G_{R63,5} - x_{2324,5} \\
G_{R32,5} &= G_{R31,5} - x_{2316,5} & G_{R65,5} &= G_{R64,5} - x_{2014,5} \\
G_{R33,5} &= G_{R32,5} - x_{2704,5} & G_{R66,5} &= G_{R65,5} - x_{2150,5} \\
G_{R34,5} &= G_{R33,5} - x_{2750,5} & G_{R67,5} &= G_{R66,5} + x_{2413,5} \\
G_{R35,5} &= G_{R34,5} + x_{2117,5} & G_{R68,5} &= G_{R67,5} + x_{2705,5} \\
G_{R36,5} &= G_{R35,5} + x_{2407,5} & G_{R69,5} &= G_{R68,5} + x_{2321,5} \\
G_{R37,5} &= G_{R36,5} - x_{2138,5} & G_{R70,5} &= G_{R69,5} - x_{2418,5} \\
G_{R38,5} &= G_{R37,5} - x_{2412,5} & G_{R71,5} &= G_{R70,5} + x_{2143,5} \\
G_{R39,5} &= G_{R38,5} + x_{2123,5} & G_{R72,5} &= G_{R71,5} - x_{2152,5} \\
G_{R40,5} &= G_{R39,5} + x_{2311,5} & G_{R73,5} &= G_{R72,5} - x_{2462,5} \\
G_{R41,5} &= G_{R40,5} + x_{2033,5} & G_{R74,5} &= G_{R73,5} + x_{2751,5} \\
G_{R42,5} &= G_{R41,5} + x_{2455,5} & G_{R75,5} &= G_{R74,5} + x_{2415,5} \\
G_{R43,5} &= G_{R42,5} + x_{2011,5} & G_{R76,5} &= G_{R75,5} - x_{2326,5} \\
G_{R44,5} &= G_{R43,5} - x_{2320,5} & G_{R77,5} &= G_{R76,5} - x_{2158,5} \\
G_{R45,5} &= G_{R44,5} - x_{2142,5} & G_{R78,5} &= G_{R77,5} + x_{2147,5} \\
G_{R46,5} &= G_{R45,5} + x_{2127,5} & G_{R79,5} &= G_{R78,5} + x_{2461,5} \\
G_{R47,5} &= G_{R46,5} + x_{2313,5} & G_{R80,5} &= G_{R79,5} - x_{2254,5} \\
G_{R48,5} &= G_{R47,5} + x_{2807,5} & G_{R81,5} &= G_{R80,5} - x_{2328,5} \\
G_{R49,5} &= G_{R48,5} - x_{2460,5} & G_{R82,5} &= G_{R81,5} - x_{2162,5} \\
G_{R50,5} &= G_{R49,5} - x_{2414,5} & G_{R83,5} &= G_{R82,5} + x_{2151,5} \\
G_{R51,5} &= G_{R50,5} + x_{2827,5} & G_{R84,5} &= G_{R83,5} + x_{2325,5} \\
G_{R52,5} &= G_{R51,5} + x_{2129,5} & G_{R85,5} &= G_{R84,5} + x_{2015,5} \\
G_{R53,5} &= G_{R52,5} + x_{2221,5} & G_{R86,5} &= G_{R85,5} - x_{2164,5} \\
G_{R54,5} &= G_{R53,5} + x_{2411,5} & G_{R87,5} &= G_{R86,5} - x_{2470,5} \\
G_{R55,5} &= G_{R54,5} + x_{2603,5} & G_{R88,5} &= G_{R87,5} - x_{2332,5} \\
G_{R56,5} &= G_{R55,5} - x_{2146,5} & G_{R89,5} &= G_{R88,5} - x_{2166,5} \\
G_{R57,5} &= G_{R56,5} + x_{2135,5} & G_{R90,5} &= G_{R89,5} + x_{2223,5}
\end{aligned}$$

$$G_{R91,5} = G_{R90,5} + x_{2153,5}$$

$$G_{R92,5} = G_{R91,5} + x_{2419,5}$$

$$G_{R93,5} = G_{R92,5} - x_{2830,5}$$

$$G_{R94,5} = G_{R93,5} + x_{2747,5}$$

$$G_{R95,5} = G_{R94,5} - x_{2228,5}$$

$$G_{R96,5} = G_{R95,5} - x_{2420,5}$$

$$G_{R97,5} = G_{R96,5} - x_{2334,5}$$

$$G_{R98,5} = G_{R97,5} - x_{2170,5}$$

$$G_{R99,5} = G_{R98,5} + x_{2159,5}$$

$$G_{R100,5} = G_{R99,5} + x_{2327,5}$$

$$G_{R101,5} = G_{R100,5} - x_{2018,5}$$

$$G_{R102,5} = G_{R101,5} + x_{2463,5}$$

$$G_{R103,5} = G_{R102,5} - x_{2814,5}$$

$$G_{R104,5} = G_{R103,5} - x_{2174,5}$$

$$G_{R105,5} = G_{R104,5} - x_{2336,5}$$

$$G_{R106,5} = G_{R105,5} - x_{2472,5}$$

$$G_{R107,5} = G_{R106,5} + x_{2329,5}$$

$$G_{R108,5} = G_{R107,5} - x_{2422,5}$$

$$G_{R109,5} = G_{R108,5} + x_{2163,5}$$

$$G_{R110,5} = G_{R109,5} + x_{2255,5}$$

$$G_{R111,5} = G_{R110,5} - x_{2610,5}$$

$$G_{R112,5} = G_{R111,5} - x_{2178,5}$$

$$G_{R113,5} = G_{R112,5} - x_{2340,5}$$

$$G_{R114,5} = G_{R113,5} + x_{2167,5}$$

$$G_{R115,5} = G_{R114,5} + x_{2333,5}$$

$$G_{R116,5} = G_{R115,5} + x_{2471,5}$$

$$G_{R117,5} = G_{R116,5} + x_{2421,5}$$

$$G_{R118,5} = G_{R117,5} - x_{2474,5}$$

$$G_{R119,5} = G_{R118,5} + x_{2171,5}$$

$$G_{R120,5} = G_{R119,5} + x_{2335,5}$$

$$G_{R121,5} = G_{R120,5} - x_{2182,5}$$

$$G_{R122,5} = G_{R121,5} - x_{2426,5}$$

$$G_{R123,5} = G_{R122,5} + x_{2831,5}$$

$$G_{R124,5} = G_{R123,5} + x_{2229,5}$$

$$G_{R125,5} = G_{R124,5} + x_{2019,5}$$

$$G_{R126,5} = G_{R125,5} - x_{2344,5}$$

$$G_{R127,5} = G_{R126,5} - x_{2186,5}$$

$$G_{R128,5} = G_{R127,5} + x_{2337,5}$$

$$G_{R129,5} = G_{R128,5} + x_{2175,5}$$

$$G_{R130,5} = G_{R129,5} + x_{2039,5}$$

$$G_{R131,5} = G_{R130,5} + x_{2815,5}$$

$$G_{R132,5} = G_{R131,5} - x_{2042,5}$$

$$G_{R133,5} = G_{R132,5} - x_{2022,5}$$

$$G_{R134,5} = G_{R133,5} - x_{2818,5}$$

$$G_{R135,5} = G_{R134,5} + x_{2473,5}$$

$$G_{R136,5} = G_{R135,5} - x_{2256,5}$$

$$G_{R137,5} = G_{R136,5} - x_{2838,5}$$

$$G_{R138,5} = G_{R137,5} - x_{2236,5}$$

$$G_{R139,5} = G_{R138,5} - x_{2476,5}$$

$$G_{R140,5} = G_{R139,5} - x_{2354,5}$$

$$G_{R141,5} = G_{R140,5} - x_{2190,5}$$

$$G_{R142,5} = G_{R141,5} - x_{2428,5}$$

$$G_{R143,5} = G_{R142,5} + x_{2183,5}$$

$$G_{R144,5} = G_{R143,5} + x_{2611,5}$$

A319 filosunun İzmir şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{i1,1} = G_{i26,1} - x_{2305,1}$$

$$G_{i2,1} = G_{i1,1} - x_{2307,1}$$

$$G_{i3,1} = G_{i2,1} - x_{2309,1}$$

$$G_{i4,1} = G_{i3,1} + x_{2310,1}$$

$$G_{i5,1} = G_{i4,1} - x_{2311,1}$$

$$G_{i6,1} = G_{i5,1} + x_{2312,1}$$

$$G_{i7,1} = G_{i6,1} - x_{2313,1}$$

$$G_{i8,1} = G_{i7,1} + x_{2316,1}$$

$$\begin{aligned}
G_{i9,1} &= G_{i8,1} - x_{2317,1} \\
G_{i10,1} &= G_{i9,1} + x_{2320,1} \\
G_{i11,1} &= G_{i10,1} - x_{2321,1} \\
G_{i12,1} &= G_{i11,1} + x_{2324,1} \\
G_{i13,1} &= G_{i12,1} - x_{2325,1} \\
G_{i14,1} &= G_{i13,1} + x_{2326,1} \\
G_{i15,1} &= G_{i14,1} - x_{2327,1} \\
G_{i16,1} &= G_{i15,1} + x_{2328,1} \\
G_{i17,1} &= G_{i16,1} - x_{2329,1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{i18,1} &= G_{i17,1} + x_{2332,1} \\
G_{i19,1} &= G_{i18,1} - x_{2333,1} \\
G_{i20,1} &= G_{i19,1} + x_{2334,1} \\
G_{i21,1} &= G_{i20,1} - x_{2335,1} \\
G_{i22,1} &= G_{i21,1} + x_{2336,1} \\
G_{i23,1} &= G_{i22,1} - x_{2337,1} \\
G_{i24,1} &= G_{i23,1} + x_{2340,1} \\
G_{i25,1} &= G_{i24,1} + x_{2344,1} \\
G_{i26,1} &= G_{i25,1} + x_{2354,1}
\end{aligned}$$

A320 filosunun İzmir şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{i1,2} &= G_{i26,2} - x_{2305,2} \\
G_{i2,2} &= G_{i1,2} - x_{2307,2} \\
G_{i3,2} &= G_{i2,2} - x_{2309,2} \\
G_{i4,2} &= G_{i3,2} + x_{2310,2} \\
G_{i5,2} &= G_{i4,2} - x_{2311,2} \\
G_{i6,2} &= G_{i5,2} + x_{2312,2} \\
G_{i7,2} &= G_{i6,2} - x_{2313,2} \\
G_{i8,2} &= G_{i7,2} + x_{2316,2} \\
G_{i9,2} &= G_{i8,2} - x_{2317,2} \\
G_{i10,2} &= G_{i9,2} + x_{2320,2} \\
G_{i11,2} &= G_{i10,2} - x_{2321,2} \\
G_{i12,2} &= G_{i11,2} + x_{2324,2} \\
G_{i13,2} &= G_{i12,2} - x_{2325,2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{i14,2} &= G_{i13,2} + x_{2326,2} \\
G_{i15,2} &= G_{i14,2} - x_{2327,2} \\
G_{i16,2} &= G_{i15,2} + x_{2328,2} \\
G_{i17,2} &= G_{i16,2} - x_{2329,2} \\
G_{i18,2} &= G_{i17,2} + x_{2332,2} \\
G_{i19,2} &= G_{i18,2} - x_{2333,2} \\
G_{i20,2} &= G_{i19,2} + x_{2334,2} \\
G_{i21,2} &= G_{i20,2} - x_{2335,2} \\
G_{i22,2} &= G_{i21,2} + x_{2336,2} \\
G_{i23,2} &= G_{i22,2} - x_{2337,2} \\
G_{i24,2} &= G_{i23,2} + x_{2340,2} \\
G_{i25,2} &= G_{i24,2} + x_{2344,2} \\
G_{i26,2} &= G_{i25,2} + x_{2354,2}
\end{aligned}$$

A321 filosunun İzmir şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{i1,3} &= G_{i26,3} - x_{2305,3} \\
G_{i2,3} &= G_{i1,3} - x_{2307,3} \\
G_{i3,3} &= G_{i2,3} - x_{2309,3} \\
G_{i4,3} &= G_{i3,3} + x_{2310,3} \\
G_{i5,3} &= G_{i4,3} - x_{2311,3} \\
G_{i6,3} &= G_{i5,3} + x_{2312,3} \\
G_{i7,3} &= G_{i6,3} - x_{2313,3}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
G_{i8,3} &= G_{i7,3} + x_{2316,3} \\
G_{i9,3} &= G_{i8,3} - x_{2317,3} \\
G_{i10,3} &= G_{i9,3} + x_{2320,3} \\
G_{i11,3} &= G_{i10,3} - x_{2321,3} \\
G_{i12,3} &= G_{i11,3} + x_{2324,3} \\
G_{i13,3} &= G_{i12,3} - x_{2325,3} \\
G_{i14,3} &= G_{i13,3} + x_{2326,3}
\end{aligned}$$

$$G_{i15,3} = G_{i14,3} - x_{2327,3}$$

$$G_{i16,3} = G_{i15,3} + x_{2328,3}$$

$$G_{i17,3} = G_{i16,3} - x_{2329,3}$$

$$G_{i18,3} = G_{i17,3} + x_{2332,3}$$

$$G_{i19,3} = G_{i18,3} - x_{2333,3}$$

$$G_{i20,3} = G_{i19,3} + x_{2334,3}$$

$$G_{i21,3} = G_{i20,3} - x_{2335,3}$$

$$G_{i22,3} = G_{i21,3} + x_{2336,3}$$

$$G_{i23,3} = G_{i22,3} - x_{2337,3}$$

$$G_{i24,3} = G_{i23,3} + x_{2340,3}$$

$$G_{i25,3} = G_{i24,3} + x_{2344,3}$$

$$G_{i26,3} = G_{i25,3} + x_{2354,3}$$

B737 filosunun İzmir şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{i1,4} = G_{i26,4} - x_{2305,4}$$

$$G_{i2,4} = G_{i1,4} - x_{2307,4}$$

$$G_{i3,4} = G_{i2,4} - x_{2309,4}$$

$$G_{i4,4} = G_{i3,4} + x_{2310,4}$$

$$G_{i5,4} = G_{i4,4} - x_{2311,4}$$

$$G_{i6,4} = G_{i5,4} + x_{2312,4}$$

$$G_{i7,4} = G_{i6,4} - x_{2313,4}$$

$$G_{i8,4} = G_{i7,4} + x_{2316,4}$$

$$G_{i9,4} = G_{i8,4} - x_{2317,4}$$

$$G_{i10,4} = G_{i9,4} + x_{2320,4}$$

$$G_{i11,4} = G_{i10,4} - x_{2321,4}$$

$$G_{i12,4} = G_{i11,4} + x_{2324,4}$$

$$G_{i13,4} = G_{i12,4} - x_{2325,4}$$

$$G_{i14,4} = G_{i13,4} + x_{2326,4}$$

$$G_{i15,4} = G_{i14,4} - x_{2327,4}$$

$$G_{i16,4} = G_{i15,4} + x_{2328,4}$$

$$G_{i17,4} = G_{i16,4} - x_{2329,4}$$

$$G_{i18,4} = G_{i17,4} + x_{2332,4}$$

$$G_{i19,4} = G_{i18,4} - x_{2333,4}$$

$$G_{i20,4} = G_{i19,4} + x_{2334,4}$$

$$G_{i21,4} = G_{i20,4} - x_{2335,4}$$

$$G_{i22,4} = G_{i21,4} + x_{2336,4}$$

$$G_{i23,4} = G_{i22,4} - x_{2337,4}$$

$$G_{i24,4} = G_{i23,4} + x_{2340,4}$$

$$G_{i25,4} = G_{i24,4} + x_{2344,4}$$

$$G_{i26,4} = G_{i25,4} + x_{2354,4}$$

B738 filosunun İzmir şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{i1,5} = G_{i26,5} - x_{2305,5}$$

$$G_{i2,5} = G_{i1,5} - x_{2307,5}$$

$$G_{i3,5} = G_{i2,5} - x_{2309,5}$$

$$G_{i4,5} = G_{i3,5} + x_{2310,5}$$

$$G_{i5,5} = G_{i4,5} - x_{2311,5}$$

$$G_{i6,5} = G_{i5,5} + x_{2312,5}$$

$$G_{i7,5} = G_{i6,5} - x_{2313,5}$$

$$G_{i8,5} = G_{i7,5} + x_{2316,5}$$

$$G_{i9,5} = G_{i8,5} - x_{2317,5}$$

$$G_{i10,5} = G_{i9,5} + x_{2320,5}$$

$$G_{i11,5} = G_{i10,5} - x_{2321,5}$$

$$G_{i12,5} = G_{i11,5} + x_{2324,5}$$

$$G_{i13,5} = G_{i12,5} - x_{2325,5}$$

$$G_{i14,5} = G_{i13,5} + x_{2326,5}$$

$$G_{i15,5} = G_{i14,5} - x_{2327,5}$$

$$G_{i16,5} = G_{i15,5} + x_{2328,5}$$

$$G_{i17,5} = G_{i16,5} - x_{2329,5}$$

$$G_{i18,5} = G_{i17,5} + x_{2332,5}$$

$$G_{i19,5} = G_{i18,5} - x_{2333,5}$$

$$G_{i20,5} = G_{i19,5} + x_{2334,5}$$

$$G_{i21,5} = G_{i20,5} - x_{2335,5}$$

$$G_{i24,5} = G_{i23,5} + x_{2340,5}$$

$$G_{i22,5} = G_{i21,5} + x_{2336,5}$$

$$G_{i25,5} = G_{i24,5} + x_{2344,5}$$

$$G_{i23,5} = G_{i22,5} - x_{2337,5}$$

$$G_{i26,5} = G_{i25,5} + x_{2354,5}$$

A319 filosunun Kayseri şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{F1,1} = G_{F8,1} - x_{2023,1}$$

$$G_{F5,1} = G_{F4,1} - x_{2015,1}$$

$$G_{F2,1} = G_{F1,1} + x_{2010,1}$$

$$G_{F6,1} = G_{F5,1} + x_{2018,1}$$

$$G_{F3,1} = G_{F2,1} - x_{2011,1}$$

$$G_{F7,1} = G_{F6,1} - x_{2019,1}$$

$$G_{F4,1} = G_{F3,1} + x_{2014,1}$$

$$G_{F8,1} = G_{F7,1} + x_{2022,1}$$

A320 filosunun Kayseri şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{F1,2} = G_{F8,2} - x_{2023,2}$$

$$G_{F5,2} = G_{F4,2} - x_{2015,2}$$

$$G_{F2,2} = G_{F1,2} + x_{2010,2}$$

$$G_{F6,2} = G_{F5,2} + x_{2018,2}$$

$$G_{F3,2} = G_{F2,2} - x_{2011,2}$$

$$G_{F7,2} = G_{F6,2} - x_{2019,2}$$

$$G_{F4,2} = G_{F3,2} + x_{2014,2}$$

$$G_{F8,2} = G_{F7,2} + x_{2022,2}$$

A321 filosunun Kayseri şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{F1,3} = G_{F8,3} - x_{2023,3}$$

$$G_{F5,3} = G_{F4,3} - x_{2015,3}$$

$$G_{F2,3} = G_{F1,3} + x_{2010,3}$$

$$G_{F6,3} = G_{F5,3} + x_{2018,3}$$

$$G_{F3,3} = G_{F2,3} - x_{2011,3}$$

$$G_{F7,3} = G_{F6,3} - x_{2019,3}$$

$$G_{F4,3} = G_{F3,3} + x_{2014,3}$$

$$G_{F8,3} = G_{F7,3} + x_{2022,3}$$

B737 filosunun Kayseri şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{F1,4} = G_{F8,4} - x_{2023,4}$$

$$G_{F5,4} = G_{F4,4} - x_{2015,4}$$

$$G_{F2,4} = G_{F1,4} + x_{2010,4}$$

$$G_{F6,4} = G_{F5,4} + x_{2018,4}$$

$$G_{F3,4} = G_{F2,4} - x_{2011,4}$$

$$G_{F7,4} = G_{F6,4} - x_{2019,4}$$

$$G_{F4,4} = G_{F3,4} + x_{2014,4}$$

$$G_{F8,4} = G_{F7,4} + x_{2022,4}$$

B738 filosunun Kayseri şehri için uçuş denge kısıtları

$$G_{F1,5} = G_{F8,5} - x_{2023,5}$$

$$G_{F5,5} = G_{F4,5} - x_{2015,5}$$

$$G_{F2,5} = G_{F1,5} + x_{2010,5}$$

$$G_{F6,5} = G_{F5,5} + x_{2018,5}$$

$$G_{F3,5} = G_{F2,5} - x_{2011,5}$$

$$G_{F7,5} = G_{F6,5} - x_{2019,5}$$

$$G_{F4,5} = G_{F3,5} + x_{2014,5}$$

$$G_{F8,5} = G_{F7,5} + x_{2022,5}$$

A319 filosunun Konya şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned} G_{K1,1} &= G_{K4,1} + x_{2032,1} & G_{K3,1} &= G_{K2,1} - x_{2039,1} \\ G_{K2,1} &= G_{K1,1} - x_{2033,1} & G_{K4,1} &= G_{K3,1} + x_{2042,1} \end{aligned}$$

A320 filosunun Konya şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned} G_{K1,2} &= G_{K4,2} + x_{2032,2} & G_{K3,2} &= G_{K2,2} - x_{2039,2} \\ G_{K2,2} &= G_{K1,2} - x_{2033,2} & G_{K4,2} &= G_{K3,2} + x_{2042,2} \end{aligned}$$

A321 filosunun Konya şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned} G_{K1,3} &= G_{K4,3} + x_{2032,3} & G_{K3,3} &= G_{K2,3} - x_{2039,3} \\ G_{K2,3} &= G_{K1,3} - x_{2033,3} & G_{K4,3} &= G_{K3,3} + x_{2042,3} \end{aligned}$$

B737 filosunun Konya şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned} G_{K1,4} &= G_{K4,4} + x_{2032,4} & G_{K3,4} &= G_{K2,4} - x_{2039,4} \\ G_{K2,4} &= G_{K1,4} - x_{2033,4} & G_{K4,4} &= G_{K3,4} + x_{2042,4} \end{aligned}$$

B738 filosunun Konya şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned} G_{K1,5} &= G_{K4,5} + x_{2032,5} & G_{K3,5} &= G_{K2,5} - x_{2039,5} \\ G_{K2,5} &= G_{K1,5} - x_{2033,5} & G_{K4,5} &= G_{K3,5} + x_{2042,5} \end{aligned}$$

A319 filosunun Samsun şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned} G_{S1,1} &= G_{S6,1} - x_{2819,1} & G_{S4,1} &= G_{S3,1} + x_{2814,1} \\ G_{S2,1} &= G_{S1,1} + x_{2806,1} & G_{S5,1} &= G_{S4,1} - x_{2815,1} \\ G_{S3,1} &= G_{S2,1} - x_{2807,1} & G_{S6,1} &= G_{S5,1} + x_{2818,1} \end{aligned}$$

A320 filosunun Samsun şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned} G_{S1,2} &= G_{S6,2} - x_{2819,2} & G_{S4,2} &= G_{S3,2} + x_{2814,2} \\ G_{S2,2} &= G_{S1,2} + x_{2806,2} & G_{S5,2} &= G_{S4,2} - x_{2815,2} \\ G_{S3,2} &= G_{S2,2} - x_{2807,2} & G_{S6,2} &= G_{S5,2} + x_{2818,2} \end{aligned}$$

A321filosunun Samsun şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}G_{S1,3} &= G_{S6,3} - x_{2819,3} & G_{S4,3} &= G_{S3,3} + x_{2814,3} \\G_{S2,3} &= G_{S1,3} + x_{2806,3} & G_{S5,3} &= G_{S4,3} - x_{2815,3} \\G_{S3,3} &= G_{S2,3} - x_{2807,3} & G_{S6,3} &= G_{S5,3} + x_{2818,3}\end{aligned}$$

B737 filosunun Samsun şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}G_{S1,4} &= G_{S6,4} - x_{2819,4} & G_{S4,4} &= G_{S3,4} + x_{2814,4} \\G_{S2,4} &= G_{S1,4} + x_{2806,4} & G_{S5,4} &= G_{S4,4} - x_{2815,4} \\G_{S3,4} &= G_{S2,4} - x_{2807,4} & G_{S6,4} &= G_{S5,4} + x_{2818,4}\end{aligned}$$

B738 filosunun Samsun şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}G_{S1,5} &= G_{S6,5} - x_{2819,5} & G_{S4,5} &= G_{S3,5} + x_{2814,5} \\G_{S2,5} &= G_{S1,5} + x_{2806,5} & G_{S5,5} &= G_{S4,5} - x_{2815,5} \\G_{S3,5} &= G_{S2,5} - x_{2807,5} & G_{S6,5} &= G_{S5,5} + x_{2818,5}\end{aligned}$$

A319 filosunun Trabzon şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}G_{T1,1} &= G_{T6,1} - x_{2839,1} & G_{T4,1} &= G_{T3,1} + x_{2830,1} \\G_{T2,1} &= G_{T1,1} + x_{2826,1} & G_{T5,1} &= G_{T4,1} - x_{2831,1} \\G_{T3,1} &= G_{T2,1} - x_{2827,1} & G_{T6,1} &= G_{T5,1} + x_{2838,1}\end{aligned}$$

A320 filosunun Trabzon şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}G_{T1,2} &= G_{T6,2} - x_{2839,2} & G_{T4,2} &= G_{T3,2} + x_{2830,2} \\G_{T2,2} &= G_{T1,2} + x_{2826,2} & G_{T5,2} &= G_{T4,2} - x_{2831,2} \\G_{T3,2} &= G_{T2,2} - x_{2827,2} & G_{T6,2} &= G_{T5,2} + x_{2838,2}\end{aligned}$$

A321 filosunun Trabzon şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}G_{T1,3} &= G_{T6,3} - x_{2839,3} & G_{T4,3} &= G_{T3,3} + x_{2830,3} \\G_{T2,3} &= G_{T1,3} + x_{2826,3} & G_{T5,3} &= G_{T4,3} - x_{2831,3} \\G_{T3,3} &= G_{T2,3} - x_{2827,3} & G_{T6,3} &= G_{T5,3} + x_{2838,3}\end{aligned}$$

B737 filosunun Trabzon şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{T1,4} &= G_{T6,4} - x_{2839,4} & G_{T4,4} &= G_{T3,4} + x_{2830,4} \\
G_{T2,4} &= G_{T1,4} + x_{2826,4} & G_{T5,4} &= G_{T4,4} - x_{2831,4} \\
G_{T3,4} &= G_{T2,4} - x_{2827,4} & G_{T6,4} &= G_{T5,4} + x_{2838,4}
\end{aligned}$$

B738 filosunun Trabzon şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{T1,5} &= G_{T6,5} - x_{2839,5} & G_{T4,5} &= G_{T3,5} + x_{2830,5} \\
G_{T2,5} &= G_{T1,5} + x_{2826,5} & G_{T5,5} &= G_{T4,5} - x_{2831,5} \\
G_{T3,5} &= G_{T2,5} - x_{2827,5} & G_{T6,5} &= G_{T5,5} + x_{2838,5}
\end{aligned}$$

A319 filosunun Van şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{V1,1} &= G_{V4,1} + x_{2750,1} & G_{V3,1} &= G_{V2,1} + x_{2746,1} \\
G_{V2,1} &= G_{V1,1} - x_{2751,1} & G_{V4,1} &= G_{V3,1} - x_{2747,1}
\end{aligned}$$

A320 filosunun Van şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{V1,2} &= G_{V4,2} + x_{2750,2} & G_{V3,2} &= G_{V2,2} + x_{2746,2} \\
G_{V2,2} &= G_{V1,2} - x_{2751,2} & G_{V4,2} &= G_{V3,2} - x_{2747,2}
\end{aligned}$$

A321 filosunun Van şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{V1,3} &= G_{V4,3} + x_{2750,3} & G_{V3,3} &= G_{V2,3} + x_{2746,3} \\
G_{V2,3} &= G_{V1,3} - x_{2751,3} & G_{V4,3} &= G_{V3,3} - x_{2747,3}
\end{aligned}$$

B737 filosunun Van şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{V1,4} &= G_{V4,4} + x_{2750,4} & G_{V3,4} &= G_{V2,4} + x_{2746,4} \\
G_{V2,4} &= G_{V1,4} - x_{2751,4} & G_{V4,4} &= G_{V3,4} - x_{2747,4}
\end{aligned}$$

B738 filosunun Van şehri için uçuş denge kısıtları

$$\begin{aligned}
G_{V1,5} &= G_{V4,5} + x_{2750,5} & G_{V3,5} &= G_{V2,5} + x_{2746,5} \\
G_{V2,5} &= G_{V1,5} - x_{2751,5} & G_{V4,5} &= G_{V3,5} - x_{2747,5}
\end{aligned}$$

FİLO ATAMA MODELİNİN LINDO OPTİMİZASYON PROGRAMINDA YAZILMIŞ KODLARI

MIN

7206.16X1+5940.04X2+6555.78X3+6277.03X4+5923.45X5+7749.20X6+6741.71X7+
8007.03X8+6743.88X9+6922.01X10+4453.63X11+3760.81X12+4471.05X13+3857.6
4X14+3884.46X15+3512.73X16+3126.51X17+3782.85X18+3101.83X19+3256.93X2
0+3837.11X21+3237.06X22+3794.11X23+3322.23X24+3321.03X25+11024.64X26+8
480.40X27+7905.77X28+9535.71X29+8316.17X30+6133.29X31+4544.03X32+4135.
03X33+5186.22X34+4364.30X35+8506.85X36+6672.51X37+6310.80X38+7400.94X
39+6678.83X40+8909.22X41+6828.96X42+6228.10X43+7785.24X44+6604.98X45+4
969.76X46+3802.22X47+3920.92X48+

4284.22X49+3889.88X50+11250.43X51+8276.80X52+7471.18X53+9473.66X54+813
7.62X55+3023.61X56+3034.80X57+3782.30X58+2847.82X59+3208.17X60+4180.41
X61+3390.15X62+3805.52X63+3632.77X64+3440.93X65+6696.41X66+5707.32X67
+6552.79X68+5872.83X69+5792.59X70+17347.59X71+13200.22X72+10917.61X73+
14962.11X74+12829.57X75+6177.17X76+6790.24X77+8476.60X78+6155.48X79+71
53.67X80+5931.47X81+4500.76X82+4399.96X83+5016.80X84+4408.59X85+4985.8
4X86+3904.47X87+3933.37X88+4305.60X89+3862.20X90+6910.37X91+7620.21X9
2+9539.71X93+6960.05X94+8058.78X95+4209.45X96+

4566.34X97+5692.05X98+4169.80X99+4816.66X100+9121.08X101+7054.25X102+5
923.99X103+8104.64X104+6797.19X105+7419.28X106+5766.59X107+5887.66X108
+6384.40X109+5572.86X110+4308.64X111+3596.13X112+3831.38X113+3740.25X1
14+3574.56X115+5765.36X116+6406.63X117+8006.73X118+5873.96X119+6763.45
X120+4692.40X121+3678.54X122+3832.40X123+3995.67X124+3584.77X125+5276.
13X126+3904.39X127+3908.89X128+4507.71X129+3851.76X130+3331.46X131+30
99.97X132+3788.83X133+3024.10X134+3241.77X135+4207.84X136+3546.57X137+
3844.87X138+3753.20X139+3538.88X140+6927.87X141+5394.28X142+4933.49X14
3+5959.45X144+

5167.82X145+3735.55X146+3647.84X147+4473.23X148+3465.92X149+3819.25X15
0+6724.81X151+5961.34X152+6600.23X153+6098.44X154+5937.69X155+4533.92X
156+3580.81X157+3854.07X158+4045.26X159+3618.94X160+7927.81X161+6521.8
8X162+7391.18X163+6823.99X164+6548.75X165+4538.89X166+3534.39X167+382

5.25X168+3736.39X169+3573.88X170+3342.73X171+3156.80X172+3794.95X173+3128.33X174+3289.49X175+4840.57X176+3733.41X177+3900.81X178+4215.59X179+3760.30X180+7461.45X181+7847.93X182+9709.20X183+7299.90X184+8238.50X185+21276.74X186+16414.71X187+13839.92X188+19247.08X189+15697.58X190+5072.96X191+3996.56X192+

4273.48X193+4415.67X194+4030.90X195+7508.94X196+5926.89X197+6612.23X198+6427.95X199+6031.13X200+9601.98X201+7248.47X202+6514.87X203+8303.39X204+7087.51X205+17825.49X206+13993.84X207+11386.81X208+15995.75X209+13484.05X210+9104.72X211+7124.09X212+6540.02X213+7915.59X214+6767.86X215+12292.54X216+9738.23X217+9876.16X218+10731.67X219+9610.75X220+3890.54X221+3272.09X222+3794.70X223+3405.74X224+3340.63X225+3441.25X226+3108.59X227+3783.85X228+3081.28X229+3248.01X230+3687.82X231+3195.33X232+3786.45X233+3296.55X234+3297.74X235+3624.04X236+3615.27X237+4469.06X238+3395.59X239+3794.99X240+

9232.11X241+7653.23X242+8169.07X243+8156.05X244+7808.23X245+5819.87X246+4466.74X247+4558.39X248+4842.74X249+4472.51X250+3986.80X251+3277.07X252+3798.60X253+3454.88X254+3375.98X255+8638.98X256+6593.07X257+6731.06X258+7249.43X259+6640.74X260+3561.30X261+3175.05X262+3789.70X263+3155.83X264+3270.67X265+3295.12X266+3147.72X267+3793.88X268+3089.53X269+3278.43X270+3494.12X271+3159.01X272+3784.31X273+3105.15X274+3242.51X275+2870.42X276+3051.95X277+3783.49X278+2855.93X279+3209.28X280+10273.91X281+8112.07X282+7767.21X283+9033.68X284+8005.22X285+5772.11X286+5429.60X287+6544.93X288+

5301.22X289+5609.11X290+3523.33X291+3598.58X292+4470.60X293+3347.64X294+3779.55X295+3486.15X296+3133.84X297+3784.38X298+3128.85X299+3240.77X300+19674.31X301+15270.75X302+13424.49X303+17323.54X304+14658.37X305+9855.44X306+8377.44X307+9766.11X308+8871.76X309+8665.99X310+4482.64X311+3868.60X312+4474.91X313+3963.70X314+3964.86X315+2486.26X316+3012.28X317+3782.01X318+2660.60X319+3185.14X320+13666.22X321+11014.42X322+11920.26X323+11683.71X324+11164.43X325+10340.64X326+8034.81X327+8236.60X328+8815.29X329+8110.66X330+2944.61X331+3042.20X332+3783.08X333+2844.82X334+3201.90X335+3695.15X336+

3198.70X337+3785.40X338+3261.95X339+3292.56X340+3050.49X341+3048.57X342+3782.83X343+2845.43X344+3204.84X345+7101.40X346+5620.46X347+5863.80X348+6363.69X349+5770.10X350+2756.69X351+3028.05X352+3782.01X353+2757.86X354+3196.98X355+7448.13X356+5663.82X357+5037.67X358+6449.10X359+5523.81X360+7076.91X361+5930.64X362+6591.83X363+6164.75X364+6045.81X365+6683.63X366+4902.59X367+4270.51X368+5728.52X369+4663.75X370+4428.24X371+3783.14X372+4477.54X373+3823.72X374+3920.11X375+5151.03X376+3866.46X377+3898.41X378+4405.36X379+3906.16X380+5561.23X381+5365.34X382+6545.27X383+5130.04X384+

5618.15X385+5531.28X386+4097.89X387+3911.05X388+4716.39X389+3944.52X390+2995.75X391+3046.06X392+3783.29X393+2904.34X394+3209.27X395+3542.89X396+3120.01X397+3783.60X398+3128.31X399+3261.33X400+3508.50X401+3183.79X402+3786.33X403+3158.34X404+3277.42X405+23961.65X406+18435.56X407+15167.10X408+20897.69X409+18240.09X410+8939.27X411+7164.74X412+6407.60X413+7820.08X414+6779.56X415+11856.59X416+8724.22X417+8466.24X418+9918.54X419+8527.17X420+10829.51X421+8186.82X422+7786.54X423+9393.98X424+8

009.68X425+2944.86X426+3057.10X427+3783.20X428+2889.89X429+3215.40X430
+2766.83X431+3015.87X432+

3782.34X433+2725.58X434+3186.95X435+3696.91X436+3675.68X437+4471.52X438
+3584.89X439+3818.68X440+3909.91X441+3262.16X442+3788.80X443+3343.13X444
+3296.78X445+4960.29X446+3697.08X447+3849.80X448+4193.86X449+3625.94X450
+8069.56X451+6376.25X452+6700.63X453+7051.53X454+6390.63X455+7022.56X456
+5881.62X457+6608.11X458+6210.61X459+6012.06X460+3834.34X461+3285.65X462
+3798.98X463+3342.21X464+3364.53X465+5105.83X466+3915.96X467+3943.08X468
+4321.12X469+3861.91X470+3432.84X471+3186.79X472+3786.01X473+3157.12X474
+3258.89X475+5203.44X476+3987.25X477+3946.55X478+4554.72X479+3921.81X480+

8569.72X481+7428.10X482+8525.40X483+7711.67X484+7625.86X485+10247.94X486
+7755.64X487+8157.82X488+8632.74X489+7815.13X490+4081.99X491+3714.47X492
+4471.52X493+3687.65X494+3843.42X495+10214.89X496+8059.47X497+7736.32X498
+8873.95X499+7692.25X500+3370.16X501+3152.32X502+3788.11X503+3160.35X504
+3246.77X505+4995.05X506+3921.95X507+3959.14X508+4296.43X509+3948.55X510
+5672.87X511+4179.91X512+3981.05X513+4787.49X514+4133.69X515+6766.19X516
+5375.79X517+5761.34X518+5889.63X519+5344.39X520+3848.26X521+3277.07X522
+3788.27X523+3437.95X524+3344.55X525+6974.22X526+5407.16X527+5832.37X528+

5812.65X529+5499.51X530+4883.54X531+3832.16X532+3943.31X533+4159.40X534
+3777.50X535+3125.57X536+3093.03X537+3784.06X538+2939.32X539+3229.40X540
+3270.48X541+3165.72X542+3789.22X543+3102.93X544+3279.61X545+5443.24X546
+4161.36X547+3982.16X548+4621.26X549+4077.23X550+6712.05X551+5647.00X552
+6571.42X553+5760.59X554+5741.94X555+5699.60X556+4258.67X557+4539.58X558
+4625.83X559+4357.65X560+5863.01X561+5393.01X562+6546.08X563+5284.59X564
+5611.97X565+3298.77X566+3588.54X567+4469.01X568+3312.17X569+3798.99X570
+10563.80X571+8626.88X572+9655.44X573+8965.44X574+8666.04X575+7813.32X576+

7059.94X577+8486.24X578+6957.60X579+7290.19X580+3306.97X581+3147.01X582
+3791.03X583+3080.83X584+3257.88X585+4006.35X586+3399.33X587+3810.45X588
+3593.57X589+3448.04X590+4098.40X591+3364.60X592+3801.52X593+3575.26X594
+3424.04X595+4879.12X596+3757.14X597+3853.96X598+4170.06X599+3633.78X600
+8421.56X601+7079.83X602+8087.29X603+7506.53X604+7200.35X605+7091.52X606
+5583.88X607+5881.26X608+6338.29X609+5687.60X610+6093.07X611+5035.96X612
+5803.67X613+5326.31X614+5154.87X615+5809.95X616+4600.80X617+4453.99X618
+5224.69X619+4488.40X620+4090.80X621+3369.44X622+3828.86X623+3585.79X624+

3442.30X625+7324.09X626+5865.31X627+6588.24X628+6336.44X629+5926.65X630
+3796.29X631+3258.54X632+3794.14X633+3375.03X634+3332.34X635+4074.54X636
+3383.85X637+3807.96X638+3513.79X639+3392.55X640+6033.06X641+5534.20X642
+6551.85X643+5354.26X644+5700.76X645+4029.51X646+3819.76X647+4491.99X648
+3723.28X649+3948.70X650+4034.18X651+3294.12X652+3813.85X653+3443.03X654
+3441.39X655+2975.84X656+3051.07X657+3784.34X658+2848.86X659+3199.74X660
+11033.54X661+9119.00X662+9704.70X663+9854.23X664+9256.43X665+5653.77X666
+4291.68X667+4341.60X668+4831.16X669+4236.31X670+6915.98X671+5519.11X672+

5783.47X673+5951.64X674+5472.14X675+6461.47X676+5106.13X677+5794.37X678+5500.86X679+5303.25X680+3533.78X681+3123.17X682+3788.52X683+3078.80X684+3271.75X685+6348.82X686+6095.63X687+7380.05X688+5981.81X689+6356.16X690+11170.80X691+8612.87X692+8840.30X693+9756.40X694+8585.26X695+7866.12X696+6772.55X697+8018.12X698+6847.53X699+6954.35X700+6591.48X701+5603.50X702+6562.25X703+5776.73X704+5814.56X705+3542.15X706+3147.64X707+3786.01X708+3134.38X709+3269.76X710+2913.31X711+3049.74X712+3782.44X713+2871.84X714+3206.08X715+3512.70X716+3613.68X717+4470.02X718+3363.16X719+3814.14X720

SUBJECT TO

$X1+X2+X3+X4+X5=1$	$X101+X102+X103+X104+X105=1$
$X6+X7+X8+X9+X10=1$	$X106+X107+X108+X109+X110=1$
$X11+X12+X13+X14+X15=1$	$X111+X112+X113+X114+X115=1$
$X16+X17+X18+X19+X20=1$	$X116+X117+X118+X119+X120=1$
$X21+X22+X23+X24+X25=1$	$X121+X122+X123+X124+X125=1$
$X26+X27+X28+X29+X30=1$	$X126+X127+X128+X129+X130=1$
$X31+X32+X33+X34+X35=1$	$X131+X132+X133+X134+X135=1$
$X36+X37+X38+X39+X40=1$	$X136+X137+X138+X139+X140=1$
$X41+X42+X43+X44+X45=1$	$X141+X142+X143+X144+X145=1$
$X46+X47+X48+X49+X50=1$	$X146+X147+X148+X149+X150=1$
$X51+X52+X53+X54+X55=1$	$X151+X152+X153+X154+X155=1$
$X56+X57+X58+X59+X60=1$	$X156+X157+X158+X159+X160=1$
$X61+X62+X63+X64+X65=1$	$X161+X162+X163+X164+X165=1$
$X66+X67+X68+X69+X70=1$	$X166+X167+X168+X169+X170=1$
$X71+X72+X73+X74+X75=1$	$X171+X172+X173+X174+X175=1$
$X76+X77+X78+X79+X80=1$	$X176+X177+X178+X179+X180=1$
$X81+X82+X83+X84+X85=1$	$X181+X182+X183+X184+X185=1$
$X86+X87+X88+X89+X90=1$	$X186+X187+X188+X189+X190=1$
$X91+X92+X93+X94+X95=1$	$X191+X192+X193+X194+X195=1$
$X96+X97+X98+X99+X100=1$	$X196+X197+X198+X199+X200=1$

$X_{201}+X_{202}+X_{203}+X_{204}+X_{205}=1$
 $X_{206}+X_{207}+X_{208}+X_{209}+X_{210}=1$
 $X_{211}+X_{212}+X_{213}+X_{214}+X_{215}=1$
 $X_{216}+X_{217}+X_{218}+X_{219}+X_{220}=1$
 $X_{221}+X_{222}+X_{223}+X_{224}+X_{225}=1$
 $X_{226}+X_{227}+X_{228}+X_{229}+X_{230}=1$
 $X_{231}+X_{232}+X_{233}+X_{234}+X_{235}=1$
 $X_{236}+X_{237}+X_{238}+X_{239}+X_{240}=1$
 $X_{241}+X_{242}+X_{243}+X_{244}+X_{245}=1$
 $X_{246}+X_{247}+X_{248}+X_{249}+X_{250}=1$
 $X_{251}+X_{252}+X_{253}+X_{254}+X_{255}=1$
 $X_{256}+X_{257}+X_{258}+X_{259}+X_{260}=1$
 $X_{261}+X_{262}+X_{263}+X_{264}+X_{265}=1$
 $X_{266}+X_{267}+X_{268}+X_{269}+X_{270}=1$
 $X_{271}+X_{272}+X_{273}+X_{274}+X_{275}=1$
 $X_{276}+X_{277}+X_{278}+X_{279}+X_{280}=1$
 $X_{281}+X_{282}+X_{283}+X_{284}+X_{285}=1$
 $X_{286}+X_{287}+X_{288}+X_{289}+X_{290}=1$
 $X_{291}+X_{292}+X_{293}+X_{294}+X_{295}=1$
 $X_{296}+X_{297}+X_{298}+X_{299}+X_{300}=1$
 $X_{301}+X_{302}+X_{303}+X_{304}+X_{305}=1$
 $X_{306}+X_{307}+X_{308}+X_{309}+X_{310}=1$
 $X_{311}+X_{312}+X_{313}+X_{314}+X_{315}=1$
 $X_{316}+X_{317}+X_{318}+X_{319}+X_{320}=1$
 $X_{321}+X_{322}+X_{323}+X_{324}+X_{325}=1$
 $X_{326}+X_{327}+X_{328}+X_{329}+X_{330}=1$

$X_{331}+X_{332}+X_{333}+X_{334}+X_{335}=1$
 $X_{336}+X_{337}+X_{338}+X_{339}+X_{340}=1$
 $X_{341}+X_{342}+X_{343}+X_{344}+X_{345}=1$
 $X_{346}+X_{347}+X_{348}+X_{349}+X_{350}=1$
 $X_{351}+X_{352}+X_{353}+X_{354}+X_{355}=1$
 $X_{356}+X_{357}+X_{358}+X_{359}+X_{360}=1$
 $X_{361}+X_{362}+X_{363}+X_{364}+X_{365}=1$
 $X_{366}+X_{367}+X_{368}+X_{369}+X_{370}=1$
 $X_{371}+X_{372}+X_{373}+X_{374}+X_{375}=1$
 $X_{376}+X_{377}+X_{378}+X_{379}+X_{380}=1$
 $X_{381}+X_{382}+X_{383}+X_{384}+X_{385}=1$
 $X_{386}+X_{387}+X_{388}+X_{389}+X_{390}=1$
 $X_{391}+X_{392}+X_{393}+X_{394}+X_{395}=1$
 $X_{396}+X_{397}+X_{398}+X_{399}+X_{400}=1$
 $X_{401}+X_{402}+X_{403}+X_{404}+X_{405}=1$
 $X_{406}+X_{407}+X_{408}+X_{409}+X_{410}=1$
 $X_{411}+X_{412}+X_{413}+X_{414}+X_{415}=1$
 $X_{416}+X_{417}+X_{418}+X_{419}+X_{420}=1$
 $X_{421}+X_{422}+X_{423}+X_{424}+X_{425}=1$
 $X_{426}+X_{427}+X_{428}+X_{429}+X_{430}=1$
 $X_{431}+X_{432}+X_{433}+X_{434}+X_{435}=1$
 $X_{436}+X_{437}+X_{438}+X_{439}+X_{440}=1$
 $X_{441}+X_{442}+X_{443}+X_{444}+X_{445}=1$
 $X_{446}+X_{447}+X_{448}+X_{449}+X_{450}=1$
 $X_{451}+X_{452}+X_{453}+X_{454}+X_{455}=1$
 $X_{456}+X_{457}+X_{458}+X_{459}+X_{460}=1$

X461+X462+X463+X464+X465=1
X466+X467+X468+X469+X470=1
X471+X472+X473+X474+X475=1
X476+X477+X478+X479+X480=1
X481+X482+X483+X484+X485=1
X486+X487+X488+X489+X490=1
X491+X492+X493+X494+X495=1
X496+X497+X498+X499+X500=1
X501+X502+X503+X504+X505=1
X506+X507+X508+X509+X510=1
X511+X512+X513+X514+X515=1
X516+X517+X518+X519+X520=1
X521+X522+X523+X524+X525=1
X526+X527+X528+X529+X530=1
X531+X532+X533+X534+X535=1
X536+X537+X538+X539+X540=1
X541+X542+X543+X544+X545=1
X546+X547+X548+X549+X550=1
X551+X552+X553+X554+X555=1
X556+X557+X558+X559+X560=1
X561+X562+X563+X564+X565=1
X566+X567+X568+X569+X570=1
X571+X572+X573+X574+X575=1
X576+X577+X578+X579+X580=1
X581+X582+X583+X584+X585=1
X586+X587+X588+X589+X590=1

X591+X592+X593+X594+X595=1
X596+X597+X598+X599+X600=1
X601+X602+X603+X604+X605=1
X606+X607+X608+X609+X610=1
X611+X612+X613+X614+X615=1
X616+X617+X618+X619+X620=1
X621+X622+X623+X624+X625=1
X626+X627+X628+X629+X630=1
X631+X632+X633+X634+X635=1
X636+X637+X638+X639+X640=1
X641+X642+X643+X644+X645=1
X646+X647+X648+X649+X650=1
X651+X652+X653+X654+X655=1
X656+X657+X658+X659+X660=1
X661+X662+X663+X664+X665=1
X666+X667+X668+X669+X670=1
X671+X672+X673+X674+X675=1
X676+X677+X678+X679+X680=1
X681+X682+X683+X684+X685=1
X686+X687+X688+X689+X690=1
X691+X692+X693+X694+X695=1
X696+X697+X698+X699+X700=1
X701+X702+X703+X704+X705=1
X706+X707+X708+X709+X710=1
X711+X712+X713+X714+X715=1
X716+X717+X718+X719+X720=1

X721-X736+X1=0	X754-X753+X53=0	X787-X786-X70=0
X722-X721+X51=0	X755-X754-X68=0	X788-X787+X200=0
X723-X722-X66=0	X756-X755+X198=0	X789-X788-X155=0
X724-X723+X196=0	X757-X756-X153=0	X790-X789+X260=0
X725-X724-X151=0	X758-X757+X258=0	X791-X790-X290=0
X726-X725+X256=0	X759-X758-X288=0	X792-X791+X365=0
X727-X726-X286=0	X760-X759+X363=0	X793-X792-X385=0
X728-X727+X361=0	X761-X760-X383=0	X794-X793+X455=0
X729-X728-X381=0	X762-X761+X453=0	X795-X794-X460=0
X730-X729+X451=0	X763-X762-X458=0	X796-X795+X565=0
X731-X730-X456=0	X764-X763+X563=0	X797-X796-X555=0
X732-X731+X561=0	X765-X764-X553=0	X798-X797+X645=0
X733-X732-X551=0	X766-X765+X643=0	X799-X798-X630=0
X734-X733+X641=0	X767-X766-X628=0	X800-X799-X705=0
X735-X734-X626=0	X768-X767-X703=0	
X736-X735-X701=0		X801-X838+X21=0
	X769-X784+X4=0	X802-X801+X46=0
X737-X752+X2=0	X770-X769+X54=0	X803-X802-X31=0
X738-X737+X52=0	X771-X770-X69=0	X804-X803+X111=0
X739-X738-X67=0	X772-X771+X199=0	X805-X804+X126=0
X740-X739+X197=0	X773-X772-X154=0	X806-X805-X86=0
X741-X740-X152=0	X774-X773+X259=0	X807-X806+X166=0
X742-X741+X257=0	X775-X774-X289=0	X808-X807-X136=0
X743-X742-X287=0	X776-X775+X364=0	X809-X808-X156=0
X744-X743+X362=0	X777-X776-X384=0	X810-X809+X221=0
X745-X744-X382=0	X778-X777+X454=0	X811-X810+X251=0
X746-X745+X452=0	X779-X778-X459=0	X812-X811+X261=0
X747-X746-X457=0	X780-X779+X564=0	X813-X812-X226=0
X748-X747+X562=0	X781-X780-X554=0	X814-X813+X296=0
X749-X748-X552=0	X782-X781+X644=0	X815-X814-X276=0
X750-X749+X642=0	X783-X782-X629=0	X816-X815+X336=0
X751-X750-X627=0	X784-X783-X704=0	X817-X816-X316=0
X752-X751-X702=0		X818-X817+X366=0
	X785-X800+X5=0	X819-X818-X351=0
X753-X768+X3=0	X786-X785+X55=0	X820-X819+X386=0

X821-X820-X376=0	X855-X854-X317=0	X889-X888-X228=0
X822-X821+X426=0	X856-X855+X367=0	X890-X889+X298=0
X823-X822-X401=0	X857-X856-X352=0	X891-X890-X278=0
X824-X823+X461=0	X858-X857+X387=0	X892-X891+X338=0
X825-X824-X441=0	X859-X858-X377=0	X893-X892-X318=0
X826-X825-X446=0	X860-X859+X427=0	X894-X893+X368=0
X827-X826-X476=0	X861-X860-X402=0	X895-X894-X353=0
X828-X827+X521=0	X862-X861+X462=0	X896-X895+X388=0
X829-X828+X531=0	X863-X862-X442=0	X897-X896-X378=0
X830-X829-X511=0	X864-X863-X447=0	X898-X897+X428=0
X831-X830+X581=0	X865-X864-X477=0	X899-X898-X403=0
X832-X831-X536=0	X866-X865+X522=0	X900-X899+X463=0
X833-X832+X631=0	X867-X866+X532=0	X901-X900-X443=0
X834-X833-X586=0	X868-X867-X512=0	X902-X901-X448=0
X835-X834-X636=0	X869-X868+X582=0	X903-X902-X478=0
X836-X835+X681=0	X870-X869-X537=0	X904-X903+X523=0
X837-X836-X656=0	X871-X870+X632=0	X905-X904+X533=0
X838-X837-X711=0	X872-X871-X587=0	X906-X905-X513=0
	X873-X872-X637=0	X907-X906+X583=0
X839-X876+X22=0	X874-X873+X682=0	X908-X907-X538=0
X840-X839+X47=0	X875-X874-X657=0	X909-X908+X633=0
X841-X840-X32=0	X876-X875-X712=0	X910-X909-X588=0
X842-X841+X112=0		X911-X910-X638=0
X843-X842+X127=0	X877-X914+X23=0	X912-X911+X683=0
X844-X843-X87=0	X878-X877+X48=0	X913-X912-X658=0
X845-X844+X167=0	X879-X878-X33=0	X914-X913-X713=0
X846-X845-X137=0	X880-X879+X113=0	
X847-X846-X157=0	X881-X880+X128=0	X915-X952+X24=0
X848-X847+X222=0	X882-X881-X88=0	X916-X915+X49=0
X849-X848+X252=0	X883-X882+X168=0	X917-X916-X34=0
X850-X849+X262=0	X884-X883-X138=0	X918-X917+X114=0
X851-X850-X227=0	X885-X884-X158=0	X919-X918+X129=0
X852-X851+X297=0	X886-X885+X223=0	X920-X919-X89=0
X853-X852-X277=0	X887-X886+X253=0	X921-X920+X169=0
X854-X853+X337=0	X888-X887+X263=0	X922-X921-X139=0

X923-X922-X159=0	X957-X956+X130=0	X991-X1006+X11=0
X924-X923+X224=0	X958-X957-X90=0	X992-X991+X101=0
X925-X924+X254=0	X959-X958+X170=0	X993-X992+X141=0
X926-X925+X264=0	X960-X959-X140=0	X994-X993-X146=0
X927-X926-X229=0	X961-X960-X160=0	X995-X994+X246=0
X928-X927+X299=0	X962-X961+X225=0	X996-X995-X236=0
X929-X928-X279=0	X963-X962+X255=0	X997-X996+X311=0
X930-X929+X339=0	X964-X963+X265=0	X998-X997-X291=0
X931-X930-X319=0	X965-X964-X230=0	X999-X998+X356=0
X932-X931+X369=0	X966-X965+X300=0	X1000-X999-X371=0
X933-X932-X354=0	X967-X966-X280=0	X1001-X1000+X436=0
X934-X933+X389=0	X968-X967+X340=0	X1002-X1001-X491=0
X935-X934-X379=0	X969-X968-X320=0	X1003-X1002+X566=0
X936-X935+X429=0	X970-X969+X370=0	X1004-X1003-X556=0
X937-X936-X404=0	X971-X970-X355=0	X1005-X1004-X646=0
X938-X937+X464=0	X972-X971+X390=0	X1006-X1005-X716=0
X939-X938-X444=0	X973-X972-X380=0	
X940-X939-X449=0	X974-X973+X430=0	X1007-X1022+X12=0
X941-X940-X479=0	X975-X974-X405=0	X1008-X1007+X102=0
X942-X941+X524=0	X976-X975+X465=0	X1009-X1008+X142=0
X943-X942+X534=0	X977-X976-X445=0	X1010-X1009-X147=0
X944-X943-X514=0	X978-X977-X450=0	X1011-X1010+X247=0
X945-X944+X584=0	X979-X978-X480=0	X1012-X1011-X237=0
X946-X945-X539=0	X980-X979+X525=0	X1013-X1012+X312=0
X947-X946+X634=0	X981-X980+X535=0	X1014-X1013-X292=0
X948-X947-X589=0	X982-X981-X515=0	X1015-X1014+X357=0
X949-X948-X639=0	X983-X982+X585=0	X1016-X1015-X372=0
X950-X949+X684=0	X984-X983-X540=0	X1017-X1016+X437=0
X951-X950-X659=0	X985-X984+X635=0	X1018-X1017-X492=0
X952-X951-X714=0	X986-X985-X590=0	X1019-X1018+X567=0
	X987-X986-X640=0	X1020-X1019-X557=0
X953-X990+X25=0	X988-X987+X685=0	X1021-X1020-X647=0
X954-X953+X50=0	X989-X988-X660=0	X1022-X1021-X717=0
X955-X954-X35=0	X990-X989-X715=0	
X956-X955+X115=0		X1023-X1038+X13=0

X1024-X1023+X103=0	X1057-X1056+X145=0	X1087-X1090-X95=0
X1025-X1024+X143=0	X1058-X1057-X150=0	X1088-X1087+X220=0
X1026-X1025-X148=0	X1059-X1058+X250=0	X1089-X1088-X575=0
X1027-X1026+X248=0	X1060-X1059-X240=0	X1090-X1089+X665=0
X1028-X1027-X238=0	X1061-X1060+X315=0	
X1029-X1028+X313=0	X1062-X1061-X295=0	X1091-X1092-X181=0
X1030-X1029-X293=0	X1063-X1062+X360=0	X1092-X1091+X306=0
X1031-X1030+X358=0	X1064-X1063-X375=0	
X1032-X1031-X373=0	X1065-X1064+X440=0	X1093-X1094-X182=0
X1033-X1032+X438=0	X1066-X1065-X495=0	X1094-X1093+X307=0
X1034-X1033-X493=0	X1067-X1066+X570=0	
X1035-X1034+X568=0	X1068-X1067-X560=0	X1095-X1096-X183=0
X1036-X1035-X558=0	X1069-X1068-X650=0	X1096-X1095+X308=0
X1037-X1036-X648=0	X1070-X1069-X720=0	
X1038-X1037-X718=0		X1097-X1098-X184=0
	X1071-X1074-X91=0	X1098-X1097+X309=0
X1039-X1054+X14=0	X1072-X1071+X216=0	
X1040-X1039+X104=0	X1073-X1072-X571=0	X1099-X1100-X185=0
X1041-X1040+X144=0	X1074-X1073+X661=0	X1100-X1099+X310=0
X1042-X1041-X149=0		
X1043-X1042+X249=0	X1075-X1078-X92=0	X1101-X1108+X6=0
X1044-X1043-X239=0	X1076-X1075+X217=0	X1102-X1101-X116=0
X1045-X1044+X314=0	X1077-X1076-X572=0	X1103-X1102+X241=0
X1046-X1045-X294=0	X1078-X1077+X662=0	X1104-X1103-X326=0
X1047-X1046+X359=0		X1105-X1104+X416=0
X1048-X1047-X374=0	X1079-X1082-X93=0	X1106-X1105-X486=0
X1049-X1048+X439=0	X1080-X1079+X218=0	X1107-X1106+X601=0
X1050-X1049-X494=0	X1081-X1080-X573=0	X1108-X1107-X696=0
X1051-X1050+X569=0	X1082-X1081+X663=0	
X1052-X1051-X559=0		X1109-X1116+X7=0
X1053-X1052-X649=0	X1083-X1086-X94=0	X1110-X1109-X117=0
X1054-X1053-X719=0	X1084-X1083+X219=0	X1111-X1110+X242=0
	X1085-X1084-X574=0	X1112-X1111-X327=0
X1055-X1070+X15=0	X1086-X1085+X664=0	X1113-X1112+X417=0
X1056-X1055+X105=0		X1114-X1113-X487=0

X1115-X1114+X602=0	X1146-X1145-X686=0	X1176-X1175+X31=0
X1116-X1115-X697=0		X1177-X1176-X26=0
	X1147-X1152+X27=0	X1178-X1177+X56=0
X1117-X1124+X8=0	X1148-X1147-X162=0	X1179-X1178+X66=0
X1118-X1117-X118=0	X1149-X1148+X282=0	X1180-X1179+X76=0
X1119-X1118+X243=0	X1150-X1149-X422=0	X1181-X1180+X81=0
X1120-X1119-X328=0	X1151-X1150+X497=0	X1182-X1181+X86=0
X1121-X1120+X418=0	X1152-X1151-X687=0	X1183-X1182+X91=0
X1122-X1121-X488=0		X1184-X1183+X96=0
X1123-X1122+X603=0	X1153-X1158+X28=0	X1185-X1184-X46=0
X1124-X1123-X698=0	X1154-X1153-X163=0	X1186-X1185+X106=0
	X1155-X1154+X283=0	X1187-X1186+X116=0
X1125-X1132+X9=0	X1156-X1155-X423=0	X1188-X1187-X36=0
X1126-X1125-X119=0	X1157-X1156+X498=0	X1189-X1188-X41=0
X1127-X1126+X244=0	X1158-X1157-X688=0	X1190-X1189+X131=0
X1128-X1127-X329=0		X1191-X1190+X136=0
X1129-X1128+X419=0	X1159-X1164+X29=0	X1192-X1191-X61=0
X1130-X1129-X489=0	X1160-X1159-X164=0	X1193-X1192-X51=0
X1131-X1130+X604=0	X1161-X1160+X284=0	X1194-X1193+X146=0
X1132-X1131-X699=0	X1162-X1161-X424=0	X1195-X1194+X151=0
	X1163-X1162+X499=0	X1196-X1195+X156=0
X1133-X1140+X10=0	X1164-X1163-X689=0	X1197-X1196+X161=0
X1134-X1133-X120=0		X1198-X1197-X111=0
X1135-X1134+X245=0	X1165-X1170+X30=0	X1199-X1198-X101=0
X1136-X1135-X330=0	X1166-X1165-X165=0	X1200-X1199-X71=0
X1137-X1136+X420=0	X1167-X1166+X285=0	X1201-X1200-X121=0
X1138-X1137-X490=0	X1168-X1167-X425=0	X1202-X1201+X171=0
X1139-X1138+X605=0	X1169-X1168+X500=0	X1203-X1202+X181=0
X1140-X1139-X700=0	X1170-X1169-X690=0	X1204-X1203+X186=0
		X1205-X1204-X126=0
X1141-X1146+X26=0	X1171-X1314-X1=0	X1206-X1205-X141=0
X1142-X1141-X161=0	X1172-X1171-X11=0	X1207-X1206+X226=0
X1143-X1142+X281=0	X1173-X1172-X16=0	X1208-X1207+X236=0
X1144-X1143-X421=0	X1174-X1173-X6=0	X1209-X1208-X166=0
X1145-X1144+X496=0	X1175-X1174-X21=0	X1210-X1209-X176=0

X1211-X1210-X191=0	X1246-X1245+X391=0	X1281-X1280+X571=0
X1212-X1211-X196=0	X1247-X1246+X401=0	X1282-X1281+X586=0
X1213-X1212-X201=0	X1248-X1247-X366=0	X1283-X1282+X596=0
X1214-X1213+X266=0	X1249-X1248-X361=0	X1284-X1283-X531=0
X1215-X1214+X276=0	X1250-X1249+X421=0	X1285-X1284-X546=0
X1216-X1215-X221=0	X1251-X1250+X431=0	X1286-X1285-X561=0
X1217-X1216-X231=0	X1252-X1251+X441=0	X1287-X1286-X566=0
X1218-X1217-X211=0	X1253-X1252-X386=0	X1288-X1287+X626=0
X1219-X1218+X286=0	X1254-X1253-X396=0	X1289-X1288-X581=0
X1220-X1219+X291=0	X1255-X1254-X411=0	X1290-X1289-X591=0
X1221-X1220-X206=0	X1256-X1255+X446=0	X1291-X1290+X636=0
X1222-X1221-X251=0	X1257-X1256+X456=0	X1292-X1291+X646=0
X1223-X1222-X241=0	X1258-X1257+X466=0	X1293-X1292-X576=0
X1224-X1223-X246=0	X1259-X1258+X476=0	X1294-X1293-X601=0
X1225-X1224-X216=0	X1260-X1259-X416=0	X1295-X1294-X606=0
X1226-X1225+X316=0	X1261-X1260-X426=0	X1296-X1295+X651=0
X1227-X1226-X261=0	X1262-X1261-X436=0	X1297-X1296+X656=0
X1228-X1227-X271=0	X1263-X1262+X481=0	X1298-X1297-X621=0
X1229-X1228+X321=0	X1264-X1263-X406=0	X1299-X1298-X631=0
X1230-X1229-X256=0	X1265-X1264+X486=0	X1300-X1299-X616=0
X1231-X1230+X326=0	X1266-X1265+X491=0	X1301-X1300-X611=0
X1232-X1231-X281=0	X1267-X1266+X501=0	X1302-X1301+X666=0
X1233-X1232-X296=0	X1268-X1267+X511=0	X1303-X1302+X671=0
X1234-X1233+X341=0	X1269-X1268-X461=0	X1304-X1303+X676=0
X1235-X1234+X346=0	X1270-X1269-X471=0	X1305-X1304-X641=0
X1236-X1235+X351=0	X1271-X1270+X516=0	X1306-X1305+X686=0
X1237-X1236-X311=0	X1272-X1271-X451=0	X1307-X1306+X691=0
X1238-X1237-X306=0	X1273-X1272+X526=0	X1308-X1307+X696=0
X1239-X1238-X331=0	X1274-X1273+X536=0	X1309-X1308+X701=0
X1240-X1239+X371=0	X1275-X1274+X541=0	X1310-X1309+X706=0
X1241-X1240-X336=0	X1276-X1275+X551=0	X1311-X1310+X711=0
X1242-X1241+X376=0	X1277-X1276-X506=0	X1312-X1311+X716=0
X1243-X1242+X381=0	X1278-X1277+X556=0	X1313-X1312-X681=0
X1244-X1243-X301=0	X1279-X1278-X521=0	X1314-X1313-X661=0
X1245-X1244-X356=0	X1280-X1279-X496=0	

X1315-X1458-X2=0	X1350-X1349-X142=0	X1385-X1384-X337=0
X1316-X1315-X12=0	X1351-X1350+X227=0	X1386-X1385+X377=0
X1317-X1316-X17=0	X1352-X1351+X237=0	X1387-X1386+X382=0
X1318-X1317-X7=0	X1353-X1352-X167=0	X1388-X1387-X302=0
X1319-X1318-X22=0	X1354-X1353-X177=0	X1389-X1388-X357=0
X1320-X1319+X32=0	X1355-X1354-X192=0	X1390-X1389+X392=0
X1321-X1320-X27=0	X1356-X1355-X197=0	X1391-X1390+X402=0
X1322-X1321+X57=0	X1357-X1356-X202=0	X1392-X1391-X367=0
X1323-X1322+X67=0	X1358-X1357+X267=0	X1393-X1392-X362=0
X1324-X1323+X77=0	X1359-X1358+X277=0	X1394-X1393+X422=0
X1325-X1324+X82=0	X1360-X1359-X222=0	X1395-X1394+X432=0
X1326-X1325+X87=0	X1361-X1360-X232=0	X1396-X1395+X442=0
X1327-X1326+X92=0	X1362-X1361-X212=0	X1397-X1396-X387=0
X1328-X1327+X97=0	X1363-X1362+X287=0	X1398-X1397-X397=0
X1329-X1328-X47=0	X1364-X1363+X292=0	X1399-X1398-X412=0
X1330-X1329+X107=0	X1365-X1364-X207=0	X1400-X1399+X447=0
X1331-X1330+X117=0	X1366-X1365-X252=0	X1401-X1400+X457=0
X1332-X1331-X37=0	X1367-X1366-X242=0	X1402-X1401+X467=0
X1333-X1332-X42=0	X1368-X1367-X247=0	X1403-X1402+X477=0
X1334-X1333+X132=0	X1369-X1368-X217=0	X1404-X1403-X417=0
X1335-X1334+X137=0	X1370-X1369+X317=0	X1405-X1404-X427=0
X1336-X1335-X62=0	X1371-X1370-X262=0	X1406-X1405-X437=0
X1337-X1336-X52=0	X1372-X1371-X272=0	X1407-X1406+X482=0
X1338-X1337+X147=0	X1373-X1372+X322=0	X1408-X1407-X407=0
X1339-X1338+X152=0	X1374-X1373-X257=0	X1409-X1408+X487=0
X1340-X1339+X157=0	X1375-X1374+X327=0	X1410-X1409+X492=0
X1341-X1340+X162=0	X1376-X1375-X282=0	X1411-X1410+X502=0
X1342-X1341-X112=0	X1377-X1376-X297=0	X1412-X1411+X512=0
X1343-X1342-X102=0	X1378-X1377+X342=0	X1413-X1412-X462=0
X1344-X1343-X72=0	X1379-X1378+X347=0	X1414-X1413-X472=0
X1345-X1344-X122=0	X1380-X1379+X352=0	X1415-X1414+X517=0
X1346-X1345+X172=0	X1381-X1380-X312=0	X1416-X1415-X452=0
X1347-X1346+X182=0	X1382-X1381-X307=0	X1417-X1416+X527=0
X1348-X1347+X187=0	X1383-X1382-X332=0	X1418-X1417+X537=0
X1349-X1348-X127=0	X1384-X1383+X372=0	X1419-X1418+X542=0

X1420-X1419+X552=0	X1455-X1454+X712=0	X1489-X1488-X123=0
X1421-X1420-X507=0	X1456-X1455+X717=0	X1490-X1489+X173=0
X1422-X1421+X557=0	X1457-X1456-X682=0	X1491-X1490+X183=0
X1423-X1422-X522=0	X1458-X1457-X662=0	X1492-X1491+X188=0
X1424-X1423-X497=0		X1493-X1492-X128=0
X1425-X1424+X572=0	X1459-X1602-X3=0	X1494-X1493-X143=0
X1426-X1425+X587=0	X1460-X1459-X13=0	X1495-X1494+X228=0
X1427-X1426+X597=0	X1461-X1460-X18=0	X1496-X1495+X238=0
X1428-X1427-X532=0	X1462-X1461-X8=0	X1497-X1496-X168=0
X1429-X1428-X547=0	X1463-X1462-X23=0	X1498-X1497-X178=0
X1430-X1429-X562=0	X1464-X1463+X33=0	X1499-X1498-X193=0
X1431-X1430-X567=0	X1465-X1464-X28=0	X1500-X1499-X198=0
X1432-X1431+X627=0	X1466-X1465+X58=0	X1501-X1500-X203=0
X1433-X1432-X582=0	X1467-X1466+X68=0	X1502-X1501+X268=0
X1434-X1433-X592=0	X1468-X1467+X78=0	X1503-X1502+X278=0
X1435-X1434+X637=0	X1469-X1468+X83=0	X1504-X1503-X223=0
X1436-X1435+X647=0	X1470-X1469+X88=0	X1505-X1504-X233=0
X1437-X1436-X577=0	X1471-X1470+X93=0	X1506-X1505-X213=0
X1438-X1437-X602=0	X1472-X1471+X98=0	X1507-X1506+X288=0
X1439-X1438-X607=0	X1473-X1472-X48=0	X1508-X1507+X293=0
X1440-X1439+X652=0	X1474-X1473+X108=0	X1509-X1508-X208=0
X1441-X1440+X657=0	X1475-X1474+X118=0	X1510-X1509-X253=0
X1442-X1441-X622=0	X1476-X1475-X38=0	X1511-X1510-X243=0
X1443-X1442-X632=0	X1477-X1476-X43=0	X1512-X1511-X248=0
X1444-X1443-X617=0	X1478-X1477+X133=0	X1513-X1512-X218=0
X1445-X1444-X612=0	X1479-X1478+X138=0	X1514-X1513+X318=0
X1446-X1445+X667=0	X1480-X1479-X63=0	X1515-X1514-X263=0
X1447-X1446+X672=0	X1481-X1480-X53=0	X1516-X1515-X273=0
X1448-X1447+X677=0	X1482-X1481+X148=0	X1517-X1516+X323=0
X1449-X1448-X642=0	X1483-X1482+X153=0	X1518-X1517-X258=0
X1450-X1449+X687=0	X1484-X1483+X158=0	X1519-X1518+X328=0
X1451-X1450+X692=0	X1485-X1484+X163=0	X1520-X1519-X283=0
X1452-X1451+X697=0	X1486-X1485-X113=0	X1521-X1520-X298=0
X1453-X1452+X702=0	X1487-X1486-X103=0	X1522-X1521+X343=0
X1454-X1453+X707=0	X1488-X1487-X73=0	X1523-X1522+X348=0

X1524-X1523+X353=0	X1559-X1558+X518=0	X1594-X1593+X688=0
X1525-X1524-X313=0	X1560-X1559-X453=0	X1595-X1594+X693=0
X1526-X1525-X308=0	X1561-X1560+X528=0	X1596-X1595+X698=0
X1527-X1526-X333=0	X1562-X1561+X538=0	X1597-X1596+X703=0
X1528-X1527+X373=0	X1563-X1562+X543=0	X1598-X1597+X708=0
X1529-X1528-X338=0	X1564-X1563+X553=0	X1599-X1598+X713=0
X1530-X1529+X378=0	X1565-X1564-X508=0	X1600-X1599+X718=0
X1531-X1530+X383=0	X1566-X1565+X558=0	X1601-X1600-X683=0
X1532-X1531-X303=0	X1567-X1566-X523=0	X1602-X1601-X663=0
X1533-X1532-X358=0	X1568-X1567-X498=0	
X1534-X1533+X393=0	X1569-X1568+X573=0	X1603-X1746-X4=0
X1535-X1534+X403=0	X1570-X1569+X588=0	X1604-X1603-X14=0
X1536-X1535-X368=0	X1571-X1570+X598=0	X1605-X1604-X19=0
X1537-X1536-X363=0	X1572-X1571-X533=0	X1606-X1605-X9=0
X1538-X1537+X423=0	X1573-X1572-X548=0	X1607-X1606-X24=0
X1539-X1538+X433=0	X1574-X1573-X563=0	X1608-X1607+X34=0
X1540-X1539+X443=0	X1575-X1574-X568=0	X1609-X1608-X29=0
X1541-X1540-X388=0	X1576-X1575+X628=0	X1610-X1609+X59=0
X1542-X1541-X398=0	X1577-X1576-X583=0	X1611-X1610+X69=0
X1543-X1542-X413=0	X1578-X1577-X593=0	X1612-X1611+X79=0
X1544-X1543+X448=0	X1579-X1578+X638=0	X1613-X1612+X84=0
X1545-X1544+X458=0	X1580-X1579+X648=0	X1614-X1613+X89=0
X1546-X1545+X468=0	X1581-X1580-X578=0	X1615-X1614+X94=0
X1547-X1546+X478=0	X1582-X1581-X603=0	X1616-X1615+X99=0
X1548-X1547-X418=0	X1583-X1582-X608=0	X1617-X1616-X49=0
X1549-X1548-X428=0	X1584-X1583+X653=0	X1618-X1617+X109=0
X1550-X1549-X438=0	X1585-X1584+X658=0	X1619-X1618+X119=0
X1551-X1550+X483=0	X1586-X1585-X623=0	X1620-X1619-X39=0
X1552-X1551-X408=0	X1587-X1586-X633=0	X1621-X1620-X44=0
X1553-X1552+X488=0	X1588-X1587-X618=0	X1622-X1621+X134=0
X1554-X1553+X493=0	X1589-X1588-X613=0	X1623-X1622+X139=0
X1555-X1554+X503=0	X1590-X1589+X668=0	X1624-X1623-X64=0
X1556-X1555+X513=0	X1591-X1590+X673=0	X1625-X1624-X54=0
X1557-X1556-X463=0	X1592-X1591+X678=0	X1626-X1625+X149=0
X1558-X1557-X473=0	X1593-X1592-X643=0	X1627-X1626+X154=0

X1628-X1627+X159=0	X1663-X1662+X329=0	X1698-X1697+X494=0
X1629-X1628+X164=0	X1664-X1663-X284=0	X1699-X1698+X504=0
X1630-X1629-X114=0	X1665-X1664-X299=0	X1700-X1699+X514=0
X1631-X1630-X104=0	X1666-X1665+X344=0	X1701-X1700-X464=0
X1632-X1631-X74=0	X1667-X1666+X349=0	X1702-X1701-X474=0
X1633-X1632-X124=0	X1668-X1667+X354=0	X1703-X1702+X519=0
X1634-X1633+X174=0	X1669-X1668-X314=0	X1704-X1703-X454=0
X1635-X1634+X184=0	X1670-X1669-X309=0	X1705-X1704+X529=0
X1636-X1635+X189=0	X1671-X1670-X334=0	X1706-X1705+X539=0
X1637-X1636-X129=0	X1672-X1671+X374=0	X1707-X1706+X544=0
X1638-X1637-X144=0	X1673-X1672-X339=0	X1708-X1707+X554=0
X1639-X1638+X229=0	X1674-X1673+X379=0	X1709-X1708-X509=0
X1640-X1639+X239=0	X1675-X1674+X384=0	X1710-X1709+X559=0
X1641-X1640-X169=0	X1676-X1675-X304=0	X1711-X1710-X524=0
X1642-X1641-X179=0	X1677-X1676-X359=0	X1712-X1711-X499=0
X1643-X1642-X194=0	X1678-X1677+X394=0	X1713-X1712+X574=0
X1644-X1643-X199=0	X1679-X1678+X404=0	X1714-X1713+X589=0
X1645-X1644-X204=0	X1680-X1679-X369=0	X1715-X1714+X599=0
X1646-X1645+X269=0	X1681-X1680-X364=0	X1716-X1715-X534=0
X1647-X1646+X279=0	X1682-X1681+X424=0	X1717-X1716-X549=0
X1648-X1647-X224=0	X1683-X1682+X434=0	X1718-X1717-X564=0
X1649-X1648-X234=0	X1684-X1683+X444=0	X1719-X1718-X569=0
X1650-X1649-X214=0	X1685-X1684-X389=0	X1720-X1719+X629=0
X1651-X1650+X289=0	X1686-X1685-X399=0	X1721-X1720-X584=0
X1652-X1651+X294=0	X1687-X1686-X414=0	X1722-X1721-X594=0
X1653-X1652-X209=0	X1688-X1687+X449=0	X1723-X1722+X639=0
X1654-X1653-X254=0	X1689-X1688+X459=0	X1724-X1723+X649=0
X1655-X1654-X244=0	X1690-X1689+X469=0	X1725-X1724-X579=0
X1656-X1655-X249=0	X1691-X1690+X479=0	X1726-X1725-X604=0
X1657-X1656-X219=0	X1692-X1691-X419=0	X1727-X1726-X609=0
X1658-X1657+X319=0	X1693-X1692-X429=0	X1728-X1727+X654=0
X1659-X1658-X264=0	X1694-X1693-X439=0	X1729-X1728+X659=0
X1660-X1659-X274=0	X1695-X1694+X484=0	X1730-X1729-X624=0
X1661-X1660+X324=0	X1696-X1695-X409=0	X1731-X1730-X634=0
X1662-X1661-X259=0	X1697-X1696+X489=0	X1732-X1731-X619=0

X1733-X1732-X614=0	X1767-X1766+X140=0	X1802-X1801+X320=0
X1734-X1733+X669=0	X1768-X1767-X65=0	X1803-X1802-X265=0
X1735-X1734+X674=0	X1769-X1768-X55=0	X1804-X1803-X275=0
X1736-X1735+X679=0	X1770-X1769+X150=0	X1805-X1804+X325=0
X1737-X1736-X644=0	X1771-X1770+X155=0	X1806-X1805-X260=0
X1738-X1737+X689=0	X1772-X1771+X160=0	X1807-X1806+X330=0
X1739-X1738+X694=0	X1773-X1772+X165=0	X1808-X1807-X285=0
X1740-X1739+X699=0	X1774-X1773-X115=0	X1809-X1808-X300=0
X1741-X1740+X704=0	X1775-X1774-X105=0	X1810-X1809+X345=0
X1742-X1741+X709=0	X1776-X1775-X75=0	X1811-X1810+X350=0
X1743-X1742+X714=0	X1777-X1776-X125=0	X1812-X1811+X355=0
X1744-X1743+X719=0	X1778-X1777+X175=0	X1813-X1812-X315=0
X1745-X1744-X684=0	X1779-X1778+X185=0	X1814-X1813-X310=0
X1746-X1745-X664=0	X1780-X1779+X190=0	X1815-X1814-X335=0
	X1781-X1780-X130=0	X1816-X1815+X375=0
X1747-X1890-X5=0	X1782-X1781-X145=0	X1817-X1816-X340=0
X1748-X1747-X15=0	X1783-X1782+X230=0	X1818-X1817+X380=0
X1749-X1748-X20=0	X1784-X1783+X240=0	X1819-X1818+X385=0
X1750-X1749-X10=0	X1785-X1784-X170=0	X1820-X1819-X305=0
X1751-X1750-X25=0	X1786-X1785-X180=0	X1821-X1820-X360=0
X1752-X1751+X35=0	X1787-X1786-X195=0	X1822-X1821+X395=0
X1753-X1752-X30=0	X1788-X1787-X200=0	X1823-X1822+X405=0
X1754-X1753+X60=0	X1789-X1788-X205=0	X1824-X1823-X370=0
X1755-X1754+X70=0	X1790-X1789+X270=0	X1825-X1824-X365=0
X1756-X1755+X80=0	X1791-X1790+X280=0	X1826-X1825+X425=0
X1757-X1756+X85=0	X1792-X1791-X225=0	X1827-X1826+X435=0
X1758-X1757+X90=0	X1793-X1792-X235=0	X1828-X1827+X445=0
X1759-X1758+X95=0	X1794-X1793-X215=0	X1829-X1828-X390=0
X1760-X1759+X100=0	X1795-X1794+X290=0	X1830-X1829-X400=0
X1761-X1760-X50=0	X1796-X1795+X295=0	X1831-X1830-X415=0
X1762-X1761+X110=0	X1797-X1796-X210=0	X1832-X1831+X450=0
X1763-X1762+X120=0	X1798-X1797-X255=0	X1833-X1832+X460=0
X1764-X1763-X40=0	X1799-X1798-X245=0	X1834-X1833+X470=0
X1765-X1764-X45=0	X1800-X1799-X250=0	X1835-X1834+X480=0
X1766-X1765+X135=0	X1801-X1800-X220=0	X1836-X1835-X420=0

X1837-X1836-X430=0	X1872-X1871+X655=0	X1906-X1905-X431=0
X1838-X1837-X440=0	X1873-X1872+X660=0	X1907-X1906+X506=0
X1839-X1838+X485=0	X1874-X1873-X625=0	X1908-X1907-X466=0
X1840-X1839-X410=0	X1875-X1874-X635=0	X1909-X1908+X546=0
X1841-X1840+X490=0	X1876-X1875-X620=0	X1910-X1909-X501=0
X1842-X1841+X495=0	X1877-X1876-X615=0	X1911-X1910+X591=0
X1843-X1842+X505=0	X1878-X1877+X670=0	X1912-X1911-X541=0
X1844-X1843+X515=0	X1879-X1878+X675=0	X1913-X1912+X621=0
X1845-X1844-X465=0	X1880-X1879+X680=0	X1914-X1913-X596=0
X1846-X1845-X475=0	X1881-X1880-X645=0	X1915-X1914-X651=0
X1847-X1846+X520=0	X1882-X1881+X690=0	X1916-X1915-X706=0
X1848-X1847-X455=0	X1883-X1882+X695=0	
X1849-X1848+X530=0	X1884-X1883+X700=0	X1917-X1942+X17=0
X1850-X1849+X540=0	X1885-X1884+X705=0	X1918-X1917+X62=0
X1851-X1850+X545=0	X1886-X1885+X710=0	X1919-X1918+X122=0
X1852-X1851+X555=0	X1887-X1886+X715=0	X1920-X1919-X57=0
X1853-X1852-X510=0	X1888-X1887+X720=0	X1921-X1920+X177=0
X1854-X1853+X560=0	X1889-X1888-X685=0	X1922-X1921-X132=0
X1855-X1854-X525=0	X1890-X1889-X665=0	X1923-X1922+X232=0
X1856-X1855-X500=0		X1924-X1923-X172=0
X1857-X1856+X575=0	X1891-X1916+X16=0	X1925-X1924+X272=0
X1858-X1857+X590=0	X1892-X1891+X61=0	X1926-X1925-X267=0
X1859-X1858+X600=0	X1893-X1892+X121=0	X1927-X1926+X332=0
X1860-X1859-X535=0	X1894-X1893-X56=0	X1928-X1927-X342=0
X1861-X1860-X550=0	X1895-X1894+X176=0	X1929-X1928+X397=0
X1862-X1861-X565=0	X1896-X1895-X131=0	X1930-X1929-X392=0
X1863-X1862-X570=0	X1897-X1896+X231=0	X1931-X1930+X472=0
X1864-X1863+X630=0	X1898-X1897-X171=0	X1932-X1931-X432=0
X1865-X1864-X585=0	X1899-X1898+X271=0	X1933-X1932+X507=0
X1866-X1865-X595=0	X1900-X1899-X266=0	X1934-X1933-X467=0
X1867-X1866+X640=0	X1901-X1900+X331=0	X1935-X1934+X547=0
X1868-X1867+X650=0	X1902-X1901-X341=0	X1936-X1935-X502=0
X1869-X1868-X580=0	X1903-X1902+X396=0	X1937-X1936+X592=0
X1870-X1869-X605=0	X1904-X1903-X391=0	X1938-X1937-X542=0
X1871-X1870-X610=0	X1905-X1904+X471=0	X1939-X1938+X622=0

X1940-X1939-X597=0	X1973-X1972+X179=0	X2007-X2006+X400=0
X1941-X1940-X652=0	X1974-X1973-X134=0	X2008-X2007-X395=0
X1942-X1941-X707=0	X1975-X1974+X234=0	X2009-X2008+X475=0
	X1976-X1975-X174=0	X2010-X2009-X435=0
X1943-X1968+X18=0	X1977-X1976+X274=0	X2011-X2010+X510=0
X1944-X1943+X63=0	X1978-X1977-X269=0	X2012-X2011-X470=0
X1945-X1944+X123=0	X1979-X1978+X334=0	X2013-X2012+X550=0
X1946-X1945-X58=0	X1980-X1979-X344=0	X2014-X2013-X505=0
X1947-X1946+X178=0	X1981-X1980+X399=0	X2015-X2014+X595=0
X1948-X1947-X133=0	X1982-X1981-X394=0	X2016-X2015-X545=0
X1949-X1948+X233=0	X1983-X1982+X474=0	X2017-X2016+X625=0
X1950-X1949-X173=0	X1984-X1983-X434=0	X2018-X2017-X600=0
X1951-X1950+X273=0	X1985-X1984+X509=0	X2019-X2018-X655=0
X1952-X1951-X268=0	X1986-X1985-X469=0	X2020-X2019-X710=0
X1953-X1952+X333=0	X1987-X1986+X549=0	
X1954-X1953-X343=0	X1988-X1987-X504=0	X2021-X2028+X41=0
X1955-X1954+X398=0	X1989-X1988+X594=0	X2022-X2021-X96=0
X1956-X1955-X393=0	X1990-X1989-X544=0	X2023-X2022+X201=0
X1957-X1956+X473=0	X1991-X1990+X624=0	X2024-X2023-X346=0
X1958-X1957-X433=0	X1992-X1991-X599=0	X2025-X2024+X411=0
X1959-X1958+X508=0	X1993-X1992-X654=0	X2026-X2025-X516=0
X1960-X1959-X468=0	X1994-X1993-X709=0	X2027-X2026+X606=0
X1961-X1960+X548=0		X2028-X2027-X671=0
X1962-X1961-X503=0	X1995-X2020+X20=0	
X1963-X1962+X593=0	X1996-X1995+X65=0	X2029-X2036+X42=0
X1964-X1963-X543=0	X1997-X1996+X125=0	X2030-X2029-X97=0
X1965-X1964+X623=0	X1998-X1997-X60=0	X2031-X2030+X202=0
X1966-X1965-X598=0	X1999-X1998+X180=0	X2032-X2031-X347=0
X1967-X1966-X653=0	X2000-X1999-X135=0	X2033-X2032+X412=0
X1968-X1967-X708=0	X2001-X2000+X235=0	X2034-X2033-X517=0
	X2002-X2001-X175=0	X2035-X2034+X607=0
X1969-X1994+X19=0	X2003-X2002+X275=0	X2036-X2035-X672=0
X1970-X1969+X64=0	X2004-X2003-X270=0	
X1971-X1970+X124=0	X2005-X2004+X335=0	X2037-X2044+X43=0
X1972-X1971-X59=0	X2006-X2005-X345=0	X2038-X2045-X98=0

X2039-X2046+X203=0	X2069-X2072-X83=0	
X2040-X2047-X348=0	X2070-X2069+X193=0	X2099-X2104+X39=0
X2041-X2048+X413=0	X2071-X2070+X618=0	X2100-X2099-X109=0
X2042-X2049-X518=0	X2072-X2071-X668=0	X2101-X2100+X214=0
X2043-X2050+X608=0		X2102-X2101-X529=0
X2044-X2051-X673=0	X2073-X2076-X84=0	X2103-X2102+X614=0
	X2074-X2073+X194=0	X2104-X2103-X679=0
X2045-X2052+X44=0	X2075-X2074+X619=0	
X2046-X2045-X99=0	X2076-X2075-X669=0	X2105-X2110+X40=0
X2047-X2046+X204=0		X2106-X2105-X110=0
X2048-X2047-X349=0	X2077-X2080-X85=0	X2107-X2106+X215=0
X2049-X2048+X414=0	X2078-X2077+X195=0	X2108-X2107-X530=0
X2050-X2049-X519=0	X2079-X2078+X620=0	X2109-X2108+X615=0
X2051-X2050+X609=0	X2080-X2079-X670=0	X2110-X2109-X680=0
X2052-X2051-X674=0		
	X2081-X2086+X36=0	X2111-X2116+X71=0
X2053-X2060+X45=0	X2082-X2081-X106=0	X2112-X2111-X76=0
X2054-X2053-X100=0	X2083-X2082+X211=0	X2113-X2112+X206=0
X2055-X2054+X205=0	X2084-X2083-X526=0	X2114-X2113-X481=0
X2056-X2055-X350=0	X2085-X2084+X611=0	X2115-X2114+X576=0
X2057-X2056+X415=0	X2086-X2085-X676=0	X2116-X2115-X691=0
X2058-X2057-X520=0		
X2059-X2058+X610=0	X2087-X2092+X37=0	X2117-X2122+X72=0
X2060-X2059-X675=0	X2088-X2087-X107=0	X2118-X2117-X77=0
	X2089-X2088+X212=0	X2119-X2118+X207=0
X2061-X2064-X81=0	X2090-X2089-X527=0	X2120-X2119-X482=0
X2062-X2061+X191=0	X2091-X2090+X612=0	X2121-X2120+X577=0
X2063-X2062+X616=0	X2092-X2091-X677=0	X2122-X2121-X692=0
X2064-X2063-X666=0		
	X2093-X2098+X38=0	X2123-X2128+X73=0
X2065-X2068-X82=0	X2094-X2093-X108=0	X2124-X2123-X78=0
X2066-X2065+X192=0	X2095-X2094+X213=0	X2125-X2124+X208=0
X2067-X2066+X617=0	X2096-X2095-X528=0	X2126-X2125-X483=0
X2068-X2067-X667=0	X2097-X2096+X613=0	X2127-X2126+X578=0
	X2098-X2097-X678=0	X2128-X2127-X693=0

	X2140-X2139-X695=0	X2150-X2149+X303=0
X2129-X2134+X74=0		X2151-X2150-X323=0
X2130-X2135-X79=0	X2141-X2144-X186=0	X2152-X2151+X408=0
X2131-X2136+X209=0	X2142-X2141+X301=0	
X2132-X2137-X484=0	X2143-X2142-X321=0	X2153-X2156-X189=0
X2133-X2138+X579=0	X2144-X2143+X406=0	X2154-X2153+X304=0
X2134-X2139-X694=0		X2155-X2154-X324=0
	X2145-X2148-X187=0	X2156-X2155+X409=0
X2135-X2140+X75=0	X2146-X2145+X302=0	
X2136-X2135-X80=0	X2147-X2146-X322=0	X2157-X2160-X190=0
X2137-X2136+X210=0	X2148-X2147+X407=0	X2158-X2157+X305=0
X2138-X2137-X485=0		X2159-X2158-X325=0
X2139-X2138+X580=0	X2149-X2152-X188=0	X2160-X2159+X410=0

X736+X838+X1006+X1074+X1092+X1108+X1146+X1314+X1916+X2028+X2064+X2086+X2116+X2144<=4

X752+X876+X1022+X1078+X1094+X1116+X1152+X1458+X1942+X2036+X2068+X2092+X2122+X2148<=25

X768+X914+X1038+X1082+X1096+X1124+X1158+X1602+X1968+X2044+X2072+X2098+X2128+X2152<=21

X784+X952+X1054+X1086+X1098+X1132+X1164+X1746+X1994+X2052+X2076+X2104+X2134+X2156<=14

X800+X990+X1070+X1090+X1100+X1140+X1170+X1890+X2020+X2060+X2080+X2110+X2140+X2160<=52

END

INT X1	INT X12	INT X23	INT X34	INT X45
INT X2	INT X13	INT X24	INT X35	INT X46
INT X3	INT X14	INT X25	INT X36	INT X47
INT X4	INT X15	INT X26	INT X37	INT X48
INT X5	INT X16	INT X27	INT X38	INT X49
INT X6	INT X17	INT X28	INT X39	INT X50
INT X7	INT X18	INT X29	INT X40	INT X51
INT X8	INT X19	INT X30	INT X41	INT X52
INT X9	INT X20	INT X31	INT X42	INT X53
INT X10	INT X21	INT X32	INT X43	INT X54
INT X11	INT X22	INT X33	INT X44	INT X55

INT X56	INT X90	INT X124	INT X158	INT X192
INT X57	INT X91	INT X125	INT X159	INT X193
INT X58	INT X92	INT X126	INT X160	INT X194
INT X59	INT X93	INT X127	INT X161	INT X195
INT X60	INT X94	INT X128	INT X162	INT X196
INT X61	INT X95	INT X129	INT X163	INT X197
INT X62	INT X96	INT X130	INT X164	INT X198
INT X63	INT X97	INT X131	INT X165	INT X199
INT X64	INT X98	INT X132	INT X166	INT X200
INT X65	INT X99	INT X133	INT X167	INT X201
INT X66	INT X100	INT X134	INT X168	INT X202
INT X67	INT X101	INT X135	INT X169	INT X203
INT X68	INT X102	INT X136	INT X170	INT X204
INT X69	INT X103	INT X137	INT X171	INT X205
INT X70	INT X104	INT X138	INT X172	INT X206
INT X71	INT X105	INT X139	INT X173	INT X207
INT X72	INT X106	INT X140	INT X174	INT X208
INT X73	INT X107	INT X141	INT X175	INT X209
INT X74	INT X108	INT X142	INT X176	INT X210
INT X75	INT X109	INT X143	INT X177	INT X211
INT X76	INT X110	INT X144	INT X178	INT X212
INT X77	INT X111	INT X145	INT X179	INT X213
INT X78	INT X112	INT X146	INT X180	INT X214
INT X79	INT X113	INT X147	INT X181	INT X215
INT X80	INT X114	INT X148	INT X182	INT X216
INT X81	INT X115	INT X149	INT X183	INT X217
INT X82	INT X116	INT X150	INT X184	INT X218
INT X83	INT X117	INT X151	INT X185	INT X219
INT X84	INT X118	INT X152	INT X186	INT X220
INT X85	INT X119	INT X153	INT X187	INT X221
INT X86	INT X120	INT X154	INT X188	INT X222
INT X87	INT X121	INT X155	INT X189	INT X223
INT X88	INT X122	INT X156	INT X190	INT X224
INT X89	INT X123	INT X157	INT X191	INT X225

INT X226	INT X260	INT X294	INT X328	INT X362
INT X227	INT X261	INT X295	INT X329	INT X363
INT X228	INT X262	INT X296	INT X330	INT X364
INT X229	INT X263	INT X297	INT X331	INT X365
INT X230	INT X264	INT X298	INT X332	INT X366
INT X231	INT X265	INT X299	INT X333	INT X367
INT X232	INT X266	INT X300	INT X334	INT X368
INT X233	INT X267	INT X301	INT X335	INT X369
INT X234	INT X268	INT X302	INT X336	INT X370
INT X235	INT X269	INT X303	INT X337	INT X371
INT X236	INT X270	INT X304	INT X338	INT X372
INT X237	INT X271	INT X305	INT X339	INT X373
INT X238	INT X272	INT X306	INT X340	INT X374
INT X239	INT X273	INT X307	INT X341	INT X375
INT X240	INT X274	INT X308	INT X342	INT X376
INT X241	INT X275	INT X309	INT X343	INT X377
INT X242	INT X276	INT X310	INT X344	INT X378
INT X243	INT X277	INT X311	INT X345	INT X379
INT X244	INT X278	INT X312	INT X346	INT X380
INT X245	INT X279	INT X313	INT X347	INT X381
INT X246	INT X280	INT X314	INT X348	INT X382
INT X247	INT X281	INT X315	INT X349	INT X383
INT X248	INT X282	INT X316	INT X350	INT X384
INT X249	INT X283	INT X317	INT X351	INT X385
INT X250	INT X284	INT X318	INT X352	INT X386
INT X251	INT X285	INT X319	INT X353	INT X387
INT X252	INT X286	INT X320	INT X354	INT X388
INT X253	INT X287	INT X321	INT X355	INT X389
INT X254	INT X288	INT X322	INT X356	INT X390
INT X255	INT X289	INT X323	INT X357	INT X391
INT X256	INT X290	INT X324	INT X358	INT X392
INT X257	INT X291	INT X325	INT X359	INT X393
INT X258	INT X292	INT X326	INT X360	INT X394
INT X259	INT X293	INT X327	INT X361	INT X395

INT X396	INT X430	INT X464	INT X498	INT X532
INT X397	INT X431	INT X465	INT X499	INT X533
INT X398	INT X432	INT X466	INT X500	INT X534
INT X399	INT X433	INT X467	INT X501	INT X535
INT X400	INT X434	INT X468	INT X502	INT X536
INT X401	INT X435	INT X469	INT X503	INT X537
INT X402	INT X436	INT X470	INT X504	INT X538
INT X403	INT X437	INT X471	INT X505	INT X539
INT X404	INT X438	INT X472	INT X506	INT X540
INT X405	INT X439	INT X473	INT X507	INT X541
INT X406	INT X440	INT X474	INT X508	INT X542
INT X407	INT X441	INT X475	INT X509	INT X543
INT X408	INT X442	INT X476	INT X510	INT X544
INT X409	INT X443	INT X477	INT X511	INT X545
INT X410	INT X444	INT X478	INT X512	INT X546
INT X411	INT X445	INT X479	INT X513	INT X547
INT X412	INT X446	INT X480	INT X514	INT X548
INT X413	INT X447	INT X481	INT X515	INT X549
INT X414	INT X448	INT X482	INT X516	INT X550
INT X415	INT X449	INT X483	INT X517	INT X551
INT X416	INT X450	INT X484	INT X518	INT X552
INT X417	INT X451	INT X485	INT X519	INT X553
INT X418	INT X452	INT X486	INT X520	INT X554
INT X419	INT X453	INT X487	INT X521	INT X555
INT X420	INT X454	INT X488	INT X522	INT X556
INT X421	INT X455	INT X489	INT X523	INT X557
INT X422	INT X456	INT X490	INT X524	INT X558
INT X423	INT X457	INT X491	INT X525	INT X559
INT X424	INT X458	INT X492	INT X526	INT X560
INT X425	INT X459	INT X493	INT X527	INT X561
INT X426	INT X460	INT X494	INT X528	INT X562
INT X427	INT X461	INT X495	INT X529	INT X563
INT X428	INT X462	INT X496	INT X530	INT X564
INT X429	INT X463	INT X497	INT X531	INT X565

INT X566	INT X600	INT X634	INT X668	INT X702
INT X567	INT X601	INT X635	INT X669	INT X703
INT X568	INT X602	INT X636	INT X670	INT X704
INT X569	INT X603	INT X637	INT X671	INT X705
INT X570	INT X604	INT X638	INT X672	INT X706
INT X571	INT X605	INT X639	INT X673	INT X707
INT X572	INT X606	INT X640	INT X674	INT X708
INT X573	INT X607	INT X641	INT X675	INT X709
INT X574	INT X608	INT X642	INT X676	INT X710
INT X575	INT X609	INT X643	INT X677	INT X711
INT X576	INT X610	INT X644	INT X678	INT X712
INT X577	INT X611	INT X645	INT X679	INT X713
INT X578	INT X612	INT X646	INT X680	INT X714
INT X579	INT X613	INT X647	INT X681	INT X715
INT X580	INT X614	INT X648	INT X682	INT X716
INT X581	INT X615	INT X649	INT X683	INT X717
INT X582	INT X616	INT X650	INT X684	INT X718
INT X583	INT X617	INT X651	INT X685	INT X719
INT X584	INT X618	INT X652	INT X686	INT X720
INT X585	INT X619	INT X653	INT X687	GIN X721
INT X586	INT X620	INT X654	INT X688	GIN X722
INT X587	INT X621	INT X655	INT X689	GIN X723
INT X588	INT X622	INT X656	INT X690	GIN X724
INT X589	INT X623	INT X657	INT X691	GIN X725
INT X590	INT X624	INT X658	INT X692	GIN X726
INT X591	INT X625	INT X659	INT X693	GIN X727
INT X592	INT X626	INT X660	INT X694	GIN X728
INT X593	INT X627	INT X661	INT X695	GIN X729
INT X594	INT X628	INT X662	INT X696	GIN X730
INT X595	INT X629	INT X663	INT X697	GIN X731
INT X596	INT X630	INT X664	INT X698	GIN X732
INT X597	INT X631	INT X665	INT X699	GIN X733
INT X598	INT X632	INT X666	INT X700	GIN X734
INT X599	INT X633	INT X667	INT X701	GIN X735

GIN X736	GIN X770	GIN X804	GIN X838	GIN X872
GIN X737	GIN X771	GIN X805	GIN X839	GIN X873
GIN X738	GIN X772	GIN X806	GIN X840	GIN X874
GIN X739	GIN X773	GIN X807	GIN X841	GIN X875
GIN X740	GIN X774	GIN X808	GIN X842	GIN X876
GIN X741	GIN X775	GIN X809	GIN X843	GIN X877
GIN X742	GIN X776	GIN X810	GIN X844	GIN X878
GIN X743	GIN X777	GIN X811	GIN X845	GIN X879
GIN X744	GIN X778	GIN X812	GIN X846	GIN X880
GIN X745	GIN X779	GIN X813	GIN X847	GIN X881
GIN X746	GIN X780	GIN X814	GIN X848	GIN X882
GIN X747	GIN X781	GIN X815	GIN X849	GIN X883
GIN X748	GIN X782	GIN X816	GIN X850	GIN X884
GIN X749	GIN X783	GIN X817	GIN X851	GIN X885
GIN X750	GIN X784	GIN X818	GIN X852	GIN X886
GIN X751	GIN X785	GIN X819	GIN X853	GIN X887
GIN X752	GIN X786	GIN X820	GIN X854	GIN X888
GIN X753	GIN X787	GIN X821	GIN X855	GIN X889
GIN X754	GIN X788	GIN X822	GIN X856	GIN X890
GIN X755	GIN X789	GIN X823	GIN X857	GIN X891
GIN X756	GIN X790	GIN X824	GIN X858	GIN X892
GIN X757	GIN X791	GIN X825	GIN X859	GIN X893
GIN X758	GIN X792	GIN X826	GIN X860	GIN X894
GIN X759	GIN X793	GIN X827	GIN X861	GIN X895
GIN X760	GIN X794	GIN X828	GIN X862	GIN X896
GIN X761	GIN X795	GIN X829	GIN X863	GIN X897
GIN X762	GIN X796	GIN X830	GIN X864	GIN X898
GIN X763	GIN X797	GIN X831	GIN X865	GIN X899
GIN X764	GIN X798	GIN X832	GIN X866	GIN X900
GIN X765	GIN X799	GIN X833	GIN X867	GIN X901
GIN X766	GIN X800	GIN X834	GIN X868	GIN X902
GIN X767	GIN X801	GIN X835	GIN X869	GIN X903
GIN X768	GIN X802	GIN X836	GIN X870	GIN X904
GIN X769	GIN X803	GIN X837	GIN X871	GIN X905

GIN X906	GIN X940	GIN X974	GIN X1008	GIN X1042
GIN X907	GIN X941	GIN X975	GIN X1009	GIN X1043
GIN X908	GIN X942	GIN X976	GIN X1010	GIN X1044
GIN X909	GIN X943	GIN X977	GIN X1011	GIN X1045
GIN X910	GIN X944	GIN X978	GIN X1012	GIN X1046
GIN X911	GIN X945	GIN X979	GIN X1013	GIN X1047
GIN X912	GIN X946	GIN X980	GIN X1014	GIN X1048
GIN X913	GIN X947	GIN X981	GIN X1015	GIN X1049
GIN X914	GIN X948	GIN X982	GIN X1016	GIN X1050
GIN X915	GIN X949	GIN X983	GIN X1017	GIN X1051
GIN X916	GIN X950	GIN X984	GIN X1018	GIN X1052
GIN X917	GIN X951	GIN X985	GIN X1019	GIN X1053
GIN X918	GIN X952	GIN X986	GIN X1020	GIN X1054
GIN X919	GIN X953	GIN X987	GIN X1021	GIN X1055
GIN X920	GIN X954	GIN X988	GIN X1022	GIN X1056
GIN X921	GIN X955	GIN X989	GIN X1023	GIN X1057
GIN X922	GIN X956	GIN X990	GIN X1024	GIN X1058
GIN X923	GIN X957	GIN X991	GIN X1025	GIN X1059
GIN X924	GIN X958	GIN X992	GIN X1026	GIN X1060
GIN X925	GIN X959	GIN X993	GIN X1027	GIN X1061
GIN X926	GIN X960	GIN X994	GIN X1028	GIN X1062
GIN X927	GIN X961	GIN X995	GIN X1029	GIN X1063
GIN X928	GIN X962	GIN X996	GIN X1030	GIN X1064
GIN X929	GIN X963	GIN X997	GIN X1031	GIN X1065
GIN X930	GIN X964	GIN X998	GIN X1032	GIN X1066
GIN X931	GIN X965	GIN X999	GIN X1033	GIN X1067
GIN X932	GIN X966	GIN X1000	GIN X1034	GIN X1068
GIN X933	GIN X967	GIN X1001	GIN X1035	GIN X1069
GIN X934	GIN X968	GIN X1002	GIN X1036	GIN X1070
GIN X935	GIN X969	GIN X1003	GIN X1037	GIN X1071
GIN X936	GIN X970	GIN X1004	GIN X1038	GIN X1072
GIN X937	GIN X971	GIN X1005	GIN X1039	GIN X1073
GIN X938	GIN X972	GIN X1006	GIN X1040	GIN X1074
GIN X939	GIN X973	GIN X1007	GIN X1041	GIN X1075

GIN X1076	GIN X1110	GIN X1144	GIN X1178	GIN X1212
GIN X1077	GIN X1111	GIN X1145	GIN X1179	GIN X1213
GIN X1078	GIN X1112	GIN X1146	GIN X1180	GIN X1214
GIN X1079	GIN X1113	GIN X1147	GIN X1181	GIN X1215
GIN X1080	GIN X1114	GIN X1148	GIN X1182	GIN X1216
GIN X1081	GIN X1115	GIN X1149	GIN X1183	GIN X1217
GIN X1082	GIN X1116	GIN X1150	GIN X1184	GIN X1218
GIN X1083	GIN X1117	GIN X1151	GIN X1185	GIN X1219
GIN X1084	GIN X1118	GIN X1152	GIN X1186	GIN X1220
GIN X1085	GIN X1119	GIN X1153	GIN X1187	GIN X1221
GIN X1086	GIN X1120	GIN X1154	GIN X1188	GIN X1222
GIN X1087	GIN X1121	GIN X1155	GIN X1189	GIN X1223
GIN X1088	GIN X1122	GIN X1156	GIN X1190	GIN X1224
GIN X1089	GIN X1123	GIN X1157	GIN X1191	GIN X1225
GIN X1090	GIN X1124	GIN X1158	GIN X1192	GIN X1226
GIN X1091	GIN X1125	GIN X1159	GIN X1193	GIN X1227
GIN X1092	GIN X1126	GIN X1160	GIN X1194	GIN X1228
GIN X1093	GIN X1127	GIN X1161	GIN X1195	GIN X1229
GIN X1094	GIN X1128	GIN X1162	GIN X1196	GIN X1230
GIN X1095	GIN X1129	GIN X1163	GIN X1197	GIN X1231
GIN X1096	GIN X1130	GIN X1164	GIN X1198	GIN X1232
GIN X1097	GIN X1131	GIN X1165	GIN X1199	GIN X1233
GIN X1098	GIN X1132	GIN X1166	GIN X1200	GIN X1234
GIN X1099	GIN X1133	GIN X1167	GIN X1201	GIN X1235
GIN X1100	GIN X1134	GIN X1168	GIN X1202	GIN X1236
GIN X1101	GIN X1135	GIN X1169	GIN X1203	GIN X1237
GIN X1102	GIN X1136	GIN X1170	GIN X1204	GIN X1238
GIN X1103	GIN X1137	GIN X1171	GIN X1205	GIN X1239
GIN X1104	GIN X1138	GIN X1172	GIN X1206	GIN X1240
GIN X1105	GIN X1139	GIN X1173	GIN X1207	GIN X1241
GIN X1106	GIN X1140	GIN X1174	GIN X1208	GIN X1242
GIN X1107	GIN X1141	GIN X1175	GIN X1209	GIN X1243
GIN X1108	GIN X1142	GIN X1176	GIN X1210	GIN X1244
GIN X1109	GIN X1143	GIN X1177	GIN X1211	GIN X1245

GIN X1246	GIN X1280	GIN X1314	GIN X1348	GIN X1382
GIN X1247	GIN X1281	GIN X1315	GIN X1349	GIN X1383
GIN X1248	GIN X1282	GIN X1316	GIN X1350	GIN X1384
GIN X1249	GIN X1283	GIN X1317	GIN X1351	GIN X1385
GIN X1250	GIN X1284	GIN X1318	GIN X1352	GIN X1386
GIN X1251	GIN X1285	GIN X1319	GIN X1353	GIN X1387
GIN X1252	GIN X1286	GIN X1320	GIN X1354	GIN X1388
GIN X1253	GIN X1287	GIN X1321	GIN X1355	GIN X1389
GIN X1254	GIN X1288	GIN X1322	GIN X1356	GIN X1390
GIN X1255	GIN X1289	GIN X1323	GIN X1357	GIN X1391
GIN X1256	GIN X1290	GIN X1324	GIN X1358	GIN X1392
GIN X1257	GIN X1291	GIN X1325	GIN X1359	GIN X1393
GIN X1258	GIN X1292	GIN X1326	GIN X1360	GIN X1394
GIN X1259	GIN X1293	GIN X1327	GIN X1361	GIN X1395
GIN X1260	GIN X1294	GIN X1328	GIN X1362	GIN X1396
GIN X1261	GIN X1295	GIN X1329	GIN X1363	GIN X1397
GIN X1262	GIN X1296	GIN X1330	GIN X1364	GIN X1398
GIN X1263	GIN X1297	GIN X1331	GIN X1365	GIN X1399
GIN X1264	GIN X1298	GIN X1332	GIN X1366	GIN X1400
GIN X1265	GIN X1299	GIN X1333	GIN X1367	GIN X1401
GIN X1266	GIN X1300	GIN X1334	GIN X1368	GIN X1402
GIN X1267	GIN X1301	GIN X1335	GIN X1369	GIN X1403
GIN X1268	GIN X1302	GIN X1336	GIN X1370	GIN X1404
GIN X1269	GIN X1303	GIN X1337	GIN X1371	GIN X1405
GIN X1270	GIN X1304	GIN X1338	GIN X1372	GIN X1406
GIN X1271	GIN X1305	GIN X1339	GIN X1373	GIN X1407
GIN X1272	GIN X1306	GIN X1340	GIN X1374	GIN X1408
GIN X1273	GIN X1307	GIN X1341	GIN X1375	GIN X1409
GIN X1274	GIN X1308	GIN X1342	GIN X1376	GIN X1410
GIN X1275	GIN X1309	GIN X1343	GIN X1377	GIN X1411
GIN X1276	GIN X1310	GIN X1344	GIN X1378	GIN X1412
GIN X1277	GIN X1311	GIN X1345	GIN X1379	GIN X1413
GIN X1278	GIN X1312	GIN X1346	GIN X1380	GIN X1414
GIN X1279	GIN X1313	GIN X1347	GIN X1381	GIN X1415

GIN X1416	GIN X1450	GIN X1484	GIN X1518	GIN X1552
GIN X1417	GIN X1451	GIN X1485	GIN X1519	GIN X1553
GIN X1418	GIN X1452	GIN X1486	GIN X1520	GIN X1554
GIN X1419	GIN X1453	GIN X1487	GIN X1521	GIN X1555
GIN X1420	GIN X1454	GIN X1488	GIN X1522	GIN X1556
GIN X1421	GIN X1455	GIN X1489	GIN X1523	GIN X1557
GIN X1422	GIN X1456	GIN X1490	GIN X1524	GIN X1558
GIN X1423	GIN X1457	GIN X1491	GIN X1525	GIN X1559
GIN X1424	GIN X1458	GIN X1492	GIN X1526	GIN X1560
GIN X1425	GIN X1459	GIN X1493	GIN X1527	GIN X1561
GIN X1426	GIN X1460	GIN X1494	GIN X1528	GIN X1562
GIN X1427	GIN X1461	GIN X1495	GIN X1529	GIN X1563
GIN X1428	GIN X1462	GIN X1496	GIN X1530	GIN X1564
GIN X1429	GIN X1463	GIN X1497	GIN X1531	GIN X1565
GIN X1430	GIN X1464	GIN X1498	GIN X1532	GIN X1566
GIN X1431	GIN X1465	GIN X1499	GIN X1533	GIN X1567
GIN X1432	GIN X1466	GIN X1500	GIN X1534	GIN X1568
GIN X1433	GIN X1467	GIN X1501	GIN X1535	GIN X1569
GIN X1434	GIN X1468	GIN X1502	GIN X1536	GIN X1570
GIN X1435	GIN X1469	GIN X1503	GIN X1537	GIN X1571
GIN X1436	GIN X1470	GIN X1504	GIN X1538	GIN X1572
GIN X1437	GIN X1471	GIN X1505	GIN X1539	GIN X1573
GIN X1438	GIN X1472	GIN X1506	GIN X1540	GIN X1574
GIN X1439	GIN X1473	GIN X1507	GIN X1541	GIN X1575
GIN X1440	GIN X1474	GIN X1508	GIN X1542	GIN X1576
GIN X1441	GIN X1475	GIN X1509	GIN X1543	GIN X1577
GIN X1442	GIN X1476	GIN X1510	GIN X1544	GIN X1578
GIN X1443	GIN X1477	GIN X1511	GIN X1545	GIN X1579
GIN X1444	GIN X1478	GIN X1512	GIN X1546	GIN X1580
GIN X1445	GIN X1479	GIN X1513	GIN X1547	GIN X1581
GIN X1446	GIN X1480	GIN X1514	GIN X1548	GIN X1582
GIN X1447	GIN X1481	GIN X1515	GIN X1549	GIN X1583
GIN X1448	GIN X1482	GIN X1516	GIN X1550	GIN X1584
GIN X1449	GIN X1483	GIN X1517	GIN X1551	GIN X1585

GIN X1586	GIN X1620	GIN X1654	GIN X1688	GIN X1722
GIN X1587	GIN X1621	GIN X1655	GIN X1689	GIN X1723
GIN X1588	GIN X1622	GIN X1656	GIN X1690	GIN X1724
GIN X1589	GIN X1623	GIN X1657	GIN X1691	GIN X1725
GIN X1590	GIN X1624	GIN X1658	GIN X1692	GIN X1726
GIN X1591	GIN X1625	GIN X1659	GIN X1693	GIN X1727
GIN X1592	GIN X1626	GIN X1660	GIN X1694	GIN X1728
GIN X1593	GIN X1627	GIN X1661	GIN X1695	GIN X1729
GIN X1594	GIN X1628	GIN X1662	GIN X1696	GIN X1730
GIN X1595	GIN X1629	GIN X1663	GIN X1697	GIN X1731
GIN X1596	GIN X1630	GIN X1664	GIN X1698	GIN X1732
GIN X1597	GIN X1631	GIN X1665	GIN X1699	GIN X1733
GIN X1598	GIN X1632	GIN X1666	GIN X1700	GIN X1734
GIN X1599	GIN X1633	GIN X1667	GIN X1701	GIN X1735
GIN X1600	GIN X1634	GIN X1668	GIN X1702	GIN X1736
GIN X1601	GIN X1635	GIN X1669	GIN X1703	GIN X1737
GIN X1602	GIN X1636	GIN X1670	GIN X1704	GIN X1738
GIN X1603	GIN X1637	GIN X1671	GIN X1705	GIN X1739
GIN X1604	GIN X1638	GIN X1672	GIN X1706	GIN X1740
GIN X1605	GIN X1639	GIN X1673	GIN X1707	GIN X1741
GIN X1606	GIN X1640	GIN X1674	GIN X1708	GIN X1742
GIN X1607	GIN X1641	GIN X1675	GIN X1709	GIN X1743
GIN X1608	GIN X1642	GIN X1676	GIN X1710	GIN X1744
GIN X1609	GIN X1643	GIN X1677	GIN X1711	GIN X1745
GIN X1610	GIN X1644	GIN X1678	GIN X1712	GIN X1746
GIN X1611	GIN X1645	GIN X1679	GIN X1713	GIN X1747
GIN X1612	GIN X1646	GIN X1680	GIN X1714	GIN X1748
GIN X1613	GIN X1647	GIN X1681	GIN X1715	GIN X1749
GIN X1614	GIN X1648	GIN X1682	GIN X1716	GIN X1750
GIN X1615	GIN X1649	GIN X1683	GIN X1717	GIN X1751
GIN X1616	GIN X1650	GIN X1684	GIN X1718	GIN X1752
GIN X1617	GIN X1651	GIN X1685	GIN X1719	GIN X1753
GIN X1618	GIN X1652	GIN X1686	GIN X1720	GIN X1754
GIN X1619	GIN X1653	GIN X1687	GIN X1721	GIN X1755

GIN X1756	GIN X1790	GIN X1824	GIN X1858	GIN X1892
GIN X1757	GIN X1791	GIN X1825	GIN X1859	GIN X1893
GIN X1758	GIN X1792	GIN X1826	GIN X1860	GIN X1894
GIN X1759	GIN X1793	GIN X1827	GIN X1861	GIN X1895
GIN X1760	GIN X1794	GIN X1828	GIN X1862	GIN X1896
GIN X1761	GIN X1795	GIN X1829	GIN X1863	GIN X1897
GIN X1762	GIN X1796	GIN X1830	GIN X1864	GIN X1898
GIN X1763	GIN X1797	GIN X1831	GIN X1865	GIN X1899
GIN X1764	GIN X1798	GIN X1832	GIN X1866	GIN X1900
GIN X1765	GIN X1799	GIN X1833	GIN X1867	GIN X1901
GIN X1766	GIN X1800	GIN X1834	GIN X1868	GIN X1902
GIN X1767	GIN X1801	GIN X1835	GIN X1869	GIN X1903
GIN X1768	GIN X1802	GIN X1836	GIN X1870	GIN X1904
GIN X1769	GIN X1803	GIN X1837	GIN X1871	GIN X1905
GIN X1770	GIN X1804	GIN X1838	GIN X1872	GIN X1906
GIN X1771	GIN X1805	GIN X1839	GIN X1873	GIN X1907
GIN X1772	GIN X1806	GIN X1840	GIN X1874	GIN X1908
GIN X1773	GIN X1807	GIN X1841	GIN X1875	GIN X1909
GIN X1774	GIN X1808	GIN X1842	GIN X1876	GIN X1910
GIN X1775	GIN X1809	GIN X1843	GIN X1877	GIN X1911
GIN X1776	GIN X1810	GIN X1844	GIN X1878	GIN X1912
GIN X1777	GIN X1811	GIN X1845	GIN X1879	GIN X1913
GIN X1778	GIN X1812	GIN X1846	GIN X1880	GIN X1914
GIN X1779	GIN X1813	GIN X1847	GIN X1881	GIN X1915
GIN X1780	GIN X1814	GIN X1848	GIN X1882	GIN X1916
GIN X1781	GIN X1815	GIN X1849	GIN X1883	GIN X1917
GIN X1782	GIN X1816	GIN X1850	GIN X1884	GIN X1918
GIN X1783	GIN X1817	GIN X1851	GIN X1885	GIN X1919
GIN X1784	GIN X1818	GIN X1852	GIN X1886	GIN X1920
GIN X1785	GIN X1819	GIN X1853	GIN X1887	GIN X1921
GIN X1786	GIN X1820	GIN X1854	GIN X1888	GIN X1922
GIN X1787	GIN X1821	GIN X1855	GIN X1889	GIN X1923
GIN X1788	GIN X1822	GIN X1856	GIN X1890	GIN X1924
GIN X1789	GIN X1823	GIN X1857	GIN X1891	GIN X1925

GIN X1926	GIN X1960	GIN X1994	GIN X2028	GIN X2062
GIN X1927	GIN X1961	GIN X1995	GIN X2029	GIN X2063
GIN X1928	GIN X1962	GIN X1996	GIN X2030	GIN X2064
GIN X1929	GIN X1963	GIN X1997	GIN X2031	GIN X2065
GIN X1930	GIN X1964	GIN X1998	GIN X2032	GIN X2066
GIN X1931	GIN X1965	GIN X1999	GIN X2033	GIN X2067
GIN X1932	GIN X1966	GIN X2000	GIN X2034	GIN X2068
GIN X1933	GIN X1967	GIN X2001	GIN X2035	GIN X2069
GIN X1934	GIN X1968	GIN X2002	GIN X2036	GIN X2070
GIN X1935	GIN X1969	GIN X2003	GIN X2037	GIN X2071
GIN X1936	GIN X1970	GIN X2004	GIN X2038	GIN X2072
GIN X1937	GIN X1971	GIN X2005	GIN X2039	GIN X2073
GIN X1938	GIN X1972	GIN X2006	GIN X2040	GIN X2074
GIN X1939	GIN X1973	GIN X2007	GIN X2041	GIN X2075
GIN X1940	GIN X1974	GIN X2008	GIN X2042	GIN X2076
GIN X1941	GIN X1975	GIN X2009	GIN X2043	GIN X2077
GIN X1942	GIN X1976	GIN X2010	GIN X2044	GIN X2078
GIN X1943	GIN X1977	GIN X2011	GIN X2045	GIN X2079
GIN X1944	GIN X1978	GIN X2012	GIN X2046	GIN X2080
GIN X1945	GIN X1979	GIN X2013	GIN X2047	GIN X2081
GIN X1946	GIN X1980	GIN X2014	GIN X2048	GIN X2082
GIN X1947	GIN X1981	GIN X2015	GIN X2049	GIN X2083
GIN X1948	GIN X1982	GIN X2016	GIN X2050	GIN X2084
GIN X1949	GIN X1983	GIN X2017	GIN X2051	GIN X2085
GIN X1950	GIN X1984	GIN X2018	GIN X2052	GIN X2086
GIN X1951	GIN X1985	GIN X2019	GIN X2053	GIN X2087
GIN X1952	GIN X1986	GIN X2020	GIN X2054	GIN X2088
GIN X1953	GIN X1987	GIN X2021	GIN X2055	GIN X2089
GIN X1954	GIN X1988	GIN X2022	GIN X2056	GIN X2090
GIN X1955	GIN X1989	GIN X2023	GIN X2057	GIN X2091
GIN X1956	GIN X1990	GIN X2024	GIN X2058	GIN X2092
GIN X1957	GIN X1991	GIN X2025	GIN X2059	GIN X2093
GIN X1958	GIN X1992	GIN X2026	GIN X2060	GIN X2094
GIN X1959	GIN X1993	GIN X2027	GIN X2061	GIN X2095

GIN X2096	GIN X2109	GIN X2122	GIN X2135	GIN X2148
GIN X2097	GIN X2110	GIN X2123	GIN X2136	GIN X2149
GIN X2098	GIN X2111	GIN X2124	GIN X2137	GIN X2150
GIN X2099	GIN X2112	GIN X2125	GIN X2138	GIN X2151
GIN X2100	GIN X2113	GIN X2126	GIN X2139	GIN X2152
GIN X2101	GIN X2114	GIN X2127	GIN X2140	GIN X2153
GIN X2102	GIN X2115	GIN X2128	GIN X2141	GIN X2154
GIN X2103	GIN X2116	GIN X2129	GIN X2142	GIN X2155
GIN X2104	GIN X2117	GIN X2130	GIN X2143	GIN X2156
GIN X2105	GIN X2118	GIN X2131	GIN X2144	GIN X2157
GIN X2106	GIN X2119	GIN X2132	GIN X2145	GIN X2158
GIN X2107	GIN X2120	GIN X2133	GIN X2146	GIN X2159
GIN X2108	GIN X2121	GIN X2134	GIN X2147	GIN X2160

LINDO OPTİMİZASYON PROGRAMI İLE FİLO ATAMA MODELİNİN ÇÖZÜMÜ

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 732872.4

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST			
X2	1.000000	5940.040039	X90	1.000000	3862.199951
X9	1.000000	6743.879883	X92	1.000000	7620.209961
X14	1.000000	3857.639893	X97	1.000000	4566.339844
X19	1.000000	3101.830078	X103	1.000000	5923.990234
X22	1.000000	3237.060059	X110	1.000000	5572.859863
X28	1.000000	7905.770020	X115	1.000000	3574.560059
X33	1.000000	4135.029785	X119	1.000000	5873.959961
X37	1.000000	6672.509766	X125	1.000000	3584.770020
X43	1.000000	6228.100098	X130	1.000000	3851.760010
X47	1.000000	3802.219971	X134	1.000000	3024.100098
X53	1.000000	7471.180176	X137	1.000000	3546.570068
X59	1.000000	2847.820068	X145	1.000000	5167.819824
X62	1.000000	3390.149902	X149	1.000000	3465.919922
X67	1.000000	5707.319824	X153	1.000000	6600.229980
X73	1.000000	10917.610352	X157	1.000000	3580.810059
X79	1.000000	6155.479980	X165	1.000000	6548.750000
X83	1.000000	4399.959961	X167	1.000000	3534.389893

X172	1.000000	3156.800049	X348	1.000000	5863.799805
X177	1.000000	3733.409912	X354	1.000000	2757.860107
X184	1.000000	7299.899902	X360	1.000000	5523.810059
X188	1.000000	13839.919922	X362	1.000000	5930.640137
X195	1.000000	4030.899902	X368	1.000000	4270.509766
X197	1.000000	5926.890137	X372	1.000000	3783.139893
X203	1.000000	6514.870117	X377	1.000000	3866.459961
X208	1.000000	11386.809570	X384	1.000000	5130.040039
X215	1.000000	6767.859863	X388	1.000000	3911.050049
X220	1.000000	9610.750000	X394	1.000000	2904.340088
X222	1.000000	3272.090088	X399	1.000000	3128.310059
X227	1.000000	3108.590088	X402	1.000000	3183.790039
X232	1.000000	3195.330078	X408	1.000000	15167.099609
X239	1.000000	3395.590088	X415	1.000000	6779.560059
X242	1.000000	7653.229980	X420	1.000000	8527.169922
X247	1.000000	4466.740234	X423	1.000000	7786.540039
X252	1.000000	3277.070068	X426	1.000000	2944.860107
X257	1.000000	6593.069824	X434	1.000000	2725.580078
X264	1.000000	3155.830078	X439	1.000000	3584.889893
X267	1.000000	3147.719971	X442	1.000000	3262.159912
X274	1.000000	3105.149902	X450	1.000000	3625.939941
X279	1.000000	2855.929932	X452	1.000000	6376.250000
X282	1.000000	8112.069824	X457	1.000000	5881.620117
X289	1.000000	5301.220215	X464	1.000000	3342.209961
X294	1.000000	3347.639893	X468	1.000000	3943.080078
X299	1.000000	3128.850098	X474	1.000000	3157.120117
X303	1.000000	13424.490234	X480	1.000000	3921.810059
X309	1.000000	8871.759766	X483	1.000000	8525.400391
X314	1.000000	3963.699951	X490	1.000000	7815.129883
X316	1.000000	2486.260010	X495	1.000000	3843.419922
X323	1.000000	11920.259766	X500	1.000000	7692.250000
X327	1.000000	8034.810059	X502	1.000000	3152.320068
X334	1.000000	2844.820068	X507	1.000000	3921.949951
X337	1.000000	3198.699951	X513	1.000000	3981.050049
X344	1.000000	2845.429932	X520	1.000000	5344.390137

X522	1.000000	3277.070068	X697	1.000000	6772.549805
X527	1.000000	5407.160156	X702	1.000000	5603.500000
X535	1.000000	3777.500000	X707	1.000000	3147.639893
X539	1.000000	2939.320068	X714	1.000000	2871.840088
X542	1.000000	3165.719971	X719	1.000000	3363.159912
X548	1.000000	3982.159912	X737	3.000000	0.000000
X552	1.000000	5647.000000	X738	3.000000	0.000000
X558	1.000000	4539.580078	X739	4.000000	0.000000
X564	1.000000	5284.589844	X740	3.000000	0.000000
X569	1.000000	3312.169922	X741	3.000000	0.000000
X575	1.000000	8666.040039	X742	2.000000	0.000000
X579	1.000000	6957.600098	X743	2.000000	0.000000
X584	1.000000	3080.830078	X744	1.000000	0.000000
X587	1.000000	3399.330078	X745	1.000000	0.000000
X592	1.000000	3364.600098	X747	1.000000	0.000000
X600	1.000000	3633.780029	X748	1.000000	0.000000
X602	1.000000	7079.830078	X749	2.000000	0.000000
X607	1.000000	5583.879883	X750	2.000000	0.000000
X612	1.000000	5035.959961	X751	3.000000	0.000000
X618	1.000000	4453.990234	X752	4.000000	0.000000
X622	1.000000	3369.439941	X753	1.000000	0.000000
X627	1.000000	5865.310059	X757	1.000000	0.000000
X632	1.000000	3258.540039	X758	1.000000	0.000000
X637	1.000000	3383.850098	X759	1.000000	0.000000
X644	1.000000	5354.259766	X760	1.000000	0.000000
X650	1.000000	3948.699951	X761	1.000000	0.000000
X652	1.000000	3294.120117	X762	1.000000	0.000000
X659	1.000000	2848.860107	X763	1.000000	0.000000
X662	1.000000	9119.000000	X764	1.000000	0.000000
X670	1.000000	4236.310059	X765	1.000000	0.000000
X673	1.000000	5783.470215	X766	1.000000	0.000000
X677	1.000000	5106.129883	X767	1.000000	0.000000
X684	1.000000	3078.800049	X768	1.000000	0.000000
X687	1.000000	6095.629883	X775	1.000000	0.000000
X693	1.000000	8840.299805	X776	1.000000	0.000000

X777	2.000000	0.000000	X872	2.000000	0.000000
X778	2.000000	0.000000	X873	3.000000	0.000000
X779	2.000000	0.000000	X874	3.000000	0.000000
X780	1.000000	0.000000	X875	3.000000	0.000000
X781	1.000000	0.000000	X876	3.000000	0.000000
X817	1.000000	0.000000	X877	1.000000	0.000000
X818	1.000000	0.000000	X878	1.000000	0.000000
X819	1.000000	0.000000	X879	2.000000	0.000000
X820	1.000000	0.000000	X880	2.000000	0.000000
X821	1.000000	0.000000	X881	2.000000	0.000000
X839	2.000000	0.000000	X882	2.000000	0.000000
X840	1.000000	0.000000	X883	2.000000	0.000000
X841	1.000000	0.000000	X884	2.000000	0.000000
X842	1.000000	0.000000	X885	2.000000	0.000000
X843	1.000000	0.000000	X886	2.000000	0.000000
X844	1.000000	0.000000	X887	2.000000	0.000000
X846	1.000000	0.000000	X888	2.000000	0.000000
X847	2.000000	0.000000	X889	2.000000	0.000000
X848	1.000000	0.000000	X890	2.000000	0.000000
X851	1.000000	0.000000	X891	2.000000	0.000000
X852	1.000000	0.000000	X892	2.000000	0.000000
X853	1.000000	0.000000	X893	2.000000	0.000000
X859	1.000000	0.000000	X894	1.000000	0.000000
X860	1.000000	0.000000	X895	1.000000	0.000000
X861	2.000000	0.000000	X906	1.000000	0.000000
X862	2.000000	0.000000	X907	1.000000	0.000000
X863	3.000000	0.000000	X908	1.000000	0.000000
X864	3.000000	0.000000	X909	1.000000	0.000000
X865	3.000000	0.000000	X910	1.000000	0.000000
X866	2.000000	0.000000	X911	1.000000	0.000000
X867	2.000000	0.000000	X912	1.000000	0.000000
X868	2.000000	0.000000	X913	1.000000	0.000000
X869	2.000000	0.000000	X914	1.000000	0.000000
X870	2.000000	0.000000	X915	2.000000	0.000000
X871	1.000000	0.000000	X916	2.000000	0.000000

X917	2.000000	0.000000	X955	2.000000	0.000000
X918	2.000000	0.000000	X956	1.000000	0.000000
X919	2.000000	0.000000	X958	1.000000	0.000000
X920	2.000000	0.000000	X959	1.000000	0.000000
X921	2.000000	0.000000	X960	1.000000	0.000000
X922	2.000000	0.000000	X961	1.000000	0.000000
X923	2.000000	0.000000	X962	1.000000	0.000000
X924	2.000000	0.000000	X963	1.000000	0.000000
X925	2.000000	0.000000	X964	1.000000	0.000000
X926	1.000000	0.000000	X965	1.000000	0.000000
X927	1.000000	0.000000	X966	1.000000	0.000000
X929	1.000000	0.000000	X967	1.000000	0.000000
X930	1.000000	0.000000	X968	1.000000	0.000000
X931	1.000000	0.000000	X969	1.000000	0.000000
X932	1.000000	0.000000	X970	1.000000	0.000000
X933	2.000000	0.000000	X971	1.000000	0.000000
X934	2.000000	0.000000	X972	1.000000	0.000000
X935	2.000000	0.000000	X973	1.000000	0.000000
X936	2.000000	0.000000	X974	1.000000	0.000000
X937	2.000000	0.000000	X975	1.000000	0.000000
X938	1.000000	0.000000	X976	1.000000	0.000000
X939	1.000000	0.000000	X977	1.000000	0.000000
X940	1.000000	0.000000	X978	2.000000	0.000000
X941	1.000000	0.000000	X979	3.000000	0.000000
X942	1.000000	0.000000	X980	3.000000	0.000000
X943	1.000000	0.000000	X981	2.000000	0.000000
X944	1.000000	0.000000	X982	2.000000	0.000000
X946	1.000000	0.000000	X983	2.000000	0.000000
X947	1.000000	0.000000	X984	2.000000	0.000000
X948	1.000000	0.000000	X985	2.000000	0.000000
X949	1.000000	0.000000	X986	2.000000	0.000000
X951	1.000000	0.000000	X987	2.000000	0.000000
X952	2.000000	0.000000	X988	2.000000	0.000000
X953	2.000000	0.000000	X989	2.000000	0.000000
X954	2.000000	0.000000	X990	2.000000	0.000000

X1007	1.000000	0.000000	X1068	1.000000	0.000000
X1008	1.000000	0.000000	X1069	2.000000	0.000000
X1009	1.000000	0.000000	X1070	2.000000	0.000000
X1010	1.000000	0.000000	X1075	1.000000	0.000000
X1016	1.000000	0.000000	X1076	1.000000	0.000000
X1017	1.000000	0.000000	X1077	1.000000	0.000000
X1018	1.000000	0.000000	X1087	1.000000	0.000000
X1019	1.000000	0.000000	X1089	1.000000	0.000000
X1020	1.000000	0.000000	X1090	1.000000	0.000000
X1021	1.000000	0.000000	X1097	1.000000	0.000000
X1022	1.000000	0.000000	X1109	1.000000	0.000000
X1023	1.000000	0.000000	X1110	1.000000	0.000000
X1036	1.000000	0.000000	X1112	1.000000	0.000000
X1037	1.000000	0.000000	X1113	1.000000	0.000000
X1038	1.000000	0.000000	X1114	1.000000	0.000000
X1042	1.000000	0.000000	X1116	1.000000	0.000000
X1043	1.000000	0.000000	X1126	1.000000	0.000000
X1044	2.000000	0.000000	X1127	1.000000	0.000000
X1045	1.000000	0.000000	X1128	1.000000	0.000000
X1046	2.000000	0.000000	X1129	1.000000	0.000000
X1047	2.000000	0.000000	X1130	1.000000	0.000000
X1048	2.000000	0.000000	X1131	1.000000	0.000000
X1049	1.000000	0.000000	X1132	1.000000	0.000000
X1050	1.000000	0.000000	X1133	1.000000	0.000000
X1054	1.000000	0.000000	X1134	1.000000	0.000000
X1055	2.000000	0.000000	X1135	1.000000	0.000000
X1056	2.000000	0.000000	X1136	1.000000	0.000000
X1057	1.000000	0.000000	X1138	1.000000	0.000000
X1058	1.000000	0.000000	X1139	1.000000	0.000000
X1059	1.000000	0.000000	X1140	1.000000	0.000000
X1060	1.000000	0.000000	X1141	3.000000	0.000000
X1061	1.000000	0.000000	X1142	3.000000	0.000000
X1062	1.000000	0.000000	X1143	3.000000	0.000000
X1066	1.000000	0.000000	X1144	3.000000	0.000000
X1067	1.000000	0.000000	X1145	3.000000	0.000000

X1146	3.000000	0.000000	X1196	1.000000	0.000000
X1147	1.000000	0.000000	X1197	1.000000	0.000000
X1148	1.000000	0.000000	X1198	1.000000	0.000000
X1152	1.000000	0.000000	X1199	1.000000	0.000000
X1156	1.000000	0.000000	X1200	1.000000	0.000000
X1157	1.000000	0.000000	X1201	1.000000	0.000000
X1158	1.000000	0.000000	X1202	1.000000	0.000000
X1166	1.000000	0.000000	X1203	1.000000	0.000000
X1167	1.000000	0.000000	X1204	1.000000	0.000000
X1168	1.000000	0.000000	X1205	1.000000	0.000000
X1171	1.000000	0.000000	X1206	1.000000	0.000000
X1172	1.000000	0.000000	X1207	1.000000	0.000000
X1173	1.000000	0.000000	X1208	1.000000	0.000000
X1174	1.000000	0.000000	X1209	1.000000	0.000000
X1175	1.000000	0.000000	X1210	1.000000	0.000000
X1176	1.000000	0.000000	X1211	1.000000	0.000000
X1177	1.000000	0.000000	X1212	1.000000	0.000000
X1178	1.000000	0.000000	X1213	1.000000	0.000000
X1179	1.000000	0.000000	X1214	1.000000	0.000000
X1180	1.000000	0.000000	X1215	1.000000	0.000000
X1181	1.000000	0.000000	X1216	1.000000	0.000000
X1182	1.000000	0.000000	X1217	1.000000	0.000000
X1183	1.000000	0.000000	X1218	1.000000	0.000000
X1184	1.000000	0.000000	X1219	1.000000	0.000000
X1185	1.000000	0.000000	X1220	1.000000	0.000000
X1186	1.000000	0.000000	X1221	1.000000	0.000000
X1187	1.000000	0.000000	X1222	1.000000	0.000000
X1188	1.000000	0.000000	X1223	1.000000	0.000000
X1189	1.000000	0.000000	X1224	1.000000	0.000000
X1190	1.000000	0.000000	X1225	1.000000	0.000000
X1191	1.000000	0.000000	X1261	1.000000	0.000000
X1192	1.000000	0.000000	X1262	1.000000	0.000000
X1193	1.000000	0.000000	X1263	1.000000	0.000000
X1194	1.000000	0.000000	X1264	1.000000	0.000000
X1195	1.000000	0.000000	X1265	1.000000	0.000000

X1266	1.000000	0.000000	X1301	1.000000	0.000000
X1267	1.000000	0.000000	X1302	1.000000	0.000000
X1268	1.000000	0.000000	X1303	1.000000	0.000000
X1269	1.000000	0.000000	X1304	1.000000	0.000000
X1270	1.000000	0.000000	X1305	1.000000	0.000000
X1271	1.000000	0.000000	X1306	1.000000	0.000000
X1272	1.000000	0.000000	X1307	1.000000	0.000000
X1273	1.000000	0.000000	X1308	1.000000	0.000000
X1274	1.000000	0.000000	X1309	1.000000	0.000000
X1275	1.000000	0.000000	X1310	1.000000	0.000000
X1276	1.000000	0.000000	X1311	1.000000	0.000000
X1277	1.000000	0.000000	X1312	1.000000	0.000000
X1278	1.000000	0.000000	X1313	1.000000	0.000000
X1279	1.000000	0.000000	X1314	1.000000	0.000000
X1280	1.000000	0.000000	X1315	3.000000	0.000000
X1281	1.000000	0.000000	X1316	3.000000	0.000000
X1282	1.000000	0.000000	X1317	3.000000	0.000000
X1283	1.000000	0.000000	X1318	3.000000	0.000000
X1284	1.000000	0.000000	X1319	4.000000	0.000000
X1285	1.000000	0.000000	X1320	4.000000	0.000000
X1286	1.000000	0.000000	X1321	4.000000	0.000000
X1287	1.000000	0.000000	X1322	4.000000	0.000000
X1288	1.000000	0.000000	X1323	3.000000	0.000000
X1289	1.000000	0.000000	X1324	3.000000	0.000000
X1290	1.000000	0.000000	X1325	3.000000	0.000000
X1291	1.000000	0.000000	X1326	3.000000	0.000000
X1292	1.000000	0.000000	X1327	2.000000	0.000000
X1293	1.000000	0.000000	X1328	1.000000	0.000000
X1294	1.000000	0.000000	X1329	2.000000	0.000000
X1295	1.000000	0.000000	X1330	2.000000	0.000000
X1296	1.000000	0.000000	X1331	2.000000	0.000000
X1297	1.000000	0.000000	X1332	3.000000	0.000000
X1298	1.000000	0.000000	X1333	3.000000	0.000000
X1299	1.000000	0.000000	X1334	3.000000	0.000000
X1300	1.000000	0.000000	X1335	2.000000	0.000000

X1336	3.000000	0.000000	X1373	7.000000	0.000000
X1337	3.000000	0.000000	X1374	8.000000	0.000000
X1338	3.000000	0.000000	X1375	7.000000	0.000000
X1339	3.000000	0.000000	X1376	8.000000	0.000000
X1340	2.000000	0.000000	X1377	8.000000	0.000000
X1341	2.000000	0.000000	X1378	8.000000	0.000000
X1342	2.000000	0.000000	X1379	8.000000	0.000000
X1343	2.000000	0.000000	X1380	8.000000	0.000000
X1344	2.000000	0.000000	X1381	8.000000	0.000000
X1345	2.000000	0.000000	X1382	8.000000	0.000000
X1346	1.000000	0.000000	X1383	8.000000	0.000000
X1347	1.000000	0.000000	X1384	7.000000	0.000000
X1348	1.000000	0.000000	X1385	8.000000	0.000000
X1349	1.000000	0.000000	X1386	7.000000	0.000000
X1350	1.000000	0.000000	X1387	7.000000	0.000000
X1353	1.000000	0.000000	X1388	7.000000	0.000000
X1354	2.000000	0.000000	X1389	7.000000	0.000000
X1355	2.000000	0.000000	X1390	7.000000	0.000000
X1356	3.000000	0.000000	X1391	6.000000	0.000000
X1357	3.000000	0.000000	X1392	6.000000	0.000000
X1358	2.000000	0.000000	X1393	7.000000	0.000000
X1359	2.000000	0.000000	X1394	7.000000	0.000000
X1360	3.000000	0.000000	X1395	7.000000	0.000000
X1361	4.000000	0.000000	X1396	6.000000	0.000000
X1362	4.000000	0.000000	X1397	6.000000	0.000000
X1363	4.000000	0.000000	X1398	6.000000	0.000000
X1364	4.000000	0.000000	X1399	6.000000	0.000000
X1365	4.000000	0.000000	X1400	6.000000	0.000000
X1366	5.000000	0.000000	X1401	5.000000	0.000000
X1367	6.000000	0.000000	X1402	5.000000	0.000000
X1368	7.000000	0.000000	X1403	5.000000	0.000000
X1369	7.000000	0.000000	X1404	5.000000	0.000000
X1370	7.000000	0.000000	X1405	5.000000	0.000000
X1371	7.000000	0.000000	X1406	5.000000	0.000000
X1372	7.000000	0.000000	X1407	5.000000	0.000000

X1408	5.000000	0.000000	X1443	5.000000	0.000000
X1409	5.000000	0.000000	X1444	5.000000	0.000000
X1410	5.000000	0.000000	X1445	6.000000	0.000000
X1411	4.000000	0.000000	X1446	6.000000	0.000000
X1412	4.000000	0.000000	X1447	6.000000	0.000000
X1413	4.000000	0.000000	X1448	5.000000	0.000000
X1414	4.000000	0.000000	X1449	5.000000	0.000000
X1415	4.000000	0.000000	X1450	4.000000	0.000000
X1416	5.000000	0.000000	X1451	4.000000	0.000000
X1417	4.000000	0.000000	X1452	3.000000	0.000000
X1418	4.000000	0.000000	X1453	2.000000	0.000000
X1419	3.000000	0.000000	X1454	1.000000	0.000000
X1420	2.000000	0.000000	X1455	1.000000	0.000000
X1421	3.000000	0.000000	X1456	1.000000	0.000000
X1422	3.000000	0.000000	X1457	1.000000	0.000000
X1423	4.000000	0.000000	X1458	2.000000	0.000000
X1424	4.000000	0.000000	X1459	1.000000	0.000000
X1425	4.000000	0.000000	X1460	1.000000	0.000000
X1426	3.000000	0.000000	X1461	1.000000	0.000000
X1427	3.000000	0.000000	X1462	1.000000	0.000000
X1428	3.000000	0.000000	X1463	1.000000	0.000000
X1429	3.000000	0.000000	X1465	1.000000	0.000000
X1430	3.000000	0.000000	X1466	1.000000	0.000000
X1431	3.000000	0.000000	X1467	1.000000	0.000000
X1432	2.000000	0.000000	X1468	1.000000	0.000000
X1433	2.000000	0.000000	X1477	1.000000	0.000000
X1434	3.000000	0.000000	X1478	1.000000	0.000000
X1435	2.000000	0.000000	X1479	1.000000	0.000000
X1436	2.000000	0.000000	X1480	1.000000	0.000000
X1437	2.000000	0.000000	X1481	2.000000	0.000000
X1438	3.000000	0.000000	X1482	2.000000	0.000000
X1439	4.000000	0.000000	X1483	1.000000	0.000000
X1440	3.000000	0.000000	X1484	1.000000	0.000000
X1441	3.000000	0.000000	X1485	1.000000	0.000000
X1442	4.000000	0.000000	X1486	1.000000	0.000000

X1487	2.000000	0.000000	X1522	3.000000	0.000000
X1488	3.000000	0.000000	X1523	2.000000	0.000000
X1489	3.000000	0.000000	X1524	2.000000	0.000000
X1490	3.000000	0.000000	X1525	2.000000	0.000000
X1491	3.000000	0.000000	X1526	2.000000	0.000000
X1492	2.000000	0.000000	X1527	2.000000	0.000000
X1493	2.000000	0.000000	X1528	2.000000	0.000000
X1494	2.000000	0.000000	X1529	2.000000	0.000000
X1495	2.000000	0.000000	X1530	2.000000	0.000000
X1496	2.000000	0.000000	X1531	2.000000	0.000000
X1497	2.000000	0.000000	X1532	3.000000	0.000000
X1498	2.000000	0.000000	X1533	3.000000	0.000000
X1499	2.000000	0.000000	X1534	3.000000	0.000000
X1500	2.000000	0.000000	X1535	3.000000	0.000000
X1501	3.000000	0.000000	X1536	4.000000	0.000000
X1502	3.000000	0.000000	X1537	4.000000	0.000000
X1503	3.000000	0.000000	X1538	3.000000	0.000000
X1504	3.000000	0.000000	X1539	3.000000	0.000000
X1505	3.000000	0.000000	X1540	3.000000	0.000000
X1506	3.000000	0.000000	X1541	4.000000	0.000000
X1507	3.000000	0.000000	X1542	4.000000	0.000000
X1508	3.000000	0.000000	X1543	4.000000	0.000000
X1509	4.000000	0.000000	X1544	4.000000	0.000000
X1510	4.000000	0.000000	X1545	4.000000	0.000000
X1511	4.000000	0.000000	X1546	3.000000	0.000000
X1512	4.000000	0.000000	X1547	3.000000	0.000000
X1513	4.000000	0.000000	X1548	3.000000	0.000000
X1514	4.000000	0.000000	X1549	3.000000	0.000000
X1515	4.000000	0.000000	X1550	3.000000	0.000000
X1516	4.000000	0.000000	X1551	2.000000	0.000000
X1517	3.000000	0.000000	X1552	3.000000	0.000000
X1518	3.000000	0.000000	X1553	3.000000	0.000000
X1519	3.000000	0.000000	X1554	3.000000	0.000000
X1520	3.000000	0.000000	X1555	3.000000	0.000000
X1521	3.000000	0.000000	X1556	2.000000	0.000000

X1557	2.000000	0.000000	X1592	2.000000	0.000000
X1558	2.000000	0.000000	X1593	2.000000	0.000000
X1559	2.000000	0.000000	X1594	2.000000	0.000000
X1560	2.000000	0.000000	X1595	1.000000	0.000000
X1561	2.000000	0.000000	X1596	1.000000	0.000000
X1562	2.000000	0.000000	X1597	1.000000	0.000000
X1563	2.000000	0.000000	X1598	1.000000	0.000000
X1564	2.000000	0.000000	X1599	1.000000	0.000000
X1565	2.000000	0.000000	X1600	1.000000	0.000000
X1566	1.000000	0.000000	X1601	1.000000	0.000000
X1567	1.000000	0.000000	X1602	1.000000	0.000000
X1568	1.000000	0.000000	X1603	7.000000	0.000000
X1569	1.000000	0.000000	X1604	8.000000	0.000000
X1570	1.000000	0.000000	X1605	9.000000	0.000000
X1571	1.000000	0.000000	X1606	10.000000	0.000000
X1572	1.000000	0.000000	X1607	10.000000	0.000000
X1573	2.000000	0.000000	X1608	10.000000	0.000000
X1574	2.000000	0.000000	X1609	10.000000	0.000000
X1575	2.000000	0.000000	X1610	9.000000	0.000000
X1576	2.000000	0.000000	X1611	9.000000	0.000000
X1577	2.000000	0.000000	X1612	8.000000	0.000000
X1578	2.000000	0.000000	X1613	8.000000	0.000000
X1579	2.000000	0.000000	X1614	8.000000	0.000000
X1580	2.000000	0.000000	X1615	8.000000	0.000000
X1581	2.000000	0.000000	X1616	8.000000	0.000000
X1582	2.000000	0.000000	X1617	8.000000	0.000000
X1583	2.000000	0.000000	X1618	8.000000	0.000000
X1584	2.000000	0.000000	X1619	7.000000	0.000000
X1585	2.000000	0.000000	X1620	7.000000	0.000000
X1586	2.000000	0.000000	X1621	7.000000	0.000000
X1587	2.000000	0.000000	X1622	6.000000	0.000000
X1588	3.000000	0.000000	X1623	6.000000	0.000000
X1589	3.000000	0.000000	X1624	6.000000	0.000000
X1590	3.000000	0.000000	X1625	6.000000	0.000000
X1591	2.000000	0.000000	X1626	5.000000	0.000000

X1627	5.000000	0.000000	X1669	2.000000	0.000000
X1628	5.000000	0.000000	X1670	3.000000	0.000000
X1629	5.000000	0.000000	X1671	4.000000	0.000000
X1630	5.000000	0.000000	X1672	4.000000	0.000000
X1631	5.000000	0.000000	X1673	4.000000	0.000000
X1632	5.000000	0.000000	X1674	4.000000	0.000000
X1633	5.000000	0.000000	X1675	3.000000	0.000000
X1634	5.000000	0.000000	X1676	3.000000	0.000000
X1635	4.000000	0.000000	X1677	3.000000	0.000000
X1636	4.000000	0.000000	X1678	2.000000	0.000000
X1637	4.000000	0.000000	X1679	2.000000	0.000000
X1638	4.000000	0.000000	X1680	2.000000	0.000000
X1639	4.000000	0.000000	X1681	2.000000	0.000000
X1640	3.000000	0.000000	X1682	2.000000	0.000000
X1641	3.000000	0.000000	X1683	1.000000	0.000000
X1642	3.000000	0.000000	X1684	1.000000	0.000000
X1643	3.000000	0.000000	X1685	1.000000	0.000000
X1644	3.000000	0.000000	X1686	2.000000	0.000000
X1645	3.000000	0.000000	X1687	2.000000	0.000000
X1646	3.000000	0.000000	X1688	2.000000	0.000000
X1647	2.000000	0.000000	X1689	2.000000	0.000000
X1648	2.000000	0.000000	X1690	2.000000	0.000000
X1649	2.000000	0.000000	X1691	2.000000	0.000000
X1650	2.000000	0.000000	X1692	2.000000	0.000000
X1651	1.000000	0.000000	X1693	2.000000	0.000000
X1659	1.000000	0.000000	X1694	3.000000	0.000000
X1660	2.000000	0.000000	X1695	3.000000	0.000000
X1661	2.000000	0.000000	X1696	3.000000	0.000000
X1662	2.000000	0.000000	X1697	3.000000	0.000000
X1663	2.000000	0.000000	X1698	3.000000	0.000000
X1664	2.000000	0.000000	X1699	3.000000	0.000000
X1665	3.000000	0.000000	X1700	3.000000	0.000000
X1666	2.000000	0.000000	X1701	4.000000	0.000000
X1667	2.000000	0.000000	X1702	5.000000	0.000000
X1668	1.000000	0.000000	X1703	5.000000	0.000000

X1704	5.000000	0.000000	X1739	8.000000	0.000000
X1705	5.000000	0.000000	X1740	8.000000	0.000000
X1706	4.000000	0.000000	X1741	8.000000	0.000000
X1707	4.000000	0.000000	X1742	8.000000	0.000000
X1708	4.000000	0.000000	X1743	7.000000	0.000000
X1709	4.000000	0.000000	X1744	6.000000	0.000000
X1710	4.000000	0.000000	X1745	7.000000	0.000000
X1711	4.000000	0.000000	X1746	7.000000	0.000000
X1712	4.000000	0.000000	X1747	3.000000	0.000000
X1713	4.000000	0.000000	X1748	3.000000	0.000000
X1714	4.000000	0.000000	X1749	3.000000	0.000000
X1715	4.000000	0.000000	X1750	3.000000	0.000000
X1716	4.000000	0.000000	X1751	3.000000	0.000000
X1717	4.000000	0.000000	X1752	3.000000	0.000000
X1718	5.000000	0.000000	X1753	3.000000	0.000000
X1719	6.000000	0.000000	X1754	3.000000	0.000000
X1720	6.000000	0.000000	X1755	3.000000	0.000000
X1721	7.000000	0.000000	X1756	3.000000	0.000000
X1722	7.000000	0.000000	X1757	3.000000	0.000000
X1723	7.000000	0.000000	X1758	2.000000	0.000000
X1724	7.000000	0.000000	X1759	2.000000	0.000000
X1725	8.000000	0.000000	X1760	2.000000	0.000000
X1726	8.000000	0.000000	X1761	2.000000	0.000000
X1727	8.000000	0.000000	X1762	1.000000	0.000000
X1728	8.000000	0.000000	X1763	1.000000	0.000000
X1729	7.000000	0.000000	X1764	1.000000	0.000000
X1730	7.000000	0.000000	X1765	1.000000	0.000000
X1731	7.000000	0.000000	X1766	1.000000	0.000000
X1732	7.000000	0.000000	X1767	1.000000	0.000000
X1733	7.000000	0.000000	X1768	1.000000	0.000000
X1734	7.000000	0.000000	X1769	1.000000	0.000000
X1735	7.000000	0.000000	X1770	1.000000	0.000000
X1736	7.000000	0.000000	X1771	1.000000	0.000000
X1737	8.000000	0.000000	X1772	1.000000	0.000000
X1738	8.000000	0.000000	X1774	1.000000	0.000000

X1775	1.000000	0.000000	X1810	7.000000	0.000000
X1776	1.000000	0.000000	X1811	7.000000	0.000000
X1777	2.000000	0.000000	X1812	7.000000	0.000000
X1778	2.000000	0.000000	X1813	7.000000	0.000000
X1779	2.000000	0.000000	X1814	7.000000	0.000000
X1780	2.000000	0.000000	X1815	7.000000	0.000000
X1781	3.000000	0.000000	X1816	7.000000	0.000000
X1782	4.000000	0.000000	X1817	7.000000	0.000000
X1783	4.000000	0.000000	X1818	7.000000	0.000000
X1784	4.000000	0.000000	X1819	7.000000	0.000000
X1785	4.000000	0.000000	X1820	7.000000	0.000000
X1786	4.000000	0.000000	X1821	8.000000	0.000000
X1787	5.000000	0.000000	X1822	8.000000	0.000000
X1788	5.000000	0.000000	X1823	8.000000	0.000000
X1789	5.000000	0.000000	X1824	8.000000	0.000000
X1790	5.000000	0.000000	X1825	8.000000	0.000000
X1791	5.000000	0.000000	X1826	8.000000	0.000000
X1792	5.000000	0.000000	X1827	8.000000	0.000000
X1793	5.000000	0.000000	X1828	8.000000	0.000000
X1794	6.000000	0.000000	X1829	8.000000	0.000000
X1795	6.000000	0.000000	X1830	8.000000	0.000000
X1796	6.000000	0.000000	X1831	9.000000	0.000000
X1797	6.000000	0.000000	X1832	8.000000	0.000000
X1798	6.000000	0.000000	X1833	8.000000	0.000000
X1799	6.000000	0.000000	X1834	8.000000	0.000000
X1800	6.000000	0.000000	X1835	7.000000	0.000000
X1801	7.000000	0.000000	X1836	8.000000	0.000000
X1802	7.000000	0.000000	X1837	8.000000	0.000000
X1803	7.000000	0.000000	X1838	8.000000	0.000000
X1804	7.000000	0.000000	X1839	8.000000	0.000000
X1805	7.000000	0.000000	X1840	8.000000	0.000000
X1806	7.000000	0.000000	X1841	7.000000	0.000000
X1807	7.000000	0.000000	X1842	6.000000	0.000000
X1808	7.000000	0.000000	X1843	6.000000	0.000000
X1809	7.000000	0.000000	X1844	6.000000	0.000000

X1845	6.000000	0.000000	X1880	3.000000	0.000000
X1846	6.000000	0.000000	X1881	3.000000	0.000000
X1847	5.000000	0.000000	X1882	3.000000	0.000000
X1848	5.000000	0.000000	X1883	3.000000	0.000000
X1849	5.000000	0.000000	X1884	3.000000	0.000000
X1850	5.000000	0.000000	X1885	3.000000	0.000000
X1851	5.000000	0.000000	X1886	3.000000	0.000000
X1852	5.000000	0.000000	X1887	3.000000	0.000000
X1853	5.000000	0.000000	X1888	3.000000	0.000000
X1854	5.000000	0.000000	X1889	3.000000	0.000000
X1855	5.000000	0.000000	X1890	3.000000	0.000000
X1856	6.000000	0.000000	X1917	3.000000	0.000000
X1857	5.000000	0.000000	X1918	2.000000	0.000000
X1858	5.000000	0.000000	X1919	2.000000	0.000000
X1859	4.000000	0.000000	X1920	2.000000	0.000000
X1860	5.000000	0.000000	X1921	1.000000	0.000000
X1861	5.000000	0.000000	X1922	1.000000	0.000000
X1862	5.000000	0.000000	X1924	1.000000	0.000000
X1863	5.000000	0.000000	X1925	1.000000	0.000000
X1864	5.000000	0.000000	X1926	2.000000	0.000000
X1865	5.000000	0.000000	X1927	2.000000	0.000000
X1866	5.000000	0.000000	X1928	2.000000	0.000000
X1867	5.000000	0.000000	X1929	2.000000	0.000000
X1868	4.000000	0.000000	X1930	2.000000	0.000000
X1869	4.000000	0.000000	X1931	2.000000	0.000000
X1870	4.000000	0.000000	X1932	2.000000	0.000000
X1871	4.000000	0.000000	X1933	1.000000	0.000000
X1872	4.000000	0.000000	X1934	1.000000	0.000000
X1873	4.000000	0.000000	X1935	1.000000	0.000000
X1874	4.000000	0.000000	X1936	2.000000	0.000000
X1875	4.000000	0.000000	X1937	1.000000	0.000000
X1876	4.000000	0.000000	X1938	2.000000	0.000000
X1877	4.000000	0.000000	X1939	1.000000	0.000000
X1878	3.000000	0.000000	X1940	1.000000	0.000000
X1879	3.000000	0.000000	X1941	2.000000	0.000000

X1942	3.000000	0.000000	X2041	1.000000	0.000000
X1960	1.000000	0.000000	X2042	1.000000	0.000000
X1972	1.000000	0.000000	X2043	1.000000	0.000000
X1973	1.000000	0.000000	X2044	2.000000	0.000000
X1974	2.000000	0.000000	X2045	1.000000	0.000000
X1975	2.000000	0.000000	X2046	1.000000	0.000000
X1976	2.000000	0.000000	X2047	1.000000	0.000000
X1977	1.000000	0.000000	X2048	1.000000	0.000000
X1978	1.000000	0.000000	X2049	1.000000	0.000000
X1980	1.000000	0.000000	X2050	1.000000	0.000000
X1982	1.000000	0.000000	X2051	1.000000	0.000000
X1984	1.000000	0.000000	X2052	1.000000	0.000000
X1985	1.000000	0.000000	X2053	1.000000	0.000000
X1986	1.000000	0.000000	X2054	1.000000	0.000000
X1987	1.000000	0.000000	X2055	1.000000	0.000000
X1988	1.000000	0.000000	X2056	1.000000	0.000000
X1989	1.000000	0.000000	X2058	1.000000	0.000000
X1990	1.000000	0.000000	X2059	1.000000	0.000000
X1991	1.000000	0.000000	X2060	1.000000	0.000000
X1992	1.000000	0.000000	X2069	1.000000	0.000000
X1993	1.000000	0.000000	X2070	1.000000	0.000000
X1994	1.000000	0.000000	X2077	1.000000	0.000000
X1995	1.000000	0.000000	X2080	1.000000	0.000000
X1996	1.000000	0.000000	X2090	1.000000	0.000000
X2018	1.000000	0.000000	X2092	1.000000	0.000000
X2019	1.000000	0.000000	X2106	1.000000	0.000000
X2020	1.000000	0.000000	X2123	1.000000	0.000000
X2030	1.000000	0.000000	X2124	1.000000	0.000000
X2031	1.000000	0.000000	X2126	1.000000	0.000000
X2032	1.000000	0.000000	X2127	1.000000	0.000000
X2033	1.000000	0.000000	X2128	2.000000	0.000000
X2034	1.000000	0.000000	X2129	1.000000	0.000000
X2037	1.000000	0.000000	X2130	2.000000	0.000000
X2038	1.000000	0.000000	X2131	1.000000	0.000000
X2040	2.000000	0.000000	X2132	1.000000	0.000000

X2134	1.000000	0.000000	X2139	1.000000	0.000000
X2135	1.000000	0.000000	X2140	1.000000	0.000000
X2136	1.000000	0.000000	X2149	1.000000	0.000000
X2137	1.000000	0.000000	X2151	1.000000	0.000000
X2138	1.000000	0.000000			

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES

NO. ITERATIONS= 13052

BRANCHES= 0 DETERM.= 1.000E 0

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Bağlan SARSENOV
Doğum Tarihi ve Yeri : 23.06.1985 Aktobe-Kazakistan
Yabancı Dili : Rusęa, Trkęe, İngilizce
E-posta : bakenur@gmail.com

ÖğRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/niversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Endüstri Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2009-2011
Lisans	Demir Yolunda Nakliyatı Teşkilatlandırma ve İdare bölümü	Kazak Ulaşım ve İletişim Akademisi	2003-2008