

DOĞRUSAL HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMİNİN OTOBÜSLE KENT İÇİ TOPLU TAŞIMA SİSTEMİNDE KULLANILMASI

Selçuk ALP*

ÖZET

Karar verme, mevcut tüm seçenekler arasından amaç veya amaçlara en uygun, mümkün bir veya birkaçını seçme sürecidir. Bir kararın verilebilmesi için birden fazla seçeneğin olması gerekmektedir. Böylece karar verecek olan kişi ya da kişiler faydası en fazla olan alternatifi seçerek kararlarını belirleyeceklerdir. Günümüzde bireyler ve işletmeler tek bir amacı optimum düzeye getirmek yerine eşanlı birden fazla amacı optimum düzeye getirmeye çalışarak zaman ve maliyet değerlerini en aza indirmeyi ya da gelir veya kârlarını en yükseğe çıkarmayı amaçlamaktadırlar. Çalışmada önce çok amaçlı karar verme kavramı açıklanmıştır. Sonra Hedef programlamanın tanımı, yapısı, varsayımları, sınıflandırılması, uygulama alanları ve avantaj ve dezavantajları anlatılmıştır. Daha sonra çeşitli hedef programlama modellerinin matematiksel modelleri ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Uygulama bölümünde ise İETT'ye bağlı Kağıthane garajı verileri kullanılarak modeller oluşturulmuş ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler : *Doğrusal Hedef Programlama, Kent İçi Otobüsle Yolcu Taşımacılığı, Ulaştırma, Çok Amaçlı Karar Verme*

USING MODEL OF LINEAR GOAL PROGRAMMING IN INTERCITY PASSENGER TRANSPORTATION BY BUS

ABSTRACT

Decision making is the process which is the most useful and convenient to the purposes. To decide something, there is to be more than one choice, so person or people who are going to decide will express their ideas and will be able to choose the most suitable alternatives. The goal of human beings and companies is not only improving just one choice, but also deal with a lot of choices in order to shorten the period of time or increase their incomes or profits. In this research; firstly, the conception of decision making is examined. Afterwards, the different goals of the programming models of maths have been investigated in details and definition, structure, supposition, classification, application areas and advantage and disadvantages of the goal programming is explained. Later the mathematical models of various goal programmings are examined in detail. In the application section of the search models are constituted and results are evaluated using the data of Kağıthane Garage of İETT.

Keywords : *Linear Goal Programming, Intercity Passenger Transportation by Bus, Transportation, Multi Objective Decision Making*

* Yıldız Teknik Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, İstanbul

1. GİRİŞ

Kentiçi karayolu ulaşımında talepler, 20. yüzyılın başından itibaren otomobil sanayiindeki gelişmelere ve taşıt sayısındaki artışa bağlı olarak sürekli artma eğilimindedir. Her geçen gün hızla artan ulaşım talebi, kentiçi ulaşım sisteminin giderek büyümesine ve karmaşıklaşmasına neden olmuştur. Büyük şehirlerde nüfus ve araç sahipliğinin artması ile ortaya çıkan problemlerin çözümü için, toplu taşıma ağırlıklı politikaların üretilmeye çalışıldığı ve otobüs taşımacılığına da öncelikle eğilme ihtiyacı duyulduğu görülmektedir.

Çalışmada, uygulama alanı olarak seçilen kentiçi otobüsle yolcu taşımacılığı sistemi, ulaşım maliyetleri nedeniyle önemini her geçen gün arttırmaktadır. Alternatifi olan diğer taşımacılık şekillerine oranla daha az alt yapı yatırımı gerektirmektedir. Ayrıca daha esnek bir yapıya sahip olduğu için değişen ihtiyaçlara daha kısa sürede yanıt verebilme olanağına sahiptir.

Kentiçi otobüsle yolcu taşımacılığı sistemini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Çalışmada, sistemi etkileyen faktörler olarak, duraklar arasında yolculuk talep eden yolcu sayıları, mevcut bulunan otobüs hatları, her bir otobüs hattının sefer süresi, her bir hat için sefer sayısı ve kullanılan her bir araç tipinin kapasiteleri dikkate alınmış ve matematiksel modeller oluşturulmuştur. Bu faktörlerin aralarındaki ilişkiler doğrusal bir özellik göstermektedir. Diğer bir ifade ile faktörlerden birinin değişimi diğer faktörleri aynı oranda ve aynı yönde etkilemektedir. Modellerin bazılarında birden fazla amaç fonksiyonu oluşturulduğu için birden fazla amacın aynı modelde kullanılabilmesine olanak veren doğrusal hedef programlama modeli çalışmada kullanılmak üzere tercih edilmiştir.

Çalışmada kullanılan veriler, Mayıs 2006 – Haziran 2006 dönemine ait verilerdir. İETT tarafından yapılan çalışmada her bir hat için geçtiği duraklarda inen ve binen yolcu sayıları belirlenmiştir. Sistemin modellenmesi ve çözülmesi için doğrusal hedef programlama yöntemi kullanılarak uygulanabilir çözümler elde edilmiştir (Alp, 2008).

2. HEDEF PROGRAMLAMA

2.1. Hedef Programlamanın Gelişimi

Hedef Programlama (HP) modeli 1950'lere dayanmasına rağmen 1970'lerin ortasından bu yana etkin bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır. HP'nin ilk çıkışı, 1955 yılında Charnes, Cooper ve Ferguson tarafından yapılan çalışmaya dayanır. HP'nin çözüm algoritması ise 1961'de Charnes ve Cooper tarafından geliştirilmiştir. Algoritma daha sonra 1965'de Ijiri, 1972'de Lee ve 1976'da Ignizio tarafından geliştirilmiştir. Bu gelişimin aşamaları sırasında, önce modelin genel yapısı ortaya konulmuş, daha sonra hedef fonksiyonunda öncelik kavramları üzerinde durulmuş,

ardından önceliklere ait ağırlıklar ortaya konulmuştur. 1970'lerin ortalarına kadar literatürde kısıtlı sayıda HP uygulamasına rastlanmaktadır. Daha sonra Lee ve Ignizio'nun çalışmalarına dayanan gelişmeler olmuştur. Romeo, Schniederjans ve Tamiz'in yaptığı çalışmalarla HP'nin birçok etkili uygulama alanının olduğu ortaya konulmuştur (Steuer, 1986).

2.2. Hedef Programlamanın Tanımı

İngilizce karşılığı “*goal programming*” olan yöntem Türkçe'ye “*hedef programlama*” veya “*amaç programlama*” olarak çevrilir. Ignizio amacı (objective), “karar vericilerin arzu ettiği genel bir ifadenin yansıması” şeklinde tanımlarken hedefi (goal), “istenilen bir seviye ile belirlenmiş bir amaç” olarak tanımlamaktadır.

HP yöntemi, Doğrusal Programlama (DP) yönteminin daha fonksiyonel bir türüdür. DP, eldeki sınırlı kaynakların en iyi dağılımını belirlemek için kullanılan matematiksel bir tekniktir (Doğan, 1995). DP ile ancak tek bir amaç ve tek bir ölçekle ifade edilebilen problemlerin çözümü yapılabilmektedir. HP ile eşanlı olarak birden fazla ve farklı ölçekli hedefler saptanabilir ve belirlenen kısıtlar altında bu hedeflere ulaşılmaya çalışılır (Levin vd., 1992). HP modelinde, *hedef*, istenilen bir seviye ile belirlenmiş bir amacı, *amaç* ise karar vericilerin arzu ettiği genel bir ifadenin yansıması şeklinde tanımlanabilir (Ignizio, 1985).

Çok amaçlı karar kapsamının ana fikri, her bir bölümün merkezindeki karar alıcı tarafından bölümler içindeki büyük problemlerin anlaşılır olmasının sağlanması ve bu problemlerin çözüme ulaşması şeklinde açıklanabilir. Çözüm, karar alıcının kendi tercih durumu ile tutarlı hareket etmesi halinde kendi alternatif çözümünün seçileceğine işaret eder (Turanlı ve Köse, 2005).

HP modelinde, karar vericilerden her bir amaç için çözümde kullanılacak ve erişilmesini arzu ettiği bir hedef değer belirlenmesi istenir (Rardin, 2000). Daha sonra her bir hedef için başarı fonksiyonu formüle edilir ve bu başarı fonksiyonlarından sapmaları minimum yapacak bir çözüm aranır (Hillier ve Lierberman, 1995).

HP modelinin çözümü ile problem çözümünden bir maksimum ya da minimum sonuç elde edilmez. Bu teknik ile amaçlar ile belirlenen hedeflerden sapmalar minimize edilmeye çalışılır. Çözümde bir amaç sağlanmaya çalışılırken diğer amaçtan uzaklaşabilecektir.

HP modellerinin önemli bir üstünlüğü karar verme sürecinde çok sayıda amaç ve hedefi birleştirmelerine izin vermesidir. Diğer bir üstünlüğü ise hesaplamalar sırasında, DP problemlerinin çözümünde kullanılan simpleks yönteminin kullanılabilmesi ve böylece hesaplamaların hızlı ve sonuçların etkin olmasının

sağlanmasıdır. HP'nin teknik avantajlarından biri de hiçbir hedef gerçekleştirilebilir olmasa bile, her zaman bir çözüm sağlanmasıdır.

Yöntemin sakıncası ise, karar vericinin amaçlar kümesine ilişkin hedefler ve bu hedeflere ilişkin öncelikler verilebildiği durumlarda da kullanıldığında, çözümlemede bulunan sonucun karar verici tarafından doyurucu bulunmasını her zaman garanti edememesidir.

2.3. Hedef Programlama Modelinin Yapısı

1) Amaçlar, kriterlerin karar vericilerin arzuları doğrultusunda yönlendirilmiş şekli olarak tanımlanabilir (Evren ve Ülengin, 1992). Karar vericilerin isteklerini genel olarak belirten kavramdır (Schnierdejans, 1984).

2) Hedefler, amaçların daha da somutlaşarak belirli değerlere dönüşmüş şekilleri olarak tanımlanabilir (Evren ve Ülengin, 1992). Hedefler, ulaşılmak istenilen düzeyin sayısal bir değer olarak ifade edilmiş halidir.

3) Karar değişkenleri, HP modelinde, karar verici tarafından değeri belirlenmek istenen bilinmeyen değişkenlerdir (Ignizio, 1985). Karar değişkenleri, DP problemlerinde tanımlanan değişkenlerin aynısıdır (Öztürk, 2007).

4) Sapma değişkenleri, hedeflerin üstünde veya altında elde edilen faaliyetlerin miktarını belirleyen değişkenlerdir (Öztürk, 2007). Her bir hedef için negatif sapma ve pozitif sapma olarak adlandırılan iki adet sapma değişkeni tanımlanır (Cinemre, 2004).

5) Sistem kısıtları, teknolojik, yapısal ya da sistem kısıtlayıcıları probleme ilişkin geliştirilen ve HP modellerinde de tam olarak sağlanması gereken ve hiçbir sapmaya izin verilmeyen kısıtlayıcılarıdır (Öztürk, 2007). Söz konusu bu kısıtlar, eldeki kıt kaynakları ifade ederler (Ignizio, 1985).

6) Hedef Kısıtları, karar vericinin ulaşmayı istediği veya gerekli gördüğü hedefler, HP modeline, hedef kısıtlayıcıları olarak aktarılır. Bu kısıtlayıcılar sistem kısıtlayıcılarına göre daha esnek bir yapıya sahiptirler.

7) Başarı Fonksiyonları, HP modelinde her bir amaç için belirlenen hedeften olabilecek sapmaları en küçükleyen fonksiyonlara başarı fonksiyonları adı verilir.

8) Amaç fonksiyonu, modelde kullanılan tüm başarı fonksiyonlarının belirli bir öncelik seviyesi ve ağırlığa göre toplam şeklinde yazılmasıyla oluşturulur.

2.4. Hedef Programlamamın Uygulama Alanları

Gerçek hayata uyarlanabilirliği bakımından çok etkin olan HP, çok amaçlı karar verme metotları içinde en çok uygulama alanı olan tekniktir. Son yıllarda pek çok alanda ortaya çıkan problemlerin çözümünde bu teknikten faydalanılmaktadır. Bu teknikten yararlanılan alanları ve bu alandaki çeşitli çalışmaları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

Ulaştırma Problemleri (Ahern ve Anandarajah, 2006; Leung vd., 2006; Abd El-Wahed ve Lee, 2006), Üretim Planlaması (Gülenç ve Karabulut, 2005), Enerji Planlaması (Linares ve Romero, 2002), İşgücü Planlaması (Easton ve Rossin, 1996), Hastanelerde Kaynak Planlaması (Giokas, 2002; Ferland, 2001), Proje Seçimi ve Yönetimi (Lee ve Kim, 2000), Portföy Seçimi (Cooper vd., 1997), Finansal Planlama (Lin ve O'Leary, 1993), Pazarlama (Dowlatshahi, 2001), Beslenme Problemleri (Anderson ve Earle, 1983), Yatırım Planlaması (Hajidimitriou ve Georgiou, 2002), Performans Değerlendirme (Turanlı ve Köse, 2005), Toplam Kalite Yönetimi (Dinçer, 2003), Tedarikçi Firma Seçimi (Dağdeviren ve Eren, 2001), İş Değerlendirme (Dağdeviren vd., 2004), Tarımsal Üretim ve Yönetim (Aromolaran ve Olayemi, 1999).

2.5. Hedef Programlamamın Avantajları ve Dezavantajları

2.5.1. Avantajları

- Bu yöntemle iki ya da daha çok amaca sahip karar problemlerinin çözümü yapılabilir.
- HP kullanıcıya, amacın öncelikleri (üstünlükleri) bakımından etkin bir çözüm sunarken, birbirine zıt amaçların amaç fonksiyonunda yer almasına fırsat verir.
- Gevşek kısıtlara (mutlaka sağlanması zorunlu olmayan kısıtlara) izin verilir.
- DP problemlerinin çözümünde kullanılan simpleks yöntemi HP problemlerinin çözümünde de kullanılır ve böylece hesaplamaların hızlı ve sonuçların etkin olması sağlanır.
- HP, DP'da "Uygun Çözüm Mevcut Olmayan" problemlere bir çözüm geliştirmede yardımcı bir teknik olarak kullanılabilir.

2.5.2. Dezavantajları

- Amaç fonksiyonu çok sayıda başarı fonksiyonunun birleştirilmesi ile oluşturulur. Bu nedenle, karmaşık bir yapıya sahip olabilir.
- Hedef değerleri karar vericiler tarafından belirlendiği için subjektif bir nitelik taşır.
- Karar vericiler ayrıca hedeflerin ağırlık ve öncelik seviyelerini belirlerler, bu da yine subjektif bir durum oluşturur.

- Ağırlık ve öncelik seviyelerinin bağdaşık hale getirecek bir yol bulunmalıdır.
- Çözüm sonucunda bulunan sonucun karar vericiler tarafından her zaman tatmin edici olmasını garanti edemez.

3. MATEMATİKSEL MODEL

3.1. Genel Hedef Programlama Modeli

HP modeli, yönetimin her bir amacı için önceden belirlemiş olduğu hedef değerlerine, öncelik ve ağırlıkları da dikkate alarak, nasıl ulaşılabileceğini araştıran bir modeldir. Yöneticiler, hangi hedeflerin diğerlerinde daha öncelikli olduğuna karar verirler (Levin vd., 1992). HP, yapısal olarak, tüm sapmalar toplamını minimize eden bir teknik olmasından ziyade, mümkün olduğu kadar daha yüksek öncelikli sapmaları minimize eden bir tekniktir.

Amaçların öncelik düzeylerini ve ağırlıklarını da açık bir şekilde ifade edecek olan HP'nin genel matematiksel formülasyonunu yazmadan önce öncelik düzeyi kavramı açıklanmalıdır. Öncelik düzeyi kavramının anlamı; hedeflerin hangi sırada minimize edileceğini belirlemektedir. Eğer $\forall j$ için $P_j \ggg P_{j+1}$ ise; P_j düzeyi P_{j+1} düzeyinden önceliklidir. Yani $w.P_{j+1} > P_j$ yazılabilen ne kadar büyük olursa olsun bir w değeri, bulunamaz. Önceliklerin önem düzeyleri, soldan sağa doğru azalmak üzere;

$$P_1 \ggg P_2 \ggg \dots \ggg P_k \quad (1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Sapma değişkenlerinin (d_i^-, d_i^+) çözüm sonucunda bulunacak değerleri, hedeflenen değerlere ulaşıp ulaşılamadığını, ulaşılamamış ise hedeften ne ölçüde bir sapma olduğunu gösterir. d_i^- , f_i ile G_i arasındaki alttan olan farkı, d_i^+ ise f_i ile G_i arasındaki üstten olan farkı gösterir. Bu açıklamaların ışığında genel bir HP modelinin matematiksel formülasyonu aşağıdaki gibi yapılabilir (Lee, 1973):

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{Amaç Fonksiyonu} \\
 \min [P_1 w_1(\underline{d}^-, \underline{d}^+), P_2 w_2(\underline{d}^-, \underline{d}^+), \dots, P_k w_k(\underline{d}^-, \underline{d}^+)] \\
 \\
 \text{Mutlak Kısıtlar} \\
 g_i(\underline{x}) \leq b_i, \quad i=1, 2, \dots, m \\
 \\
 \text{Hedef Kısıtları} \\
 f_t(\underline{x}) + d_t^- - d_t^+ = G_t, \quad t=1, 2, \dots, s \\
 \\
 \text{Sabit Koşullar} \\
 d_t^-, d_t^+ \geq 0, \quad \forall t \\
 \\
 x_j \geq 0, \quad j=1, 2, \dots, n
 \end{array} \right\} \quad (2)$$

Burada $w_i(\underline{d}^-, \underline{d}^+)$, ($i=1, 2, \dots, k$) başarı fonksiyonları olarak adlandırılırlar. w_i , başarı fonksiyonlarının ağırlıklarını göstermektedir.

3.2. Doğrusal Hedef Programlama Modeli

Genel HP modelini oluşturan fonksiyonların tümünün doğrusal olması ve doğrusal programlamanın koşullarının sağlanması durumunda Doğrusal Hedef Programlama (DHP) söz konusu olur. Amaç fonksiyonu, mutlak ve hedef kısıtlarının tümünün doğrusal olduğu çok amaçlı DHP modelinin matematiksel formülasyonu ise aşağıdaki gibi yapılabilir.

$$\left. \begin{array}{l}
 \text{Amaç Fonksiyonu} \\
 \min [P_1 w_1(\underline{d}^-, \underline{d}^+), P_2 w_2(\underline{d}^-, \underline{d}^+), \dots, P_k w_k(\underline{d}^-, \underline{d}^+)] \\
 \\
 g_i(\underline{x}) \leq b_i, \quad i=1, 2, \dots, m \\
 \\
 f_t(\underline{x}) + d_t^- - d_t^+ = G_t, \quad t=1, 2, \dots, s \\
 \\
 d_j^-, d_j^+ \geq 0, \quad \forall j
 \end{array} \right\} \quad (3)$$

Doğrusal olan $w_i(\underline{d}^-, \underline{d}^+)$ fonksiyonları başarı fonksiyonları olarak adlandırılır. $g_i(\underline{x}) \leq b_i$ ifadesi mutlak (absolute) kısıtları, $f_t(\underline{x}) + d_t^- - d_t^+ = G_t$ ifadesi ise hedef kısıtlarını göstermektedir.

4. UYGULAMA

4.1. Problem

Ulaştırma maliyetlerinin hesaplanması ve bu maliyetlerin kontrol altında tutulması, her zaman, firmaların en önemli işlerinden ve endişe kaynaklarından birisi olmuştur. Artan taşıma maliyetleri, dikkate alındığında, firmaların kendilerine yeterli mali kaynakları sağlayacak bir maliyet yapısına sahip olmalarının önemi bir kat daha artmaktadır (Ergülen, 2003).

Kent içi toplu taşıma sisteminin en önemli parçalarından biri de otobüs taşımacılığıdır. Otobüsle toplu taşıma sisteminin temel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Keskin, 1992):

- Kent içi karayolu şebekesini kullanan bir sistemdir.
- Yol hakkı açısından, genellikle diğer taşıtlarla ortak kullanılır. Bir özel durum olarak, tercihli otobüs yolu uygulamasında fiziksel engellerle diğer trafikten ayrılabilir. Bu durumda sadece kavşak gibi kesişme noktalarını diğer trafikle beraber kullanır.
- Yüksek kapasiteli taşıtlardan oluşan bir filo yapısına sahiptir.
- Kapıdan kapıya taşıma özelliği olmayan bir sistemdir.

4.2. Modellerin Oluşturulması

4.2.1. Problemin Tanımı

İstanbul'da İETT'ye ait 9 adet otobüs garajına bağlı olarak farklı modellerde 2574 adet otobüs hizmet vermektedir. Çalışmanın konusunu oluşturan Kağıthane garajında ise 3 farklı tipten toplam 185 adet otobüs (Ikarus (175), Optare (7) ve Berkhof (3)) bulunmaktadır.

4.2.2. Varsayımlar

- Her bir otobüs hattının ortalama yolculuk süreleri bilinmektedir.
- Her bir otobüs hattının sefer başına ortalama yolculuk sayıları bilinmektedir.
- Her bir zaman diliminde her bir hattın sefer sayıları bilinmektedir. Çalışmada 3 saatlik sabah dilimi verileri kullanılmıştır.
- Günlük ortalama yolcu ve yolculuk sayılarının değişmediği kabul edilmektedir.

4.2.3. Karar Değişkenlerinin Belirlenmesi

Modeller oluşturulurken her bir otobüs hattının ele alınan zaman dilimindeki sefer sayısı, karar değişkenleri olarak kabul edilmiştir. Karar değişkenleri oluşturulurken

İETT'nin Kağıthane otobüs garajında mevcut olan 3 farklı tipteki otobüsleri dikkate alınmıştır. X_{ab} karar değişkenleri (EK-1), a sıra numaralı otobüs hattının b araç tipinden sabah saat dilimindeki 180 dakikalık süre içindeki sefer sayısını göstermektedir. Ikarus otobüs modeli "Araç Tipi 1", Optare otobüs modeli "Araç Tipi 2", Berkhof otobüs modeli ise "Araç Tipi 3" olarak kabul edilmiştir.

4.2.4. Kısıtların Belirlenmesi

4.2.4.1. Sistem Kısıtlarının Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan sistem kısıtlarının ya da diğer bir ifade ile mutlak kısıtların oluşturulması uzun işlemler sonucu gerçekleştirilmiştir. Her bir otobüs hattı için durduğu her durakta inen yolcu sayıları kullanılarak sistemde bulunan 246 durak arasında, herhangi iki durak arasında yolculuk yapan (bir duraktan gelen ve diğerinde inen) yolcu sayılarını gösteren ve $246 \times 246 = 60516$ hücreden oluşan bir matris oluşturulmuştur. Bunun için iki durak arasında geçen her hattın sefer başına inen yolcu sayıları o hattın sefer sayısı ile çarpılıp, bulunan sonuçlar toplanmıştır. Oluşan 246×246 boyutlu matrisin her bir elemanı ilgili iki durak arasındaki yolculuk yapan ve ikinci durakta inecek olan yolcu sayısını vermektedir.

İki duraktan geçen otobüs hatlarına ait sefer sayısı ve sefer yapan otobüslerin toplam kapasitelerinin, iki durak arasında taşınan yolcu sayılarından daha yüksek olması, başka deyişle iki durak arasındaki yolculuk talebini karşılayacak sayıda ve kapasitede otobüs seferi olması gerekliliği mutlak kısıt (sistem kısıtı) olarak modele alınmıştır. Modellerde yer alan,

$$100X_{311} + 68X_{312} + 100X_{313} + 100X_{321} + 68X_{322} + 100X_{323} >= 455^1$$

sistem kısıtının yorumu şu şekildedir: Bu kısıtın oluşturulduğu iki durak arasında 31 ve 32 numaralı hatlar geçtiği görülmektedir. X_{311} , 31 numaralı hattaki 1. tip; X_{312} , 31 numaralı hattaki 2. tip ve X_{313} , 31 numaralı hattaki 3. tip aracın, aynı şekilde X_{321} , 32 numaralı hattaki 1. tip; X_{322} , 32 numaralı hattaki 2. tip ve X_{323} , 32 numaralı hattaki 3. tip aracın yapması gereken sefer sayısını ifade etmektedir. Karar değişkenlerin katsayıları olan 100, 68 ve 100, sırasıyla araç tiplerine ait toplam yolcu kapasitelerini göstermektedir. Sağ taraf sabiti olan 455 değeri ise sabah zaman diliminde sistem kısıtı ile ilgili ilk duraktan ikinci durağa yolculuk yapıp ikinci durakta inen yolcu sayısını vermektedir. Bu değer daha önce ilgili ikinci durakta inen yolcu verileri kullanılarak oluşturulmuş olan matristen alınmıştır. Söz konusu iki duraktan geçen otobüs hatlarının toplam sefer sayıları (otobüs tipleri ve kapasiteleri de dikkate alınarak) sistem kısıtı olarak kabul edilmiştir.

¹ Sistem kısıtlarının oluşturulması aşamasında toplam 365 adet kısıt oluşturulmuştur. Kısıtlar incelendiğinde bazı kısıtların karşılanması durumunda diğer kısıtların da mutlaka karşılanmış olacağı görülmüş ve modellerin çözüm aşamasında 365 kısıtın tümünü karşılayabilen 121 adet sistem kısıtı kullanılmıştır.

4.2.4.2. Hedef Kısıtlarının Belirlenmesi

Çalışmada oluşturulan modellerde kullanılmak üzere süre ve sefer kısıtları olmak üzere iki grup hedef kısıtı belirlenmiştir.

Sefer kısıtı oluşturulurken, her bir otobüs hattı için sefer sayısı talebinin sefer süresi ve sefer sıklığı dikkate alınarak Kağıthane garajındaki toplam otobüs sayısı (185) ile karşılanabilmesi hedef olarak ele alınmıştır.

$$\sum_{i=1}^{50} \sum_{j=1}^3 \frac{t_i}{T} X_{ij} = N \quad (4)$$

t_i : Her bir otobüs hattının sefer süresi

T : Toplam zamanı (180 dk.)

X_{ij} : i hattı için j araç tipinden yapılması gereken sefer sayısı

N : Toplam otobüs sayısı

t_i/T : Her bir hat için kullanılacak olan otobüsün süre kapasite kullanım oranını ifade etmektedir.

Süre kısıtları düzenlenirken önce sistemin çalıştırıldığı süre olan 180 dakika ile her bir araç tipinden bulunan otobüs sayısı çarpılıp 3 ayrı hedef değeri bulunmuştur. Her bir otobüs hattında bir seferi için gerekli olan süre katsayı olarak alınıp toplamları ilgili hedef değerine eşitlenip 3 tip araç için 3 adet süre hedef kısıtı oluşturulmuştur.

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^{50} t_i X_{i1} &= T * O_1 \\ \sum_{i=1}^{50} t_i X_{i2} &= T * O_2 \\ \sum_{i=1}^{50} t_i X_{i3} &= T * O_3 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

t_i : Her bir otobüs hattının sefer süresi

O_i : Her bir araç tipinden mevcut otobüs sayısı

X_{ij} : i hattı için j araç tipinden yapılması gereken sefer sayısı

T : Toplam zaman (180 dk.)

ifade etmektedir. Oluşturulan hedef kısıtları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Hedef Kısıtlar

Sefer Hedef Kısıtı
$0,25x11+0,25x12+0,25x13+0,25x21+0,25x22+0,25x23+0,28x31+0,28x32+0,28x33+0,18x41+0,18x42+0,18x43+0,17x51+0,17x52+0,17x53+0,17x61+0,17x62+0,17x63+0,36x71+0,36x72+0,36x73+0,28x81+0,28x82+0,28x83+0,36x91+0,36x92+0,36x93+0,33x101+0,33x102+0,33x103+0,28x111+0,28x112+0,28x113+0,28x121+0,28x122+0,28x123+0,33x131+0,33x132+0,33x133+0,28x141+0,28x142+0,28x143+0,33x151+0,33x152+0,33x153+0,25x161+0,25x162+0,25x163+0,33x171+0,33x172+0,33x173+0,19x181+0,19x182+0,19x183+0,19x191+0,19x192+0,19x193+0,36x201+0,36x202+0,36x203+0,26x211+0,26x212+0,26x213+0,25x221+0,25x222+0,25x223+0,33x231+0,33x232+0,33x233+0,22x241+0,22x242+0,22x243+0,44x261+0,44x262+0,44x263+0,28x271+0,28x272+0,28x273+0,25x281+0,25x282+0,25x283+0,28x291+0,28x292+0,28x293+0,33x311+0,33x312+0,33x313+0,31x321+0,31x322+0,31x323+0,28x331+0,28x332+0,28x333+0,36x341+0,36x342+0,36x343+0,25x351+0,25x352+0,25x353+0,25x381+0,25x382+0,25x383+0,25x411+0,25x412+0,25x413+0,25x431+0,25x432+0,25x433+0,28x441+0,28x442+0,28x443+0,28x451+0,28x452+0,28x453+0,21x471+0,21x472+0,21x473+0,33x491+0,33x492+0,33x493+0,33x501+0,33x502+0,33x503+d4^-d4^+=185$
Süre Hedef Kısıtları
$45x11+45x21+50x31+32x41+30x51+30x61+64x71+50x81+64x91+60x101+50x111+50x121+60x131+50x141+60x151+45x161+60x171+35x181+35x191+64x201+47x211+45x221+60x231+40x241+80x261+50x271+45x281+50x291+60x311+55x321+50x331+64x341+45x351+45x381+45x411+45x431+50x441+50x451+38x471+60x491+60x501+d1^-d1^+=31500$
$45x12+45x22+50x32+32x42+30x52+30x62+64x72+50x82+64x92+60x102+50x112+50x122+60x132+50x142+60x152+45x162+60x172+35x182+35x192+64x202+47x212+45x222+60x232+40x242+80x262+50x272+45x282+50x292+60x312+55x322+50x332+64x342+45x352+45x382+45x412+45x432+50x442+50x452+38x472+60x492+60x502+d2^-d2^+=1250$
$45x13+45x23+50x33+32x43+30x53+30x63+64x73+50x83+64x93+60x103+50x113+50x123+60x133+50x143+60x153+45x163+60x173+35x183+35x193+64x203+47x213+45x223+60x233+40x243+80x263+50x273+45x283+50x293+60x313+55x323+50x333+64x343+45x353+45x383+45x413+45x433+50x443+50x453+38x473+60x493+60x503+d3^-d3^+=540$

4.2.5. Hedeflerin Belirlenmesi

Sefer hedef kısıtı oluşturulurken Kağıthane garajındaki toplam otobüs sayısı olan 185 değeri hedef değeri olarak dikkate alınmıştır. Süre hedef kısıtları düzenlenirken ise sistemin çalıştırıldığı süre olan 180 dakika ile her bir araç tipinden var olan otobüs sayısı ile çarpılıp 3 ayrı hedef değeri (31500, 1250, 540) bulunmuştur.

4.2.6. Başarı Fonksiyonlarının Oluşturulması

Modellerde başarı fonksiyonlarında sadece d_i^- 'ler yani negatif sapma değişkenleri kullanılmıştır. d_i^+ 'lar fazla kapasiteyi göstermektedir. Fazla kapasiteler, fazla sefer sayıları (d_1^+), (d_2^+), (d_3^+) ve fazla süreler (d_4^+) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

$(d_1^+), (d_2^+)$ ve (d_3^+) otobüslerin tam dolu olmadığını ve (d_4^+) otobüslerin çalışma süresinin tamamında çalışmadığını göstermektedir. Bu nedenle bu değişkenlerin minimum olmaları modele dahil edilmemiştir. (d_1^-) , Araç Tipi 1'den, (d_2^-) , Araç Tipi 2'den ve (d_3^-) , Araç Tipi 3'den gerçekleştirilebilecek toplam sefer süresinden fazla olacak süreyi ifade etmektedir. Sefer hedef kısıtı için sapma değişkeni (d_4^-) şeklinde belirlenmiştir. (d_4^-) , yapılması gereken sefer sayısını karşılayacak otobüs sayısının mevcut otobüs sayısından ne kadar fazla olduğunu ifade etmektedir.

4.2.7. Amaç Fonksiyonlarının Oluşturulması

Çalışmada tek hedefli, çok hedefli eşit öncelikli, çok hedefli farklı öncelikli, çok hedefli ağırlıklı toplam 6 farklı model oluşturulmuştur. Modellerde yer alan hedef kısıtları, başarı fonksiyonları ve her bir model için başarı fonksiyonlarından oluşturulan amaç fonksiyonlarının listesi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Modellerin Genel Yapıları

Model Adı	Hedef Kısıtı Adı	Başarı Fonksiyonları	Amaç Fonksiyonları
Model 1	Sefer Kısıtı	d_4^-	$\min S = d_4^-$
Model 2	Süre Kısıtları	$d_1^- + d_2^- + d_3^-$	$\min S = d_1^- + d_2^- + d_3^- + d_4^-$
	Sefer Kısıtı	d_4^-	
Model 3	Süre Kısıtları	$d_1^- + d_2^- + d_3^-$	$\min S = P_1(d_1^- + d_2^- + d_3^-) + P_2(d_4^-)$
	Sefer Kısıtı	d_4^-	
Model 4	Sefer Kısıtı	d_4^-	$\min S = P_1(d_4^-) + P_2(d_1^- + d_2^- + d_3^-)$
	Süre Kısıtları	$d_1^- + d_2^- + d_3^-$	
Model 5	Süre Kısıtları	$2(d_1^- + d_2^- + d_3^-)$	$\min S = 2(d_1^- + d_2^- + d_3^-) + d_4^-$
	Sefer Kısıtı	d_4^-	
Model 6	Sefer Kısıtı	$2d_4^-$	$\min S = d_1^- + d_2^- + d_3^- + 2d_4^-$
	Süre Kısıtları	$d_1^- + d_2^- + d_3^-$	

Çalışmada oluşturulan 6 farklı modeldeki ağırlıklar ve öncelikler karar vericilerin tercihlerini ifade etmektedir. Birinci modelde karar vericilerin sadece sefer hedef kısıtını dikkate aldığı, süre hedef kısıtlarını dikkate almadığı ve modele dahil etmediği durumu göstermektedir. İkinci modelde sefer ve süre hedef kısıtları, eşit öneme sahip olduğu kabul edilerek modele alınmışlardır. Üçüncü modelde önce süre hedef kısıtlarının karşılanması istenilmiş, süre hedef kısıtları karşılandıktan sonra sefer hedef kısıtının karşılanması sürecine geçilmiştir. Dördüncü modelde önce sefer hedef kısıtının karşılanması istenilmiş, sefer hedef kısıtı karşılandıktan sonra süre hedef kısıtlarının karşılanması sürecine geçilmiştir. Beşinci modelde süre hedef kısıtlarının sefer hedef kısıtına göre 2 kat daha önemli olduğu kabul edilmiş, altıncı

modelde ise sefer hedef kısıtı süre hedef kısıtlarına göre 2 kat daha önemli olduğu kabul edilerek model oluşturulmuştur. Modellerdeki ağırlık ve öncelikler karar vericiler için sefer ve süre hedef kısıtlarının birbirlerine göre önemini göstermektedir.

4.3. Modellerin Çözümü

Çalışmada oluşturulan 6 model WINQSB paket programı aracılığı ile çözülmüştür. Modellerin çözümünden elde edilen sonuçlar EK-2’de verilmiştir. Çözüm sonucunda her model için bulunan toplam sefer sayıları ise Tablo 3’de listelenmiştir.

Tablo 3. Toplam Sefer Sayıları

Model Adı	Toplam Sefer Sayısı
Model 1	606
Model 2	640
Model 3	640
Model 4	640
Model 5	640
Model 6	640

5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Modellerin tümünde pozitif sapmalar gözlenmektedir. Pozitif sapma değişkenleri, sefer kısıtında atıl kapasiteyi, başka deyişle fazla sefer sayılarını dolayısıyla otobüs sayılarını ve süre kısıtında fazla süreyi gösterdikleri için başarı fonksiyonlarına alınmamışlardır. Yalnızca pozitif sapmaların gözlenmesi modellerdeki mutlak kısıtların gerçekleştiği ve hedeflerin aşıldığını ifade etmektedir.

Modellerden elde edilen çözümler EK-2’de verilmiştir. Tablo içindeki değerler, ilgili modeldeki, her bir hat için her bir araç tipinden yapılması gereken sefer sayısını göstermektedir.

Modellerin çözümlerine bakıldığında Model 1’in sonuçlarının, diğer modellerden farklı olduğu görülmektedir. Bunun nedeni Model 1’de yalnızca sefer hedef kısıtının bulunması, süre hedef kısıtlarının bulunmamasıdır. Model 1’deki çözümde toplam sefer sayısının diğer modellerdeki toplam sefer sayılarından düşük olması, Model 1’de olmayan süre hedef kısıtlarının toplam sefer sayılarını arttırdığını göstermektedir. Karar vericilerin süre hedef kısıtlarını önemsemedikleri durumlarda bu modellerden elde edilen çözümler uygulanabilir.

Model 1 dışındaki tüm modellerde her iki hedef grubu farklı öncelikler ya da ağırlıklarla bir araya getirilerek kullanılmaktadır. Bu modellerin çözümünden elde edilen toplam sefer sayıları incelendiğinde farklı modellerin aynı sonuçları vermesi, söz konusu modellerin uygun olabileceğini göstermektedir.

Büyük kabul edilebilecek (142 karar değişkeni, 121 mutlak kısıt ve 4 farklı hedef kısıtı) bir kent içi otobüsle yolcu taşımacılık modeli, DHP yöntemine uygun olarak oluşturulmuş, çözülmüş ve uygulanabilir çözümler elde edilmiştir. Elde edilen bu çözümler karar vericilere ve uygulayıcılara karar verme aşamasında yardımcı olabilecektir. Karar vericiler bulunan sonuçlardan yola çıkarak, kişisel deneyimleri, tercihleri ve sisteme dahil edilemeyen diğer faktörleri de dikkate alarak en uygun görünen çözümü uygulayabilirler.

Bu çalışma ile dağıtım problemleri için DHP yöntemi ile etkin çözüm elde edilebileceği gösterilmiştir. Karar vericiler için büyük ölçekli dağıtım problemlerinin çözümü uzun süre almakta ya da bu problemler için deneme yanılma yöntemi uygulanmakta, hatalar ve eksiklikler zaman içinde giderilmeye çalışılmaktadır. Dağıtım planlama problemlerinde DHP yöntemi kullanılarak etkin sonuçlar elde edilerek, zaman kaybı ve planlama maliyetlerinin azaltılabileceği gösterilmiştir.

Kullanılan hedef kısıtları, farklı öncelik ve ağırlıklar kullanarak bir araya getirilip farklı modeller elde edilebilir. Ayrıca sistemi etkileyen diğer faktörler mutlak ya da hedef kısıtları dikkate alınarak farklı modeller oluşturulabilir. Oluşturulan bu modellerden yeni çözümler elde edilebilir.

6. KAYNAKÇA

Abd El-Wahed, W. F. ve Lee, S.M., (2006), "Interactive Fuzzy Goal Programming for Multi-Objective Transportation Problems", *The International Journal of Management Science (Omega)*, 34, 2, 158-166.

Ahern, A. ve Anandarajah, G., (2006), "Railway Projects Prioritisation for Investment: Application of Goal Programming", *Transport Policy*, 14, 1, 70-80.

Alp S. (2008), "Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi Kullanılarak Kentiçi Otobüsle Toplutaşıma Sistemi İçin Bir Model Oluşturulması ve Uygulanması", Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Anderson, A. M. ve Earle, M. D., (1983), "Diet planning in the Third World by Linear and Goal Programming", *Journal of the Operational Research Society*, 34, 1, 9-13.

Aromolaran, A. B. ve Olayemi, J. K., (1999), "Multiple Objective Farm Planning for Food Crop Farmers : A Goal Programming Approach", *Discovery and Innovation*, 11, 1-2, 91-103.

Charnes, A., Cooper, W. W. ve Ferguson, R. O., (1955), "Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming", *Management Science*, 1, 138-151.

Charnes, A. ve Cooper, W. W., (1961), *Management Models and Industrial Applications of Linear Programming*, Wiley & Sons, New York.

Cinemre, N., (2004), *Yöneylem Araştırması*, 2.Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.

Cooper, W. W., Lejans, V. ve Sueyoshi, T., (1997), "Goal Programming Models and Their Duality Relations for Use in Evaluating Security Portfolio and Regression Relations", *European Journal of Operational Research*, 98, 2, 431-443.

Dağdeviren, M., Akar, D. ve Kurt, M., (2004), "İş Değerlendirme, Faktör Derece Puanlarının Belirlenmesinde Hedef Programlama Yönteminin Kullanılması", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 19, 1, 89-95.

Dağdeviren, M. ve Eren, T., (2001), "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16, 2, 41-52.

Dinçer, E., (2003), "Stratejik Kalite Yönetiminde Kalite Fonksiyon Açınımının (QFD) Yeri ve Hedef Programlama Yöntemi ile Çözüm Yaklaşımı", *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18, 1, 155-172.

Doğan, İ., (1995), *Yöneylem Araştırması Teknikleri ve İşletme Uygulamaları*, 2.Baskı, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul.

Dowlathahi, S., (2001), "Product Life Cycle Analysis : A Goal Programming Approach", *Journal of the Operational Society*, 52, 1, 1201-1214.

Easton, F. F. ve Rossin, D. F., (1996), "A Stochastic Goal Programming for Employee Scheduling", *Decision Sciences*, 27, 3, 541-568.

Ergülen, A., (2003), "Gıda Ürünlerinin Kara Yolu İle Taşınmasında Maliyet Minimizasyonu : Bir Tamsayı Doğrusal Programlama Uygulaması", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12, 2, 207-236.

Evren, R. ve Ülengin, F., (1992), *Yönetimde Çok Amaçlı Karar Verme*, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, 1490.

Ferland, J. A., (2001), "Generalized Assignment Type Goal Programming Problem: Application to Nurse Scheduling", *Journal of Heuristics*, 7, 1, 391-413.

Giokas, D., (2002), "The Use of Goal Programming, Regression Analysis and Data Envelopment Analysis for Estimating Efficient Marginal Costs of Hospital Services", *Journal of Multicriteria Decision Analysis*, 11, 4-5, 261-268.

Gülenç, İ. F. ve Karabulut, B., (2005), "Doğrusal Hedef Programlama ile Bir Üretim Planlama Probleminin Çözümü", *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9, 1, 55-68.

Hajidimitriou, Y. A. ve Georgiou, A. C., (2002), "A Goal Programming Model For Partner Selection Decisions in International Joint Ventures", *European Journal of Operational Research*, 138, 1.

Hillier, F. S. ve Lierberman, G. J., (1995), *Introduction to Mathematical Programming*, Singapore, McGraw-Hill, International Editions.

Ignizio, J. P., (1976), *Goal Programming and Extensions*, Lexington Books, Lexington, MA.

Ignizio, J. P., (1985), *Introduction to Linear Goal Programming*, Second Edition, Duxbury Press.

Ijiri, Y., (1965), *Management Goals and Accounting for Control*, Amsterdam, North-Holland, 1965.

Keskin, A., (1992), *Toplu Taşıma Sistemleri*, İstanbul : İTÜ Kütüphanesi, 1487.

Lee, S. M., (1972), *Goal Programming for Decision Analysis*, Auerback, Philadelphia.

Lee, S. M., (1973), "Goal Programming for Decision Analysis of Multiple Objectives", *Sloan Management Review*, 14, 2, 11-24.

Lee, J. W. ve Kim, S. H., (2000), "Using Analytic Network Process And Goal Programming For Interdependent Information System Project Selection", *Computers & Operation Research*, 27, 1.

Leung, S., Yue Wu, C. H. ve Lai K. K., (2006), "Cross-Border Logistics with Fleet Management : A Goal Programming Approach", *Computers & Industrial Engineering*, 50, 1, 263-272.

Levin, R. I., Rubin, D. S., Stinson, J. P. ve Gardner, E. S. Jr., (1992), *Quantitative Approaches to Management*, Eight Edition, McGraw-Hill.

Lin, T. W. ve O'Leary, D. E., (1993), "Goal Programming Applications in Financial Managemet", *Advances in Mathematical Programming and Financial Planning*, 3, 1, 211-230.

Linares, P. ve Romero, C., (2002), "Aggregation of Prefenrences in An Environmental Economics Context : A Goal Programming Approach", *The International Journal of Management Science (Omega)*, 30, 1.

Öztürk, A., (2007), *Yöneylem Araştırması, Genişletilmiş 9. Baskı*, Bursa, Ekin Kitabevi.

Rardini, R. L., (2000), *Optimization In Operations Research*, USA : Prentice Hall Inc.

Schniederjans, M. J., (1984), *Linear Goal Programming*, Petrocelli Books, New Jersey.

Steuer, R. E., (1986), *Multiple Criteria Optimization : Theory, Computation and Application*, John Wiley & Sons Inc., Canada.

Turanlı, M. ve Köse, A., (2005), "Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi İle Türkiye'deki Sigorta Şirketlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 7, 19-39.

EK 1. Karar Değişkenleri Listesi

Sıra No*	Hat No	Araç Tipi 1	Araç Tipi 2	Araç Tipi 3	Sıra No*	Hat No	Araç Tipi 1	Araç Tipi 2	Araç Tipi 3
1	26	X11	X12	X13	22	54Ç	X221	X222	X223
2	26A	X21	X22	X23	23	54E	X231	X232	X233
3	26B	X31	X32	X33	24	54G	X241	X242	X243
4	26C	X41	X42	X43	26	54HT	X261	X262	X263
5	30A	X51	X52	X53	27	54K	X271	X272	X273
6	30M	X61	X62	X63	28	54ÖR	X281	X282	X283
7	39Ç	X71	X72	X73	29	54T	X291	X292	X293
8	43	X81	X82	X83	31	62	X311	X312	X313
9	44B	X91	X92	X93	32	62G	X321	X322	X323
10	46Ç	X101	X102	X103	33	65G	X331	X332	X333
11	46ÇY	X111	X112	X113	34	66	X341	X342	X343
12	46H	X121	X122	X123	35	66Z	X351	X352	X353
13	46HY	X131	X132	X133	38	70FE	X381	X382	X383
14	46K	X141	X142	X143	41	70KE	X411	X412	X413
15	46KY	X151	X152	X153	43	70KY	X431	X432	X433
16	47Ç	X161	X162	X163	44	74	X441	X442	X443
17	48	X171	X172	X173	45	74A	X451	X452	X453
18	48B	X181	X182	X183	47	77Ç	X471	X472	X473
19	48H	X191	X192	X193	49	EM1	X491	X492	X493
20	48N	X201	X202	X203	50	EM2	X501	X502	X503
21	54	X211	X212	X213					

*Özel Halk Otobüslerinin çalıştığı hatlar modele dahil edilmemiştir (Sıra No.25, 30, 36, 37, 39, 40, 42, 46, 48).

EK-2 : Modellerin Çözümleri

<i>Değişken</i>	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	<i>Değişken</i>	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	<i>Değişken</i>	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6
X11	3	36	36	36	36	36	X143	0	0	0	0	0	0	X292	0	0	0	0	0	0
X12	0	0	0	0	0	0	X151	36	36	36	36	36	36	X293	0	0	0	0	0	0
X13	0	0	0	0	0	0	X152	6	3	3	3	3	3	X311	6	6	6	6	6	6
X21	3	3	3	3	3	3	X153	10	0	0	0	0	0	X312	0	0	0	0	0	0
X22	0	0	0	0	0	0	X161	3	3	3	3	3	3	X313	0	0	0	0	0	0
X23	0	0	0	0	0	0	X162	0	0	0	0	0	0	X321	3	3	3	3	3	3
X31	36	3	3	3	3	3	X163	0	0	0	0	0	0	X322	0	0	0	0	0	0
X32	6	0	0	0	0	0	X171	36	36	36	36	36	36	X323	0	0	0	0	0	0
X33	7	0	0	0	0	0	X172	6	0	0	0	0	0	X331	10	10	10	10	10	10
X41	3	3	3	3	3	3	X173	10	0	0	0	0	0	X332	0	0	0	0	0	0
X42	0	0	0	0	0	0	X181	3	9	9	9	9	9	X333	0	0	0	0	0	0
X43	0	0	0	0	0	0	X182	0	0	0	0	0	0	X341	10	3	3	3	3	3
X51	36	36	36	36	36	36	X183	0	0	0	0	0	0	X342	0	0	0	0	0	0
X52	0	0	0	0	0	0	X191	3	7	7	7	7	7	X343	0	0	0	0	0	0
X53	9	9	9	9	9	9	X192	0	0	0	0	0	0	X351	3	3	3	3	3	3
X61	3	3	3	3	3	3	X193	0	0	0	0	0	0	X352	0	0	0	0	0	0
X62	0	0	0	0	0	0	X201	36	36	36	36	36	36	X353	0	0	0	0	0	0
X63	0	0	0	0	0	0	X202	6	6	6	6	6	6	X381	3	3	3	3	3	3
X71	36	36	36	36	36	36	X203	10	0	0	0	0	0	X382	0	0	0	0	0	0
X72	6	6	6	6	6	6	X211	13	20	20	20	20	20	X383	0	0	0	0	0	0
X73	10	5	5	5	5	5	X212	0	0	0	0	0	0	X411	3	3	3	3	3	3
X81	3	35	35	35	35	35	X213	0	0	0	0	0	0	X412	0	0	0	0	0	0
X82	0	0	0	0	0	0	X221	3	36	36	36	36	36	X413	0	0	0	0	0	0
X83	0	0	0	0	0	0	X222	0	0	0	0	0	0	X431	3	3	3	3	3	3
X91	36	15	15	15	15	15	X223	0	0	0	0	0	0	X432	0	0	0	0	0	0
X92	6	0	0	0	0	0	X231	4	4	4	4	4	4	X433	0	0	0	0	0	0
X93	10	0	0	0	0	0	X232	0	0	0	0	0	0	X441	3	3	3	3	3	3
X101	36	15	15	15	15	15	X233	0	0	0	0	0	0	X442	0	0	0	0	0	0
X102	6	0	0	0	0	0	X241	3	3	3	3	3	3	X443	0	0	0	0	0	0
X103	10	0	0	0	0	0	X242	0	0	0	0	0	0	X451	3	3	3	3	3	3
X111	8	36	36	36	36	36	X243	0	0	0	0	0	0	X452	0	0	0	0	0	0
X112	0	0	0	0	0	0	X261	3	26	26	26	26	26	X453	0	0	0	0	0	0
X113	0	0	0	0	0	0	X262	0	0	0	0	0	0	X471	14	14	14	14	14	14
X121	3	3	3	3	3	3	X263	0	0	0	0	0	0	X472	0	0	0	0	0	0
X122	0	0	0	0	0	0	X271	10	10	10	10	10	10	X473	0	0	0	0	0	0
X123	0	0	0	0	0	0	X272	0	0	0	0	0	0	X491	3	3	3	3	3	3
X131	36	36	36	36	36	36	X273	0	0	0	0	0	0	X492	0	0	0	0	0	0
X132	6	6	6	6	6	6	X281	3	36	36	36	36	36	X493	0	0	0	0	0	0
X133	10	0	0	0	0	0	X282	0	0	0	0	0	0	X501	3	3	3	3	3	3
X141	3	3	3	3	3	3	X283	0	0	0	0	0	0	X502	0	0	0	0	0	0
X142	0	0	0	0	0	0	X291	4	20	20	20	20	20	X503	0	0	0	0	0	0