

AFET LOJİSTİK SİSTEM TASARIMI İÇİN ÇOK SEÇENEKLİ KONİK HEDEF
PROGRAMLAMA YAKLAŞIMI

Mustafa Çağrı SÖZEN

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca

Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Şafak KIRIŞ

Haziran – 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Mustafa Çağrı SÖZEN'in Yüksek Lisans tezi olarak hazırladığı "Afet Lojistik Sistem Tasarımı için Çok Seçenekli Konik Hedef Programlama Yaklaşımı" başlıklı bu çalışma, jürimizce Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

26/06/2019

Prof. Dr. Önder UYSAL
Enstitü Müdürü, Fen Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Özden ÜSTÜN
Bölüm Başkanı, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Şafak KIRIŞ
Danışman, Endüstri Mühendisliği Bölümü

Sınav Komitesi Üyeleri


Prof. Dr. Özden ÜSTÜN
Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Prof. Dr. Berna HAKTANIRLAR ULUTAŞ
Endüstri Mühendisliği Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Doç. Dr. Şafak KIRIŞ
Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi










ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tezin hazırlanmasında Akademik kurallara riayet ettiğimizi, özgün bir çalışma olduğunu ve yapılan tez çalışmasının bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olduğunu, çalışma kapsamında teze ait olmayan veriler için kaynak gösterildiğini ve kaynaklar dizininde belirtildiğini, Yüksek Öğretim Kurulu tarafından kullanılmak üzere önerilen ve Dumlupınar Üniversitesi tarafından kullanılan İntihal Programı ile tarandığını ve benzerlik oranının %13 çıktığını beyan ederiz. Aykırı bir durum ortaya çıktığı takdirde tüm hukuki sonuçlara razı olduğumuzu taahhüt ederiz.



Doç. Dr. Şafak KIRIŞ



Mustafa Çağrı SÖZEN

AFET LOJİSTİK SİSTEM TASARIMI İÇİN ÇOK SEÇENEKLİ KONİK HEDEF PROGRAMLAMA YAKLAŞIMI

Mustafa Çağrı SÖZEN

Endüstri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2019

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Şafak KIRIŞ

ÖZET

Dünya’da ve ülkemizde çeşitli afetler gerçekleşmekte olup, afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası yapılabilecek bazı çalışmalar hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası planlı davranıldığı sürece karşılaşılabilecek tüm zararlar olabildiğince en küçüklenmiş olacaktır. Bu çalışmada afet sonrası ihtiyaçlara en kısa zamanda ve en etkili şekilde karşılık vermek adına çok amaçlı bir afet lojistik sistemi tasarlanması amaçlanmıştır. Çok amaçlı modeller birden fazla amacı aynı anda gerçekleştirmek açısından günümüzde pek çok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmayla afetten etkilenen insanların ihtiyaçlarının en uygun şekilde karşılanması amacıyla afet lojistik problemi için çok amaçlı bir matematiksel model oluşturulmuştur. Modelde amaçlar toplam maliyeti en küçüklemek, teslim süresini en küçüklemek ve en düşük hizmet düzeyinin en büyüklenmesi olarak belirlenmiş olup, amaçların ağırlıkları çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarından birisi olan AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yaklaşımı ile belirlenmiştir. Çok amaçlı modelin çözümü için çok seçenekli konik hedef programlama yaklaşımı önerilmiş olup, bir ilimizin geçmiş deprem ve konum verileri dikkate alınarak uygulama çalışması yapılmıştır. Buna göre belirlenen hedef değerlerine bağlı olarak en uygun afet lojistik sistemi oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Afet lojistik sistemi, Çok amaçlı programlama, Analitik Hiyerarşi Süreci, Çok seçenekli konik hedef programlama

MULTI-CHOICE GOAL PROGRAMMING APPROACH FOR DISASTER LOGISTICS SYSTEM DESIGN

Mustafa Çağrı SÖZEN

Industrial Engineering, M. Sc. Thesis, 2019

Thesis Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şafak KIRIŞ

SUMMARY

Many disasters occur in the world and in Turkey, and therefore, actions before, during and after disasters are of highest importance because they keep damages to a minimum. The aim of this study was to design a multi-purpose disaster logistics system to meet post-disaster needs the most rapidly and effectively. Multi-purpose models are used in many areas nowadays because they fulfill more than one purpose at the same time. This study proposed a multi-purpose mathematical model for the disaster logistic problem to meet the needs of disaster survivors in the most appropriate way. The objectives set in the model were minimum cost, minimum delivery time and maximum satisfaction. Weights of the objectives were determined using AHP (Analytic Hierarchy Process), which is a multi-criteria decision making approach. A multi-choice conic goal programming approach was proposed for the solution of the multi-objective model. The past earthquake data and location data of cities of Turkey were used to develop the most appropriate disaster logistic system based on the determined target values.

Keywords: Disaster logistics system, multi-objective programming, analytic hierarchy process, multi-choice conic goal programming

TEŞEKKÜR

Tezimin sonuçlanmasında bana sınırsız destek veren özellikle danışmanım Doç. Dr. Şafak KIRIŞ'a, beni her daim destekleyen aileme, emeklerini ve desteklerini esirgemeyen tüm dostlarıma teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	2
3. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE AFETLER VE YARDIM DAĞITIM SİSTEMLERİ	6
3.1. Afet Lojistiği Kavramı	9
3.2. Afet Lojistiği Süreçleri	10
3.2.1. Hazırlık aşaması	11
3.2.2. Anında müdahale aşaması	12
3.2.3. Afet anı talep yönetimi	13
4. ÇOK AMAÇLI PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ	15
4.1. Çok Amaçlı Yaklaşımlar	15
4.1.1. Sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu (Ağırlıklı toplam yöntemi)	15
4.1.2. Epsilon kısıt tekniği (ϵ kısıt)	16
4.1.3. Ardışık sıralama tekniği	16
4.1.4. Sınırlandırılmış amaçlar tekniği	17
4.1.5. Değer fonksiyonu	17
4.1.6. STEM (Adım) tekniği	18
4.1.7. Kabul edilebilirlik fonksiyonu	18
4.1.8. Bulanık (Fuzzy) mantık yaklaşımı	18
4.1.9. Vektör hesaplamalı genetik algoritma	19
4.2. Hedef Programlama Yaklaşımı	20
4.2.1. Çok seçenekli hedef programlama yaklaşımı	21
4.3. Önerilen Hedef Programlama Yaklaşımı: Çok Seçenekli Konik Hedef Programlama	23
5. ÇOK SEÇENEKLİ KONİK HEDEF PROGRAMLAMA İLE AFET LOJİSTİK SİSTEM MODELİ OLUŞTURULMASI	25
5.1. Modelle İlgili Bilgiler	27
5.1.1. Modelle ilgili kabuller	27

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.2. Modeldeki Parametre ve Değişkenlerin Açıklanması	28
5.3. AHP ve Önerilen Modele Uygulanması	34
5.4. Önerilen Çalışma.....	42
5.5. Model Sonuçları	48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	65
EKLER	
Ek 1. Çok Amaçlı Matematiksel Model ve Çözümü	
Ek 2. Çok Seçenekli Konik Hedef Programlama Modeli Amaç ve Ek Kısıtları	
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.1. Önerilen model akış şeması	26
5.2. Yardım dağıtım sistemi	28
5.3. AHP modelinin genel görünümü.....	40



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Dünya’da meydana gelen büyük çaplı depremler ve zarar gören kişi sayıları.....	7
3.2. Türkiye’de meydana gelen büyük çaplı depremler ve zarar gören kişi sayıları.....	8
3.3. Genel ile Yardım dağıtım sistemlerinin karşılaştırılması	9
5.1. Karşılaştırma matrisi için önem skalası	36
5.2. Eleman sayısına göre belirlenen RI Değerleri (CR= CIRI).....	38
5.3. Ölçütlerin amaçlara göre önem dereceleri	40
5.4. Ölçütlerin amaçlara göre önem dereceleri	41
5.5. Ölçütlerin amaçlara göre önem dereceleri	41
5.6. Ölçütlerin birbirlerine göre önem dereceleri.....	41
5.7. Amaçların ölçütlere göre ağırlıkları	42
5.8. Ölçütlerin birbirlerine göre ağırlıkları.....	42
5.9. Yardım malzemelerinin taşınmasında kullanılacak kamyonların boyutları	43
5.10. Yardım malzemelerinin boyutları.....	43
5.11. Afet Modeli için seçilen noktalar	44
5.12. t zamanında gerçekten elde olan yardım malzemesi değerleri ($ASK_{i(t)}$).....	45
5.13. t zamanında gerçekten gerekli bulunan yardım malzemesi değerleri ($ADK_{j(t)}$).....	46
5.14. Talep noktasından Transfer deposuna transfer süresi (R_{ii}).....	47
5.15. Transfer deposundan Toplama noktalarına transfer süresi (R_{ij})	48
5.16. Toplama noktaları ve transfer depoları arasında yardım eşyaları dağıtımı	52
5.17. Transfer depolarından Ordu 19 Eylül Stadı talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.....	53
5.18. Transfer depolarından Ordu İtfaiye Merkezi talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.....	54
5.19. Transfer depolarından Giresun Şehir Stadyumu talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı	55
5.20. Transfer depolarından Giresun İtfaiye Merkezi talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı	56
5.21. Transfer depolarından Tokat Stadı talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı	57
5.22. Transfer depolarından Samsun Belediye Binası talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı	58
5.23. Transfer depolarından Samsun 19 Mayıs Stadı talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.	59
5.24. Transfer depolarından Tokat Belediye Binası talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı ...	60
5.25. Amaçların çözümleri	61

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
λ	temel değer
d_i^+	hedefte üst başarı
d_i^-	hedefte alt başarı
R^p, R^n	çok amaçlı programlama çözüm kümesi
$f_i(x)$	i. hedef fonsiyonu
$\beta + K_i, \beta - K_i$	çok amaçlı programlama amaç ağırlıkları
$Y, f(x)$	herhangi bir amaç fonsiyonu
y_1, y_2	çözüm uzayında iki amaç değeri
a	çok amaçlı programlama çözüm uzayında rastgele bir vektör
ϵ	epsilon kısıt
a_{ij}	istek düzeyi
K_i	hedef programlama ağırlık değeri
a_i	i. hedefin küçültme düzeyi
CR	tutarlılık oranı
CI	tutarlılık göstergesi
RI	random gösterge
e_i^+ ve e_i^-	hedefe bağlı pozitif ve negatif sapmalar
w_1, w_2, w_3	amaçların ağırlıkları

Kısaltmalar

Açıklama

ÇÖKV	Çok ölçütlü karar verme
AHP	Analitik hiyerarşi süreci
AFAD	Afet ve acil durum başkanlığı
HP	Hedef programlama
ÇSHP	Çok seçenekli hedef programlama
ÇAP	Çok amaçlı programlama
KSM	Konik skalerleştirme metodu
AP	Ağırlıklı hedef programlama

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
SHP	Sözlüksel sıralama hedef programlama
MHP	Min-Max hedef programlama
KHP	Konik hedef programlama
Enb	En büyük
Enk	En küçük



1. GİRİŞ

Afet Lojistiği kavramı afetler sonucu zarar gören insanlara ihtiyaç duyacağı her türlü yardım malzemesinin en iyi şekilde nasıl ulaştırılacağına yönelik yapılan planlı çalışmaların bütünüdür (Önsüz ve Atalay, 2015). En uygun dağıtımın nasıl gerçekleştirileceğine dair birçok yaklaşım bulunmakla birlikte yapılan çalışmalar genel olarak afet öncesi, afet anında ve afet sonrası yapılacak faaliyetler olarak ayrılmaktadır. Yapılan tüm bu çalışmalarla afet mağdurlarının ihtiyaçlarının karşılanması ve afet sonucu yaşanan kayıpların azaltılması amaçlanmaktadır.

Afet Lojistiği ile ilgili günümüze kadar pek çok araştırma yapılmıştır. Literatür incelendiğinde yardım malzemelerinin nasıl dağıtılması gerektiğini öneren sistemlerden, maliyetin ve yardımların teslim sürelerinin en küçüklenmesi gibi belirlenen amaçların sağlanmaya çalışıldığı çok amaçlı modellere ve afet sonrası en uygun araç güzergâhlarının belirlendiği sistemler ve en etkili tedarik zincirlerinin belirlenmesi gibi çok farklı çalışmalar yapıldığı görülmüştür. Yapılan çalışmalara bakıldığında ülkemizde afet lojistiği konusunda çok amaçlı programlama yaklaşımıyla yapılmış bir çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Bu çalışmada ülkemiz Karadeniz Bölgesinde Ordu ili merkezi için birkaç ili içine alan çok amaçlı bir afet lojistik sistemi tasarlanmaya çalışılmıştır. Çalışmada toplam maliyetin en küçüklenmesi, toplam teslim süresinin en küçüklenmesi ve en düşük hizmet düzeyinin en büyüklenmesinin sağlanması olarak belirlenen amaçların, kısıtları sağlayacak şekilde gerçekleştirilmesi istenmiştir. Sistem için önerilen çok amaçlı model, çok seçenekli konik hedef programlama yaklaşımıyla çözümlenerek en uygun amaç değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Modelde amaçların ağırlıklarının belirlenmesi için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yaklaşımından yararlanılmıştır. Bununla birlikte bölgenin geçmiş dönemlerdeki örnek bir deprem afeti dikkate alınarak, bir lojistik sistem tasarımı yapılmıştır.

Çalışmada yer alan bölümler sırasıyla şu şekilde sunulmuştur. İkinci bölümde afetler ve afet lojistik sistemi ile ilgili bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde çok amaçlı programlama yaklaşımı anlatılmıştır. Dördüncü bölümde önerilen afet lojistik modeli incelenmiş, ardından belirlenen bir senaryo için uygulama çalışması verilmiştir. Beşinci bölümde sonuç ve öneriler sunulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, ulaşılan tedarik zinciri yönetimi ve afetlerle ilgili lojistik çalışmaları incelenmiştir.

Biing Sheu (2006), yaptıkları çalışmayla, kurtarma döneminde acil yardım taleplerine müdahale eden, kriz lojistik ortak dağıtım işlemine bir lojistik dağıtım optimizasyon yaklaşımı sunmaktadır. Üç katmanlı kriz lojistik ortak dağıtım kavramsal taslağı temel alınarak öne sürülen metodoloji iki tekrarlayan mekanizmayı içermektedir: (1) afetten etkilenen bölgelerin gruplanması ve (2) yardım ortak dağıtımıdır. Model, Tayvan'da gerçekleşen gerçek bir büyük ölçekli deprem afeti için sayısal çalışmalarda uygulanmış ve uygulanabilir olduğu gösterilmiştir.

Sheu (2007), çalışmasında üç katmanlı bir afet yardım dağıtım ağı düşünmüştür. İlk katman, özel kuruluşlar ya da yardım tedariki sağlayan kamu idarelerini ortaya koymaktadır. İkinci katman, gelen ve giden yardım etkili biçimde koordine etmeyi amaçlayan yardım dağıtım merkezlerini (YDM) ortaya koymaktadır. Üçüncü katman, yardım eşyalarını talep eden zarar görmüş bölgelerdeki yardım istasyonlarını göstermektedir.

Tzeng vd. (2007), üç amacı olan çok amaçlı programlama yaklaşımıyla afet sonrası yardım malzemelerini nasıl etkili ve adil bir şekilde kimse mağdur olmadan en kısa zamanda elimizdeki mevcut ekonomik ölçütlerle dağıtılacağına odaklanan çalışmalar yapmışlardır. Yapılan çalışmada oluşturulan matematiksel model lingo yardımıyla çözülmüştür.

Beamon ve Balcik (2008), afet yardım tedarik zincirinin amacını "büyük ölçekli krizlerden etkilenen bölgelere yiyecek, su, ilaç, barınak ve tedarik şeklinde insani yardım sağlamak" olarak tanımlamıştır. Tomasini ve Van Wassenhove (2009), ticari ve insani tedarik zincirleri arasındaki farklara işaret etmiş ve en etkili insani tedarik zinciri yönetiminin, birden fazla müdahaleye en kısa zaman diliminde olabildiğince hızlı cevap verebilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Sheu (2010) büyük ölçekli doğal afetlerde yetersiz bilgi şartları altında kriz lojistik işlemleri için dinamik bir yardım talep yönetim modeli sunmuştur. Öne sürülen yaklaşımda birden fazla alanda yardım talebi tahmin edebilmek için veri birleştirme uygulamıştır.

Özdamar ve Demir (2011), yaptıkları büyük ölçekli afet yardım lojistik planlaması için hiyerarşik kümeleme ve yönlendirme çalışması ile afet sonrası yardım malzemelerinin ve ambulansların en kısa zamanda olay yerine varabilmesi için etkili bir ağ akış modeli ile paralel bir hiyerarşik optimizasyon yönlendirmeli "küme ve rota" işlemi (HDYKR) öne sürmüşlerdir.

HDYKR'de küme ağlarının güzergâh sorunları, paralel şekilde ve bağımsız olarak hesaplama açısından etkin bir çevre yaratarak çözülmektedir. Modelin amacı araçların teslim süresini en aza indirmek ve araç ile mümkün kısıtlara saygı göstererek etkili kaynak kullanımına teşvik etmektir. Modelde İstanbul şehri için geniş ölçekli bir deprem senaryosu üzerinde durularak afet yardım ağlarının sayısı üzerine algoritma performans testi açıklanmaktadır.

Ozguven ve Ozbay (2011), yaptıkları çalışmayla afetler için etkili bir envanter sistemi oluşturmaya çalışmışlardır. Bu çalışmada, çok eşyalı stokastik insani envanter yönetim modeli (ÇE-SİEY) (multi-commodity stochastic humanitarian inventory control, MC-SHIC) ile entegre edilmiş RFTA(Radyo Frekansı ile Tanımlama Aletleri) teknolojisinin kullanımı yoluyla kriz malzemeleri ve taleplerini gerçek zamanlı takip etmeyi temel alan bir insani kriz yönetim taslağı geliştirmek için kapsamlı bir metodoloji öne sürülmektedir.

Afshar ve Haghani (2012), doğal afetlere cevap vermede bütünleşmiş lojistik işlemlerini açıklayan kapsamlı bir model geliştirmeye çalışmışlardır. Öne sürülen model, sadece araç güzergâhı ve teslim alma ya da teslimat takvimleri gibi ayrıntıları değil; ayrıca her bir tesis ve ulaştırma sistemi için çeşitli kapasite kısıtlarını düşünerek birtakım geçici tesis katmanları için en uygun bölge tespitini de hesaba katmaktadır. Öne sürülen modeli test etmek ve optimizasyon özelliklerini değerlendirmek için bir sayısal denemeler seti tasarlanmıştır. Böyle bütünleşmiş bir model, gecikmeleri eleyen ve sınırlı kaynakları en uygun kullanıma tahsis eden merkezi üretilmesi adına önemli çalışmalardır.

Wohlgemuth vd. (2012), yardım dağıtım içeriğini, teslim alma ve teslimatlar ile dinamik araç güzergâh problemini çalışmışlardır.

Lu vd. (2015), çalışmalarında afet sonrası gerçek zamanlı yardım dağıtımını için bir tasarım sunmaktadır. Bu tasarım iki modülden oluşmaktadır. Amaç, belirsiz veri ve karar vericinin riskten kaçınma tavrını hesaba katarak talepleri karşılamak için yardım malzemelerini teslim etme süresini minimuma indirilmesidir. Bu açıdan yapılan bu çalışma büyük önem taşımaktadır.

Sheu vd. (2007), Ben-Tal, (2011), Najafi, (2013) çoklu periyotlardaki girdi verisinin karar verici tarafından bilindiğini varsaymışlardır. Bu durumdan hareketle acil durum lojistik problemlerinin çözümü için çok amaçlı dinamik modeller önermişlerdir.

Yi vd. (2007), Yan ve Shih, (2009), Abounacer (2012), Ozdamar ve Demir (2012), ise tamsayı, karışık tamsayı programlama ve karışık tamsayı doğrusal programlama kullanarak yardım dağıtım problemlerini ele alabilmek için literatürde çeşitli matematiksel programlama modelleri geliştirmişlerdir.

Ozdamar, (2004), Sebbah vd. (2013), stokastik ve robust optimizasyon modellerinin belirsiz veriler ortaya koymasından hareketle yardım dağıtım problemlerinde veri belirsizliğini izah etme ihtiyacını göz önüne alarak bir çok stokastik programlama modeli ve robust optimizasyon modelleri geliştirmişlerdir.

Ben-Tal, (2011), Lu ve Sheu, (2013), felaket gerçekleşme ve etki tahmini yapmanın zorluğundan dolayı olasılık dağılımları ve senaryo verisi genelde mevcut olmaması nedeniyle, karar verici için daha pratik alternatif bir yol olarak belirsiz veriyi açıklamak için mesafeleri ve aralıkları kullandıkları çalışmalar yapmışlardır.

Manopiniwes ve Irohara (2014) afet yardım tedarik zincirlerini yönlendiren farklı amaçlar ve mekanizmalarını incelemişlerdir. Ayrıca olabildiğince hızlı şekilde ve olabildiğince çok afetten etkilenmiş insanı kurtarmak ve yardımcı olmak için toplam müdahaleyi en aza indirmeyi amaçlayan afet işlemler yönetimi için dikkate değer sayıda çalışmaları işaret etmişlerdir.

Wang vd. (2014), bu çalışmayla, teslim süresi, toplam maliyet ve ayrık teslimata güvenilirlik hesaba katılarak yardım dağıtım problemi için doğrusal olmayan tam sayı açık bölge güzergâh modeli oluşturmaktadır. Öne sürülen modeli çözmek için baskın olmayan sıralı genetik algoritma ve baskın olmayan sıralı diferansiyel gelişim algoritması öne sürülmüştür. Çalışmada Çin'de Büyük Sichuan Depremi üzerine bir durum çalışması, öne sürülen model ve algoritmaların uygulaması bulunmaktadır.

Sheu, (2007), Sheu ve Pan, (2015), acil durum lojistiğini afetten etkilenmiş insanların acil ihtiyaçlarının zamanında teslim edilebilmesi olarak tanımlamış ve yine yardım kaynak akışının planlanmasının, yönetiminin ve kontrol edilmesinin önemini belirtmişlerdir. Bunun için de Doğrusal programlama kullanarak bir matematiksel model sunmuşlardır.

Üstün ve Anagün (2015), İstanbul'un ilçelerinden afet durumunda nereye daha çok yardım gitmesinin belirlenmesi için AHP yöntemini kullandıkları bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda İstanbul'daki ilçeleri afet durumunda öncelikle yardım yapılacak yerler olarak sıralamışlardır.

Akgün vd. (2015), afet durumunda en etkin şekilde müdahale için talep yerlerinin belirlenmesinin önemini vurgulamışlardır ve en uygun talep yerinin seçimi için doğrusal programlamayla bir model önererek gerçek bir problem için çözmüşlerdir. Çalışmada talep yerlerinin hasar görebilirliği hata ağacı analiziyle (fault tree analysis) hesaplanmıştır.

Jha vd. (2017), afet durumunda tedarikçiler, yardım kampları ve etkilenen alanları içeren yardım tedarik zinciri için çok amaçlı karışık tam sayılı model önermişlerdir.

Noyan ve Elçi (2018), afet durumlarındaki belirsizliklerinden kaynaklı geleneksel afet öncesi yardım dağıtım ağı problemlerinin sadece yardım dağıtım yapılacak tesislerin kapasitelerini ve yerlerinin belirlendiğini ifade etmişler ve geliştirdikleri iki aşamalı rastlantısal kısıtlı programlama ile afet sırasında risk düzeyini azaltmaya çalışmışlardır.

Maharjan (2019), afet durumunda afet tesisinin yer seçiminde birden fazla zaman periyodu için çok amaçlı model önermiştir. Nepal 2015 yılında gerçekleşen deprem verilerini kullanarak üç ayrı model oluşturmuş ve bu modelleri bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemiyle çözmüştür.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, afet yönetimi ve afet sonrası malzemelerin en kısa ve etkili sürede nasıl dağıtılacağıyla ilgili çeşitli çalışmaların yapıldığı görülmüştür. İncelenen tüm bu çalışmalarda ya önceden olmuş afetler üzerinde ya da ülkelerdeki büyük şehirler üzerinde çalışıldığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmayla bu konuda yapılan diğer çalışmalardan ayrı olarak ülkemizde deprem bölgesinde yer alan Ordu ili için çok amaçlı bir afet lojistik sistemi oluşturmak istenmiştir. Önerilen model ile oluşabilecek bir afet için Ordu ilini mümkün olduğunca hazır hale getirmeye ve her ilin kendi içinde böyle bir çalışma yapabileceğini göstererek ileride yapılabilecek bölgesel çalışmalar adına zemin oluşturulmaya çalışılmıştır.

3. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE AFETLER VE YARDIM DAĞITIM SİSTEMLERİ

Doğal afetler, dünya tarihi açısından neden olduğu can ve mal kayıplarıyla bugün pek çok çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Afetlerin meydana getirdikleri bu yıkıcı etkinin en aza indirilmesine yönelik etkili bir afet yönetim sistemi oluşturulması söz konusu kayıpların azaltılması için büyük önem taşımaktadır. Afet insan topluluklarının yaşamlarını kesintiye uğratan, fiziksel, ekonomik, toplumsal yıkımlar yaratan, insan topluluklarından ya da doğadan kaynaklanan olaylar olarak tanımlanabilir (Aydiner, 2014). Afetin literatürde iki çeşit olarak ele alındığı görülmüştür. Bunlardan ilki “Doğal afetler” olarak geçmekte ve bu afet çeşidi tamamen doğal nedenlerle oluşan afetlerdir. Örnek vermek gerekirse deprem, sel, heyelan, erozyon yangın, fırtına bu afet türüne verilebilecek en akla gelen örneklerdir. İnsan kaynaklı olan afetlere ise “yapay afet” denilmektedir. Bu afet çeşidi tamamen insan kaynaklı olup Rusya’da meydana gelen Çernobil felaketi, insan eliyle çıkan yangınlar, kimyasal malzemelerin taşındığı araçların kazaları bu konuda verilebilecek en akla yakın örneklerdir. Her afet türünün ülkelerde görülme sıklığı ve verdikleri zararlar farklılık göstermektedir. Doğal afet türleri içerisinde depremler, dünya üzerinde gerçekleşmesi bakımından en yaygın doğal afet türü olduğu söylenebilir. Birleşmiş Milletler’in yaptığı araştırmada Dünya’da 2018’de meydana gelen doğal afetler nedeniyle 10 bin 733 kişi hayatını kaybettiği gözlenmiştir (<https://www.aa.com.tr>). Bu meydana gelen afetlerden 61 milyon 700 binden fazla kişi etkilenmiştir. Bu rakamlar afet konusunun ve afetle ilgili yapılacak araştırmaların önemini bir kere daha ortaya koymaktadır.

Yapılan araştırmalarda bugün Türkiye genelinde en yaygın görülen ve en çok can ve mal kaybına neden olan doğal afetin deprem afeti olduğu görülmüştür. Dünya genelinde bugüne kadar meydana gelen depremlerde milyonlarca kişi hayatını kaybetmiştir. Bugün Dünya’da teknoloji devi olarak görülen Japonya’da bile şiddetli depremlerden dolayı çok sayıda can ve mal kaybı yaşanmaktadır. Depremin şu anki teknolojiyle nerede ne zaman olacağı sorusuna kesin bir yanıt verilememektedir. Bu nedenle deprem konusunda yapılan çalışmalar deprem olmadan alınacak önlemler ve olduktan sonra depremden zarar görenlere en kısa zamanda yardımın götürülmesi etrafında toplanmaktadır. Dünya’da meydana gelen son yıllardaki büyük depremler ve yaşanan can kayıpları Çizelge 3.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Dünya’da meydana gelen büyük çaplı depremler ve zarar gören kişi sayıları (<https://www.gzt.com/dunya-politika/son-10-yilda-yasanan-en-buyuk-depremler>).

Yer/Tarih	Deprem Şiddeti	Deprem sonucu ölen (kişi)	Deprem sonucu yaralanan (kişi)
Peru – 15Ağustos 2007	7,9	59	500’den fazla
Çin – 12 Mayıs 2008	7,8	87 bin	370 bin
Endonezya – 30 Eylül 2009	7,5	1000’den fazla	200’den fazla
Haiti – 12 Ocak 2010	7,7	230 bin	100 binden fazla
Şili – 27 Şubat 2010	8,8	700	5 binden fazla
Japonya – 11 Mart 2011	8,9	20 binden fazla	50 binden fazla
Pakistan – 25 Eylül 2013	7,7	500’den fazla	2 binden fazla
Nepal – 25 Nisan 2015	7,8	8 binden fazla	100 binden fazla
Afganistan – 26 Ekim 2015	7,5	400	6 binden fazla
Ekvador – 16 Nisan 2016	7,8	1000	16 binden fazla
Meksika – 7 Eylül 2017	8,1	65	2 binden fazla
Irak – 17 Kasım 2017	7,3	450	5 bin

Ülkemiz topraklarının % 95’i her an deprem olma tehlikesiyle karşı karşıyadır. Yıkıcı can ve mal kaybına yol açabilecek depremler göz önüne alındığında bu sayı % 60 olmaktadır. Türkiye’de son yüz yılda meydana gelmiş 193 adet yıkıcı depremde yaklaşık 100000 kişi hayatını kaybetmiş, 495000 bina yıkılmıştır (Taş, 1995). Sadece 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinde yaklaşık 20000 kişi hayatını kaybetmiştir. Yine meydana gelen depremde 124000 yıkık-ağır hasarlı konut, 110000 orta hasarlı konut ve 100000 az hasarlı konut olmak üzere toplam 334000 konutta hasar saptanmıştır. Bu depremlerin ülkemize verdiği ekonomik zararlar 20 milyar TL’ye ulaşmıştır (Taş,2003). Ülkemizde son yıllarda meydana gelen büyük depremler ve yaşanan can kayıpları Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Türkiye’de meydana gelen büyük çaplı depremler ve zarar gören kişi sayıları.

Yer/Tarih	Depremin Şiddeti	Deprem sonucu ölen kişi sayısı	Deprem sonucu yaralanan kişi sayısı
Bartın – 3 Eylül 1968	6,6	29	4 binden fazla
Van – 24 Kasım 1976	7,2	5 binden fazla	10 binden fazla
Erzincan – 13 Mart 1992	6,6	653	10 binden fazla
Adana – 27 Haziran 1998	6,3	210	2 binden fazla
Kocaeli – 17 Ağustos 1999	7,4	17 bin 800	50 binden fazla
Düzce – 12 Kasım 1999	7,5	710	3 binden fazla
Van – 23 Ekim 2011	6,7	1000’den fazla	4 binden fazla

Yerleşim yerlerinde depremlerden sonra görülen en belirgin etkiler, yapısal çevrenin yıkımı ve hasar görmesidir. Depremlerden sonra birçok yapı; konutlar, işyerleri, fabrikalar, okullar, hastaneler, tarihi ve kültürel değeri olan binalar, yollar iletişim ağı içme suyu şebekesi, doğal gaz boru hatları da zarar görebilir veya yıkılabilir. Bütün bunların sonucu olarak da normal hayat kesintiye uğrar. Yıkıcı depremlerden sonra oluşan yapısal hasarların düzeltilmesi çok uzun zaman alabilir. Bu da deprem olmadan bu hasarları en aza indirecek ya da depremde oluşacak zararlara en kısa zamanda cevap verecek bir sistem oluşturulmasının önemini ortaya koymaktadır. Çalışmada önerilen modelle Türkiye’nin Karadeniz bölgesinde depremden sonra zarar görenlere en kısa zamanda ve en adil şekilde yardım malzemelerinin dağıtımı sağlanmaya çalışılmıştır. Afet sonucu etkilenen insanlara gerekli yardımların ulaşması verilen kayıpların azalması için çok önemlidir. Bu nedenle yardım malzemelerinin dağıtımının en iyi şekilde sağlanması gereklidir. Bu dağıtım sistemleri literatürde yardım dağıtım sistemleri olarak geçer ve genel dağıtım sistemleriyle arasında birtakım farklılıklar bulunur. Çalışmanın bu aşamasında genel ve yardım dağıtım sistemleri arasındaki farklılık incelenmiştir.

İş için olan genel dağıtım sistemleri materyallere, materyallerin maliyetini, araç sayılarını, taşıma noktalarını, depo sayılarını, materyal taleplerini, taşıma ağını, araç kapasitesini, transfer zamanını göz önünde bulundurur. Genel dağıtım sistemi toplam teslim süresi, araçların sayılarını en küçüklerken, servis kapasitesini en büyükleme suretiyle maliyet değişkenleri vb. bazı amaçların toplamını bulmaya çalışır. Genel dağıtım sistemlerine benzer olarak yardım dağıtım sistemleri talep, tedarik ve taşıma olmak üzere üç ayrı amaçtan oluşur. Yardım dağıtım sistemlerinde eşyaların toplama noktaları zarar görmemiş alanlarda tedarik rolü alırken, talep noktaları ise yardım malzemelerinin zarar görenlere, zarar görmemiş alanlarda dağıtımında müşteri rolü görür. Buna ek olarak sistemde büyük boyutlu malzemelerin tutulacağı dağıtım

depoları talep noktalarının yakınında olması ya da zarar gören alanların dağıtım merkezi rolü görmesi gerekir. İki dağıtım sisteminde depolar açısından tek fark dağıtım depolarının kalıcı depo olmak yerine geçici depo olmasıdır.

Yardım dağıtım sistemleri kar amacı gütmeyiz. Bu nedenle de genellikle devlet tabanlı organizasyonlar ya da yardım kuruluşları tarafından gerçekleştirilir.

Afet anında çok kısa zamanda ve eldeki tam olmayan bilgiye göre çok hızlı bir şekilde karar vermek gerekir. Yardım dağıtım sistemleri durumlara göre ani değişiklik gösterebileceğinden karar verici acil durum emirleri, sivil araçlara acil durumlarda el koymak ve güvenli olmayan yolları kapatmak suretiyle gerekli gördüğü acil ve gerekli önlemleri alarak daha fazla zarar oluşmasını, afetten etkilenenlerin ihtiyaçlarını karşılamaya çalışır. Yardım dağıtım ve genel dağıtım sistemleri arasındaki farklılıklar aşağıda Çizelge 3.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Genel ile Yardım dağıtım sistemlerinin karşılaştırılması.

Karşılaştırılan özellikler	Genel dağıtım sistemi	Yardım dağıtım sistemi
Amaçlar	Karı en büyükmek	Adil ve etkin olmak
Tesis özelliği	Fabrikalar Dağıtım merkezleri Müşteriler	Eşyalar için toplama noktası Eşyalar için transfer deposu Eşyalar için talep noktası
Tesis Karakteristiği	Kalıcı tesisler	Geçici tesisler
Planlama şekli	Uzun vadeli planlar	Ulaşılabilir bilgiye göre acil kararlar
Dağıtım şekli	Kullanılan dağıtım yaklaşımı: En kısa yol dağıtımı	Kullanılan dağıtım yaklaşımı: Gezgin satıcı dağıtımı

Dünya'da ve ülkemizde her yıl afetlerden kaynaklı çok sayıda can ve mal kaybı meydana gelmekte ve genel anlamda hayat sekteye uğramaktadır. Bu da iyi bir afet lojistik ve dağıtım sisteminin ne kadar gerekli olduğunu ortaya koymaktadır.

3.1. Afet Lojistiği Kavramı

Afet Lojistiği meydana gelen çeşitli afetlere çabuk en etkili ve çabuk şekilde yanıt verebilmek adına, yapılacak olan tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Her ne kadar bu tür faaliyetler meydana gelen afetlerin türüne göre farklılık gösterse de ortak amaç "insan hayatını kurtarmaktır" (Ersoy ve Börühan, 2013). Genel anlamda afet yardım faaliyetleri ilk yardım malzemeleri, yiyecek, ekipman ve arama kurtarma ekibinin tedarik noktasından, afet bölgesinde coğrafi olarak dağıtım çok çeşitli noktalarına dağıtımı; afetzedelerin afet bölgesinden tahliyesi, emniyetli ve çok hızlı bir şekilde sağlık merkezlerine transferinin yapılmasıyla ilgili faaliyetlerdir (Barbarosoğlu,

2002). Özellikle, ihtiyaç halindeki korunmasız kişilerin ihtiyaçlarını zamanında ve yerinde karşılamak amacıyla hem ürün ve malzemelerin hem de bunlarla ilgili gerekli bilginin depolanması ve merkez noktasından, ihtiyaç duyulan son noktaya kadar etkin bir şekilde akışı için faaliyetlerin planlaması, uygulanması ve kontrolü gereklidir. Bu da afet lojistiğini oluşturmaktadır (Thomas ve Kopczak, 2005). Normal bir işletme lojistiği ile afet lojistiği arasındaki temel fark işletme lojistiği için genellikle önceden belirlenmiş tedarikçi ve üretim yeri, sabit veya en azından tahmin edilebilir bir talep söz konusuysen afet lojistiğinde tüm bu faktörler belirsizdir. Amaçlar açısından karşılaştırıldığında işletme lojistiğinin amacı kar etmek olurken afet lojistiğinin amacı afetten zarar görmüş kişilere yardım etmek olup herhangi bir kar amacı gütmeyiz. Doğal afetlerin ne zaman ne şartlarda gerçekleşeceğini belirlemek mümkün olmadığından afet sonrası ortaya çıkan talebi tahmin etmek ve kısa sürede karşılamak çok zordur. Bu bakımdan afet lojistiği genellikle afet bölgesine büyük miktarlarda tedariki gerekli kılmaktadır (Cassidy, 2003; Thomas ve Kopczak, 2005; Kovacs ve Spans, 2007).

3.2. Afet Lojistiği Süreçleri

Afet lojistiği süreçleri ile ilgili literatürde çok farklı tanımlamalar yapılmıştır. Risk yönetimi afet yönetimi ile ilgili planlama, afet öncesi önlemler, zarar tespiti, anında müdahale ve iyileştirme aşamaları üzerinde durmaktadır (Nisha de Silva, 2001; Cottrill, 2002). Bilgi teknolojileri açısından bakıldığında ise Lee ve Zbinden (2003) afet yönetim faaliyetlerini hazırlık, afet anı ve afet sonrası faaliyetler olmak üzere üç aşamada değerlendirmektedir. Tufinkgi (2006) genel afet lojistik yönetimini bölgesel sınıflandırma ve risk analizi, uygulama öncesi aşama, ağ yapısının planlanması ve uygulanması, beklenmedik durumların yönetilmesi olarak dört aşamada incelemiştir. McGuire (2006) ise afet sürecinde tedarik zinciri yapısını inceleyerek, bu süreci tedarik ağı tasarımı, tedarik zinciri planlaması ve tedarik zinciri faaliyetleri olarak üç aşamada değerlendirmiştir. Olorunoba ve Gray (2006) ise afet yardımı tedarik zincirini uluslararası, ulusal, bölgesel, yerel, topluluk ve afetzede şeklinde tümünden gelim mantığıyla genelden özele doğru modellemiştir. Thomas (2003) afet yardımı boyunca tedarik zinciri faaliyetlerini 9 aşamada; hazırlık, durum tespiti, kaynak transferi, tedarik, ulaştırma faaliyetleri ve bu faaliyetlerin takibi, stok yönetimi, ihtiyaç noktasına teslimat ve performans değerlendirme olarak daha derinlemesine tanımlamıştır. Anlaşılabacağı gibi literatürde afet lojistiği süreçleri birbirinden çok farklı şekillerde ele alınmıştır. Bu çalışmada afet lojistik sistemi hazırlık ve anında müdahale olmak üzere iki aşamada ele alınmıştır.

3.2.1. Hazırlık aşaması

Hazırlık aşaması, afetin meydana gelmesinden önceki süreçte ortaya konması gereken faaliyetler tamamıdır. Bu aşama, gerçekleştirilecek faaliyetlerin iyi şekilde planlanması sonraki aşamalardaki faaliyetleri de etkiler. Bu aşamada, işbirliğinin nasıl sağlanacağı, afetle ilgili fiziksel ağ tasarımının ve kullanılacak bilgi ve iletişim teknolojilerinin düzenlendiği aşama olmasından ileri gelmektedir. Geçmiş deneyimlerden yola çıkılarak afetten kaynaklanması mümkün en ağır sonuçların önceden hesaplandığı ve tüm zorluklarla başa çıkmanın yolunun bulunmaya çalışıldığı bir evre olduğu da söylenebilir (Wassenhove, 2006). Bu aşamaya gereken önemin verilmemesinden kaynaklı afet lojistik sisteminden gereken verimin alınmadığı durumlarla karşılaşmaktadır. Doğal afetlerin meydana geliş zamanı belirsizdir ve bundan dolayı önlenmesi de mümkün değildir. Ancak, afetlerin görüldüğü bölgeler ve görülme sıklığından yola çıkılarak afetin gerçekleştiği yerlerde önceden alınacak önlemler veya tasarlanacak olan dağıtım sistemleriyle gerçekleşecek hasarların boyutunun azaltılabileceği düşünülmektedir. Her yaşanan büyük afetlerde binlerce kişi hayatını kaybetmektedir. Bunun için ülkeler kendi içinde daha önceden gerçekleşmiş afetlerden yola çıkarak bu afetler için tahliye planları oluşturmaktadır. Bu bölgelerde yaşayan tüm halkında felaket anında yapılması gerekenlerle ilgili önceden bilgilendirilmesi can kayıplarının azaltılmasında büyük önem taşımaktadır. Afet nedeniyle ulaşım ağlarının zarar göreceğini düşünüp gerekli önlemleri önceden almak gerekir. Bu nedenle farklı senaryolara göre önceden alternatif ulaşım araçları, ulaşım rotaları ve dağıtım kanalları belirlenmelidir (Wassenhove, 2006; Altay, Sounderpandian, 2006; Kovacs ve Spens, 2007).

Afet sonrası afetten zarar gören mağdurların en çok ihtiyacı olacak tıbbi malzeme, ekipman, yiyecek, çadır ve battaniye gibi ihtiyaçların zamanında ve adil bir şekilde karşılanması da afet lojistiğinin önemli bir parçasıdır. Bu çalışmada afet sonrası zarar gören mağdurlara en kısa zamanda en adil dağıtımın nasıl yapılacağıyla ilgili bir matematiksel model önerisinde bulunulmuştur.

Afet planları hazırlanırken afet öncesi hazırlık aşamasında yapılması gerekenler; bölge için gerekli miktarda afet malzemesini stoklamak, stoklanması için gerekli ambarları sağlamak, afet malzemelerinin periyodik bakımlarını yapmak, afet planlarına uygun ve ihtiyacı karşılayacak ulaştırma kapasitesini tespit ve temin etmek, araçların yeterli olmaması halinde afet malzemelerinin sevkiyatını sağlamak üzere bölgedeki nakliye firmalarının tespitini yapmak, araç yükleme planlarını hazırlamak, bölge yol haritasını ve yol bilgilerini hazırlamak olarak düşünülmektedir (Börühan vd., 2012).

Bu çalışmada hazırlık aşamasında hedeflenenler kısaca aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Afet bölgesine ulaşımın sağlanacağı en kısa ve en uygun güzergâhın belirlenmesi ve haritalanması (Talep edilen, satın alınan malzemelerin doğru yere, doğru zamanda, en küçük maliyetle ve güvenli bir şekilde transferini sağlayacak alternatifler),

2. En kısa sürede en fazla kişiye yardım malzemelerinin ulaştırılması,

3. İhtiyaçların türü ve miktarı belirlenerek doğru kişilere doğru ürünlerin ulaştırılmasının sağlanacağı dağıtım sisteminin oluşturulması,

4. En uygun depo sayısının, kapasitesinin ve yerlerinin bulunması,

5. Yardım malzemelerinin taşınacağı araçların ve en uygun kapasiteli depoların seçilmesi,

6. Taşıt güzergâhı seçilmesi,

7. Afet merkezlerine ulaşılması kolay noktaların önceden belirlenerek (bu yerler merkeze yakın yerler olur en çok kişiye ulaşabilmek için) transferlerin bu noktalardan yapılması,

8. Harcanacak finansal kaynağın en iyi şekilde kullanılması.

3.2.2. Anında müdahale aşaması

Anında müdahale aşaması afet oluşuktan hemen sonraki aşamadır ve bu aşamadaki çeşitli faaliyetleri kapsar (Cozzolino, 2012). Bu aşama afetle ilgili önceden yapılan planın, afetin yaşandığı yere en hızlı ve doğru şekilde karşılık verecek şekilde uygulanmasıdır. Bu durumun sağlanabilmesi de ancak tüm afet durumları ve olumsuzluklarının göz önüne alındığı bir planla mümkün olur. Afet durumunda kayıp ve hasarların tam anlamıyla tahmin edilememesinden kaynaklı olarak yapılacak planlar daha önce yaşanan afetlerden yola çıkılarak senaryo olarak oluşturulur. Önerilen modelde Karadeniz bölgesinde meydana gelmiş yakın zamandaki en büyük deprem olan Bartın depremi senaryo olarak ele alınıp planlanmıştır. Bu aşamada dikkate alınması gereken nokta, hazırlık aşamasında afet türlerine göre planlanan senaryoların ve öncelikleri belirlenen acil yardım faaliyetlerinin bilinmesidir. Çalışmada oluşturulan senaryoya uygun olacak şekilde toplama ve transfer depoları belirlenmiş ve afetten zarar görenlere önceden belirlenmiş araçlarla belirlenen hayati malzemelerin (uyku çadırı, mineral su, hazır makarna ve konserve yiyecek) adil ve etkin bir şekilde belirlenen varsayımlar kapsamında en kısa zamanda dağıtılmasını sağlamak amaçlanmıştır. Anında müdahale süreçleri Kovacks ve Spens (2007)'e göre, afet anı talep yönetimi, afet anı tedarik yönetimi ve afet anı dağıtım olmak üzere üç aşamaya ayrılmaktadır. Bu çalışmada da anında müdahale süreci üç aşamada incelenmiştir.

3.2.3. Afet anı talep yönetimi

Afet durumunda taleplerin yönetilmesi amaçların gerçekleştirilmesi açısından en önemli aşamadır. Afet tedarik sistemlerinde en büyük sorun taleplerin tam anlamıyla belirlenememesidir. Bu yüzden afet bölgesini iyi tanımak gerçekleşecek olan afet sonucu ihtiyaçları doğru ve zamanında tespit edebilmek için gerekli koordinasyonun sağlanması gerekir.

Afetin meydana geldiği anı takip eden saat ve günlerde afetin meydana geldiği yer, mağdur sayısı ve ihtiyaçları hızlı ve doğru şekilde tespit edilmeli yine bu ihtiyaçların mümkün olan en kısa sürede temin edilmesi sağlanmalıdır.

Afet anı tedarik yönetimi

Tedarik süreci doğru ihtiyaçların tedarikinin sağlanması açısından önemli bir yönetim sürecidir. Bu sürecin iyi şekilde yönetilememesi hem ihtiyaç duyulandan fazla yardıma hem de bu yardımların asıl ihtiyaç duyulan bölgelere zamanında ve adil bir şekilde ulaşamamasına sebep olabilir. İhtiyaçtan az tedarik ihtiyaç sahiplerinin mağduriyetine sebep olurken fazla tedarikte gereksiz yere stok artışına bu da kar amacı gütmeyen dağıtım sisteminde sınırlı kaynakların boşa harcanmasına neden olur. Bunun yanında, farklı bölgelerden gönderilen yardım malzemelerinin farklı türlerde olması, aynı tür de olanların farklı renk, boyut, marka gibi farklı özelliklere sahip olması, kategorilere ayrılmasında ve tedarikçilerden sağlanan diğer yardım malzemeleriyle bir araya toplanmasında bazı zorluklara yol açabilir (Sowinski, 2003). Önerilen modelde yardım malzemeleri aynı çeşit kolilerde taşınmaktadır. Doğal afet durumunda ülkemizde bulunan yardım kuruluşları da Kızılay gibi mağdurların gerekli ihtiyaçlarının sağlanması için görev almaktadır. Bunun dışında yabancı kuruluşlarda afet bölgesine yardım gönderebilmektedir. Ülkemizde afet durumunda asıl görevli kuruluş Afet Koordinasyon Kuruludur. Afet Koordinasyon Kurulu bu süreci yönetirken, Bayındırlık ve Çevre Bakanlığı başkanlığında Milli Savunma Bakanlığı, Dışişleri Bakanlığı, Maliye ve Gümrük Bakanlığı, Milli Eğitim Gençlik ve Spor Bakanlığı, Sağlık Bakanlığı, Ulaştırma Bakanlığı, Tarım ve Ormanlık Bakanlığı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Sanayi ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Müsteşarlığı ile Genelkurmay Başkanlığı'ndan yardım almaktadır. Dünya'da afet durumlarında ülkelere yardımcı olan kuruluş Birleşmiş Milletlerdir. BM lojistik faaliyetlerini desteklemek ve ülkelerin zarar gören bölgelerinin daha hızlı iyileşmesine yardımcı olmak amacıyla ülkelere yardım etmektedir.

Önerilen modelde Dünya'daki ve ülkemizdeki yardım kuruluşlarından çalışma kapsamında destek alınmamıştır. İleriki yıllarda ülke genelini kapsayacak bir çalışmada yerli ve yabancı yardım kuruluşlarının da hesaba katılması daha faydalı olacaktır. Bu çalışmada daha önceden belirlenen toplama noktaları ve transfer depolarından mağdurlara (talep noktalarına)

yardım malzemelerinin belirlenen kısıtlar ve amaçlar doğrultusunda gönderilmesi şeklinde model çalışmaktadır. Modelde afet anı tedarik yönetimi belirlenen kısıtlarla sağlanmaktadır.

Afet anı dağıtımı

İyi bir afet yönetim lojistiği tüm süreçleri en iyi bir şekilde analiz edip her bir süreç için değişik senaryoları göz önüne alabilmelidir. Oluşturulacak olan lojistik sisteminde afet durumunda kullanılacak güzergâhların belli olması ve dağıtımın yapılacağı araçların önceden belirlenmesi afet anında ortaya çıkacak kargaşanın önlenmesinde etkili olacaktır. Afetten sonra yol güzergahlarının etkilenmesi, elektrik kesintilerinden dolayı yardım malzemelerinden yiyecek tür şeklindeki malzemelerin bozulması yine lojistik dağıtımında kullanılacak araçların zarar görmesi gibi durumlarla karşılaşılabilir. Modelde bu hususları engellemek afetin önceden tespit edilememesinden kaynaklı önlenemeyeceğinden varsayımlar olarak kabul edilmiştir. Bahse konu varsayımlar ileriki bölümlerde detaylı olarak anlatılmıştır. Yapılan çalışmada afet türlerinden deprem olması durumunda bir dağıtım sistemi önerilmiştir. Modellenen dağıtım sistemi iki aşamalı olarak düşünülmüş ve toplama noktalarından, transfer depolarına transfer depolarından da talep noktalarına yardım malzemelerin ulaşımı sağlanmaya çalışılmıştır. Modelde toplama noktaları yardım malzemelerinin dağıtılmadan önce ilk toplandığı yerlerdir. Transfer depoları ise malzemelerin mağdurlara ulaşmadan önce toplandığı son yer olan depolardır. Talep noktası ise mağdurlara dağıtımın yapıldığı yerlerdir. Belirlenen kısıtlarla da yardım malzemelerinin en az maliyetle, en kısa zamanda, en adil ve etkin şekilde dağıtımı yapılmıştır.

4. ÇOK AMAÇLI PROGRAMLAMA YÖNTEMLERİ

Bu bölümde çok amaçlı programlama ve çeşitleri anlatılmıştır. Günümüz problemlerinde gerçekleştirilmesi gereken bir amaç bulunmaz. Birden fazla ve birbiriyle çelişen amaçların aynı anda gerçekleştirilmesi gerekir. Çok Amaçlı Karar problemlerinde gerçekleştirilmesi gereken birden fazla amacın yanında her bir amacın etkilendiği çok sayıda da kısıt vardır. Bu tür problemlerin çözümünde tek amaçlı problemlerin çözümlerinde kullanılan algoritmaları kullanmak çözüm uzayının yeteri kadar taranamaması, iyi sonuçlar alınamamasına yol açabilmektedir. Yapılan araştırmalarda çok amaçlı problemlerin çözümlerinde etkin sonuçlara ulaşabilmek ve çözüm uzayının tamamını ya da tamamına yakını tarayabilecek yaklaşımlar geliştirilmiştir. Çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümünde kullanılan yaklaşımlardan bir tanesi sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu da denen amaçların ağırlıklarının birbirinden farklı olması ve hepsinin tek bir amaç altında birleştirilmesidir. Bu şekilde çok amaçlı problem, tek amaçlı hale getirilerek çözüm yapılır. Çok amaçlı programlama da problemi oluşturan karar değişkenlerinin her biri için en iyi çözümler bulunmaya çalışılmaktadır. Çok amaçlı programlama basit olarak Eşitlik (4.1) ve (4.2)'de verilmiştir.

$$\text{Enb } f(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_p(x)] \quad (4.1)$$

Kısıtları altında

$$X \in S \quad (4.2)$$

Burada x değeri (x_1, x_2, \dots, x_n) olmak üzere değişkenleri gösterirken S tüm x değişkenleri için çözüm alanını göstermektedir. Önerilen bu çalışmada belirlenmiş olan üç amacın çözüm sürecindeki ağırlıkları birbirinden farklı olmaktadır.

4.1. Çok Amaçlı Yaklaşımlar

Gerçek hayattaki problemlerde genelde karar vericinin amaçlara verdikleri önem birbirinden farklı olmaktadır. Bu bölümde çok amaçlı programlama yaklaşımlarından karar vericinin amaçlar için tercihte bulunabildiği çok amaçlı programlama yaklaşımları ele alınmıştır.

4.1.1. Sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu (Ağırlıklı toplam yöntemi)

Sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu, birden fazla amacı, tek amaç altında birleştirir ve tek amaçlı problem haline getirir (Michalewicz, 1994; Murata ve Ishibuchi, 1995). Sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu yaklaşımı, amaçlara verilen w_1, w_2, \dots, w_n ağırlıklarıyla aşağıda formüle edilmiştir. Bu amaçlarımızın ağırlıklarının toplamı 1 olmak zorundadır.

$$F(x) = w_1f_1(x) + w_2f_2(x) + \dots + w_nf_n(x) \quad (4.3)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1, W_i \geq 0 \quad \forall_i \quad (4.4)$$

Amaçlarımızın değerleri ayarlanarak çözüm uzayının arama yönü ayarlanabilir. Sabit ağırlıklı amaç fonksiyonu yaklaşımında bir veya birden fazla amacın ağırlık değeri yüksek verilerek, arama uzayının belirli bir yönde hareket etmesi sağlanabilir.

4.1.2. Epsilon kısıt tekniği (ϵ kısıt)

ϵ -kısıt tekniğinde amaçlardan yalnız bir tanesi amaç olarak seçilir ve diğerleri kısıt olarak formüle edilir.

$$\text{Enk } f_i(x) \quad (4.5)$$

$$f_a \leq e_a, f_j \leq \epsilon_j, \forall_j \quad (4.6)$$

$$X \in S \quad (4.7)$$

Kısıt değeri e_a , sürekli olarak değiştirilerek çözüm uzayında farklı noktalar elde edilebilir. Bu yaklaşım çözüm uzayında bir optimum çözüm olduğu sürece, yani $f_a = e_a$ 'da bir optimum çözümü olduğu sürece çözüm uzayı üzerinde yayılmaya imkan bulabilir.

4.1.3. Ardışık sıralama tekniği

Bu yaklaşımda karar verici amaçların optimize edileceği sırayı belirler. Karar verici için i. Amaç j. Amaçtan önce gelmektedir. Sıralama işlemi en önemle amaçtan en önemsiz amaca doğru gerçekleştirilir. Yaklaşımda ilk amaç çözüldükten sonra elde edilen değişken değerleri diğer amaçlar içinde kullanılmaya çalışılır. Kısıtlar çözüm sonunda üç amacı gerçekleştirecek hale gelse de çözüm sonrası kısıtlar en önemli amacı gerçekleştirecek kısıt değerlerine daha yakın olur. Söz konusu yaklaşım Eşitlik (4.8) ve (4.9)'da verilmiştir.

$$\text{Enb } f_j(x) \quad (4.8)$$

$$X \in S \quad (4.9)$$

4.1.4. Sınırlandırılmış amaçlar tekniği

Bu yaklaşımda, karar vericiden öncelikle her bir amaç için en düşük ve/veya en yüksek kabul edilebilir düzey A_r (alt sınır) ve B_r (üst sınır) değerlerini belirlemesi istenir. Model şu şekilde ifade edilebilir.

$$\text{Enb } f_r(x) \quad (4.10)$$

$$X \in S \quad (4.11)$$

$$F_k(x) \geq A_r \quad (4.12)$$

$$F_k(x) \leq B_r \quad k=1,2,\dots,k \text{ ve } k \neq r \quad (4.13)$$

Bu tekniğin eksikliği, çözüm hakkında tam anlamıyla bilgi sahibi olmadan karar vericiden, alt ve üst sınır değerlerini belirlemeye zorlamaktır. Bu zorlama sonucu belirlenmiş sınır değerleriyle ulaşılan sonuçlar karar vericiyi her zaman tatmin etmez. Yine amaçlar arasından $f(x)$ ' in seçiminde bazı zorluklarla karşılaşılabilir.

4.1.5. Değer fonksiyonu

Bu teknikte öncelikle her bir amaç için değer fonksiyonları belirlenir. Her bir amacın değer fonksiyonunun belirlenmesinde, karar vericiyle yoğun bir çalışma yapılmalıdır. Değer fonksiyonu tekniğinde her bir amaç için değer fonksiyonu ($U_i(f)$) doğru olarak belirlenebildiğinde, onun çözümü karar vericiyi tatmin edebilir. Tabii ki burada, karar vericinin tercihleri ortaya koymada tutarlı olması gerekir. Değer fonksiyonları: $K(f_1(x), f_2(x), \dots, f_i(x)) = K(f(x))$ şeklinde de gösterilebilir. Farklı amaçları bir araya toplamak için genellikle değer fonksiyonlarının toplanabildiği ya da çarpılabildiği varsayılmaktadır. Basitçe ifade etmek gerekirse;

$$K(f(x)) = \sum_{i=1}^n K_i(f_i(x)) \quad (4.14)$$

$$K(f(x)) = \prod_{i=1}^n K_i(f_i(x)) \quad (4.15)$$

Eğer $K(f(x))$ karar vericinin değer fonksiyonu en iyi şekilde ifade edilirse toplam faydanın en büyüklenmesi, karar vericiye göre en iyi çözümü olur. Ancak, bir problem için değer fonksiyonlarını üretmek ve toplam değer fonksiyonunu ortaya koymak çok zordur.

4.1.6. STEM (Adım) tekniği

STEP olarakta bilinen yaklaşım karar vericiden gelen tercih bilgileri doğrultusunda çözüm uzayının aşama aşama daraltılması ve bu işlem sırasında en iyi amacı bulmaya çalışılması şeklinde ifade edilebilir. Genel model, sınırlandırılmış ve ağırlıklandırılmış amaçlarla yeniden formüle edilir.

$$\text{Min } [(\sum_{i=1}^n (W_i^h (f_i(x) - f_i^*))^p)]^{1/p} \quad (4.16)$$

$$X \in S \quad (4.17)$$

$$W_i > 0, \quad \forall_i \quad (4.18)$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad (4.19)$$

Burada h-iterasyon sayısını, f_i^* ideal çözüm ve p ise 1 ile ∞ arasında bir parametredir. Min-max formülasyonunu çözmek ve farklı amaçların büyüklüğünü eşitlemek için ağırlıklara ihtiyaç duyulur. Bu teknikte amaçlara ulaşmak için çözüm uzayı aşamalı olarak daraltılır.

4.1.7. Kabul edilebilirlik fonksiyonu

Karar vericinin her amaç için ortaya koyduğu kabul edilebilirlik olasılığının amaç fonksiyonuyla birlikte integralinin alındığı yaklaşımda $c(z)$, z-performans özelliğini tanımlayan fonksiyon ve $r(z)$, z'inci hedefin kabul edilebilirlik yoğunluk fonksiyonu, r_i integral fonksiyonu, r_a gerçekleştirilmek istenen amaç yoğunluk fonksiyonu olmak üzere; tüm hedefler göz önüne alındığında ;

$$\text{Max } r_a(x) \quad (4.20)$$

$$r_i = \int c(z)r(z)dz \quad r_a = \prod_{i=1}^n r_i \quad (4.21)$$

$$X \in S \quad (4.22)$$

Bulanık mantık yaklaşımına benzeyen yaklaşımda farklı olarak yöntemin temelini oluşturan kabul edilebilirlik yoğunluk fonksiyonunun belirlenmesinde çoklu mantık sistemi yoktur.

4.1.8. Bulanık (Fuzzy) mantık yaklaşımı

Bulanık kümeler kavramı, bir ifadenin eş zamanlı olarak kısmen doğru ve kısmen yanlış olabildiği çoklu mantık üzerine kurulmuştur (Atlas, 2008). Bulanık mantıkta μ_i -her bir amaç fonksiyonu için doğruluk düzeyini gösterirken; $\mu_i = 0$ iken ifade yanlış, $\mu_i = 1$ iken ifade doğrudur. Çok amaçlı optimizasyon probleminde her amaç için bir μ_i ($f_i(x)$)'i atanır (Atlas, 2008).

Modelde μ_i : i. amacın gerçekleşme düzeyini ifade eder (Atlas, 2008). $f_i(x)$ 'in değeri, amacın gerekliliklerini ne ölçüde karşıladığını ifade eder ve $\{0, 1\}$ aralığında bir değer elde etmek için μ_i tarafından bulanıklaştırılır (Özkan, 2003; Mohan and Nguyen, 1998). Bulanık mantık yaklaşımı Eşitlik (4.23) ile (4.25) arasında verilmiştir.

$$\text{Bulanık } f(x) = \text{Min}(\mu_1(f_1(x)), \mu_1(f_1(x)), \dots, \mu_k(f_k(x))) \text{ ya da} \quad (4.23)$$

$$\text{Bulanık } f(x) = \prod_{i=1}^n (\mu_i(f_i(x))) \quad (4.24)$$

$$\text{Enb Bulanık } f(x) \quad (4.25)$$

$X \in S$ şeklinde yazılabilir (Andersson, 2004).

4.1.9. Vektör hesaplamalı genetik algoritma

Vektör hesaplamalı genetik algoritma, bir sonraki popülasyonun alt kümesinin bir tek amaç tarafından seçilmesi ve gelecek popülasyonun oluşturulması için sırayla modeldeki bir amacın bir diğerlerinin 0 değerini aldığı yaklaşımdır. Bu şekilde gelecek popülasyon her amacın en iyi bireylerinden oluşmaktadır. Problemden ne kadar amaç varsa o kadar alt topluluk seçilir. Her alt topluluk, bir amaç fonksiyonunun en iyi değerlerinden oluşur ve her bir alt topluluk bir sonraki iterasyonun yalnızca bir bölümünü oluşturur. Yeni iterasyon, bir önceki iterasyonda oluşturulan alt kümelerin birleşimidir (Fırlalı ve Kaya, 2016). Vektör hesaplamalı genetik algoritma, amaç fonksiyonlarının doğrusal birleşimi gibi çalışır (Fırlalı ve Kaya, 2016). $F(x)$ fonksiyonu her iterasyonda tek amaç tarafından belirlenir. Yaklaşımın formüle edilmiş hali Eşitlik (4.26) ve (4.29) arasında gösterilmiştir.

$$F(x) = 1f_1(x) + 0f_2(x) + \dots + 0f_n(x) \quad (4.26)$$

$$F(x) = 0f_1(x) + 1f_2(x) + \dots + 0f_n(x) \quad (4.27)$$

$$F(x) = 0f_1(x) + 0f_2(x) + \dots + 1f_{n-1}(x) + 0f_n(x) \quad (4.28)$$

$$F(x) = 0f_1(x) + 0f_2(x) + \dots + 0f_{n-1}(x) + 1f_n(x) \quad (4.29)$$

Yaklaşımında belirli bir amaç fonksiyonu tarafından seçilen her bir alt topluluk, daha sonra birleştirilir ve çözüm için kullanılan optimizasyon yaklaşımının adımlarına uygulanır (Fırlalı ve Kaya, 2016). Çalışmanın bu bölümünde çözüm aşamasında yararlanılan hedef programlama yaklaşımından bahsedilmiştir.

4.2. Hedef Programlama Yaklaşımı

Hedef programlama (HP), tüm öz niteliklere hedeflerin atandığı ve karar vericinin ilgili hedeflere ulaşamama başarısızlığını en aza indirmeyi amaçladığı, karar verme problemlerini ele almak için tasarlanmış analitik bir yaklaşımdır (Üstün, 2012). Başka bir deyişle, bu stratejiyle, karar verici yeteri kadar (yani, tatmin edici ve yeterli) bir çözüm aramaktadır (Romero, 2004).

Hedef Programlamada amaç fonksiyonlarını en büyüklük ya da en küçüklük yerine belirlenen amaçların sapmalarının en küçüklüğüdür. Dolayısıyla HP modelinin kilit unsurlarından biri, modelde ele alınan hedeflerin istenmeyen sapmalarının en aza indirgenme derecesini ölçen başarı fonksiyonudur (Üstün, 2012). Bu fonksiyon ise sapma ne kadar az olursa o kadar iyi olur anlayışına dayanmaktadır. Hedef Programlama yaklaşımlarından hala en yaygın şekilde kullanılan üç başarı fonksiyonu şunlardır: ağırlıklı (Arşimet), önleyici (leksikografik) ve MINMAX (Chebyshev). Tamiz ve diğ. (1995) araştırmasına göre, literatürdeki HP uygulamalarının yaklaşık %65'i önleyici başarı fonksiyonlarını, %21'si ağırlıklı başarı fonksiyonlarını ve geri kalanı ise maksimum sapmanın en aza indirildiği MINMAX yapısı gibi diğer başarı fonksiyonlarını kullanmaktadır (Üstün, 2012).

Bir HP modeli Eşitlik (4.30)'da ifade edilmiştir:

$$(HP) \quad \text{Min} \sum_{i=1}^n K_i |f_i(x) - a_i| \quad (4.30)$$

$x \in X$ (X uygun bir kümedir)

Burada, K_i başarı fonksiyonunda bu sapmalara bağlı olan pozitif ağırlıklardır; $f_i(x)$, i 'inci hedefin fonksiyonudur ve a_i ise i 'inci hedefin küçültme düzeyidir. Eşitlik (4.30)'da gösterilen bu küçültme işlemi, Ağırlıklı Hedef Programlama (AP), Sözlüksel Sıralama Hedef Programlama (SHP) ve MINMAX Hedef Programlama (MHP) gibi geleneksel yaklaşımlarla gerçekleştirilebilir.

Gerçek hayatta hedef programlama yaklaşımı genel olarak iş yerlerinde üretim aşamasında verimliliğin artırılması, stok miktarının artırılması, müşteri memnuniyetini artırılması, maliyetlerin en küçüklükmesi, toplam karın en büyüklükmesi alanlarında kullanılmaktadır. Ayrıca farklı olarak müşteri işgücü planlaması, kuruluş yeri seçimi, ulaştırma ve lojistik, pazarlama stratejilerinin belirlenmesinde, akademik planlama, finansal analiz, sağlık hizmetlerinin planlanması gibi pek çok alanda da kullanılmaktadır.

HP çeşitlerinin en büyük zayıflığı etkili noktaları garanti etmemeleridir. HP modelleri karar vericinin çok karamsar olduğu yani uygulanan kısıtlamalara göre kolayca ulaşılan hedefler belirlemede dolayı çoğu zaman istenilen sonuçları vermemektedir. Bu durum HP'nin kullanımına dair endişelere ve şüphelere sebep olmuştur.

Bu dezavantajın üstesinden gelmek için Hannan, Pareto verimliliğini restore etmek amacıyla bir çözüm geliştirmiştir (Romero, 1991). Bu yaklaşım, standart verimsiz HP optimizasyon noktasını kapsayan bir dizi nokta üretilmesine dayanmaktadır. Hannan'ın yaklaşımı Romero tarafından ilerletilmiş olup Romero'nun yaklaşımındaki amacı herhangi bir hedefin elde ettiği değer standart yetersiz HP noktasından degradasyonunu önlerken, verimli puan üretmektir (Tamiz vd., 1999). Tamiz ve Jones, (1996) yaptıkları çalışmayla Pareto etkinlik ve etkinsizlik tespiti için alternatif bir teknik geliştirmiş ve bunu bir HP optimizasyon paketi GPSYS içinde uygulamışlardır. Bu yaklaşımı uygularken hedefleri, Pareto etkin, etkinsizlik veya sınırsız durumlarına sınıflandırmak için tasarlanmış bir dizi testten oluşmaktadır. Bu testler etkinliği veya etkinsizliği belirlemek için ilk elde edilen optimal çözümden amaçların iyileştirilme olasılığını araştırmakta ve nihai çözüm elde etmek için Pareto etkinlik tespit ve restorasyon analizini geliştirmiştir (Tamiz vd., 1999).

4.2.1. Çok seçenekli hedef programlama yaklaşımı

Chang (2008) son zamanlarda çoktan seçmeli hedef programlama (ÇSHP) adlı yeni bir yaklaşım geliştirmiştir. Bu yaklaşımda karar vericilerin her hedef (yani, birden fazla istek düzeyinin haritalandırılması için bir hedef) için çoktan seçmeli istek düzeyleri (ÇSİD) belirlemelerine izin vermektedir. Böylece düşük karar tahmininden kaçınılabirler.

(ÇSHP)

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n K_i f_i(x) - a_{11} \text{ veya } a_{22} \dots a_{im} \quad (4.31)$$

$$\text{k.a. } x \in X \text{ (X uygun bir kümedir)} \quad (4.32)$$

Burada, a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, p$ and $j = 1, 2, \dots, m$), ilk i 'inci hedefin j 'inci istek düzeyi olup $a_{ij-1} \leq a_{ij} \leq a_{ij+1}$ değerleri arasındadır. Diğer değişkenler HP'de olduğu gibi tanımlanır.

ÇSHP'ye göre, küresel bölgede küresel optimal çözümü elde etmek için, karar vericiler yerel bölgedeki sadece tek bir istek düzeyini ele almakla kalmayıp aynı zamanda belirli kısıtlamalar altında birden fazla istek düzeyi de geliştirmelidir (Chang, 2007).

ÇSHP'nin başarı fonksiyonu şu şekilde ifade edilebilir (Chang, 2007):

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n K_i(d_i^+ + d_i^-) \quad (4.33)$$

$$f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = \text{Min } \sum_{j=1}^m a_{ij}S_{ij}(B) \quad i=1,2,\dots,n \quad (4.34)$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i=1,2,\dots,p, \quad (4.35)$$

$$S_{ij}(B) \in R_i(X), \quad i=1,2,\dots,p, \quad (4.36)$$

$$x \in X \quad (X \text{ uygun bir kümedir}) \quad (4.37)$$

Burada, $d_i^+ = \max(0, f_i(x) - \sum_{j=1}^m a_{ij}S_{ij}(B))$ ve $d_i^- = \max(\sum_{j=1}^m a_{ij}S_{ij}(B) - f_i(x))$ i'inci hedefin sırasıyla üst ve alt başarılarıdır. $S_{ij}(B)$, ikili seri numaralarının bir fonksiyonunu temsil eder. Diğer değişkenler HP veya ÇSHP'deki gibi tanımlanır. Chang (2008), yaptığı çalışmayla ÇSHP'yi, bu sorunu çözmek için çarpımsal ikili değişken terimlerini içermeyecek şekilde formüle etmek amacıyla alternatif bir yaklaşım geliştirmiş, söz konusu bu yaklaşımın formüle edilmiş ÇSHP başarı fonksiyonu Eşitlikler (4.38) - (4.42) arasında verilmiştir.

İlk durum: "Normalize edilmiş" (Revize edilmiş ÇSHP) Eşitlikler (4.38)-(4.42) arasında verilmiştir:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n [K_i(d_i^+ + d_i^-) + a_i(e_i^+ + e_i^-)] \quad (4.38)$$

$$f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = y_i \quad i=1,2,\dots,p, \quad (4.39)$$

$$y_i - e_i^+ + e_i^- = a_{i,\max}, \quad i=1,2,\dots,p, \quad (4.40)$$

$$a_{i,\min} \leq y_i \leq a_{i,\max}, \quad (4.41)$$

$$d_i^+, d_i^-, e_i^+, e_i^- \geq 0, \quad i=1,2,\dots,p, \quad (4.42)$$

$$x \in X \quad (X \text{ uygun bir kümedir})$$

Burada, y_i i'inci istek düzeyi ise üst ($a_{i, \max}$) bağlı ve alt ($a_{i, \min}$) bağlı ($a_{i, \min} \leq y_i \leq a_{i, \max}$) arasında sınırlı sürekli değişkendir; d_i^+ and d_i^- , yukarıda belitilen modelde i'inci, $|f_i(x) - y_i|$ hedefe

bağlı üst ve alt başarılarıdır; e_i^+ ve e_i^- ise i'inci, $|y_i - a_{i,max}|$ hedefe bağlı pozitif ve negatif sapmalardır; diğer değişkenler ÇSHP'de olduğu gibi tanımlanır (Özden, 2012).

ÇSHP'nin hızlı gelişimi, modellerde ve uygulamalarda muazzam bir çeşitlilik sağlamıştır. ÇSHP, tedarikçi seçimi, ürün planlama değerlendirmesi, kalite yönetim sistemi grafiği gibi gerçek Dünya'da ki çok ölçütlü karar verme problemlerine uygulanmıştır (Paksoy ve Chang, 2010).

Son on yılda, çok amaçlı programların (ÇAP) etkin çözümünü bulmak için referans noktası kullanan birçok ölçeklendirme (skalerleştirme) metodu geliştirilmiştir. Gerçek hayat problemlerinin matematiksel modellerinin çoğu, ayrık değişkenler gibi dışbükey olmayan yapılara sahiptir. Bahse konu problemlerin desteklenen verimli noktalarının yanı sıra, desteklenmeyen verimli noktaları da vardır. Konik skalerleştirmeye dayalı teknikler diğer skalerleştirme tekniklerinden farklı olarak yalnızca desteklenen verimli noktalara değil, desteklenmeyen verimli noktalara da ulaşabilirler, o yüzden de ağırlıklı toplam programlara göre avantaja sahiptirler.

Çalışmada önerilen modelin çözümünde çok seçenekli konik hedef programlamadan yararlanılmıştır. Çalışmanın bu aşamasında önerilen modelin çözümünde kullanılan çok seçenekli konik hedef programlamadan bahsedilmiştir.

4.3. Önerilen Hedef Programlama Yaklaşımı: Çok Seçenekli Konik Hedef Programlama

Konik skalerleştirme metodu (KSM), çok amaçlı problemlerin çözümünde referans noktasını kullanan yöntemlerden biridir. KSM yaklaşımı çok amaçlı optimizasyon problemlerinin çözümü için Gasimov tarafından ele alınmış, Gasimov'un yapmış olduğu çalışmada skalerleştirme tekniğinin temel fikri, Pareto etkin değerleri bulmak için destek konilerini kullanmasıdır (Gasimov, 2001). KSM'de amaç fonksiyonu ve kısıtlar üzerine herhangi bir kısıtlayıcı şart konulmaksızın amaç fonksiyonları birleştirilerek tek fonksiyona dönüştürülmektedir (Üstün, 2012). Wierzbicki konik skalerleştirme ile ilgili yaptığı çalışmada etkin çözümler aramanın referans noktalarla kontrol edilmesini sağlamak için farklı başarı fonksiyonlarının özelliklerini araştırmış ve araştırmadaki bu başarı fonksiyonları, hedef programlamaya göre önemli bir avantaja sahip olmak için yalnızca etkili veya Pareto-optimal noktalar üretmek üzere tasarlanmıştır (Wierzbicki, 1980). Arzu edilen yapısal özelliklerine ek olarak, referans noktası yaklaşımları metodolojik veya operasyonel açıdan da kullanışlıdır. Wierzbicki tarafından önerildiği gibi çok amaçlı problemler için (kesikli değişkenlerin ele alınıp alınmadığına bakılmaksızın) referans noktası yaklaşımları, objektif fonksiyonlar için istek

düzeyleri (referans noktası) vasıtasıyla bir ölçeklendirme fonksiyonunun tanımına dayanmaktadır (Wierzbicki, 1980). Arzu edilen başarı seviyeleri ve mümkünse elde edilmesi gereken başarı seviyeleri olmak üzere iki türü bulunmaktadır.

Konik skalarizasyona dayalı çok seçenekli hedef programlama yaklaşımı, küresel bölgede etkin çözüm üretmek için her hedefe çok seçenekli istek seviyeleri oluşturmasına izin vermesi, formülasyon aşamasında yardımcı kısıtları ve ek değişkenleri azaltması ve model için uygun etkin noktaya ulaşmayı garanti etmesi yönleriyle diğer hedef programlama yaklaşımlarından ayrılmaktadır (Üstün, 2012).

Önerme 1. $a \in R^n$ and $(\beta, w) \in W$ 'li konik skalerleştirme problemi Eşitlikler (4.43-4.45) arasında tanımlanmıştır.

Konik Hedef Programlama (KHP)

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n [(\beta+K_i)d_i^+ + (\beta-K_i) d_i^-] \quad (4.43)$$

$$f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = a_i, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (4.44)$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (4.45)$$

$x \in X$ (X uygun bir kümedir)

$d_i^+ = \max(0, f_i(x) - a_i)$ ve $d_i^- = \max(0, a_i - f_i(x))$ i'inci hedefin sırasıyla üst ve alt başarılarıdır (Üstün, 1980). Burada, a_i i'inci hedef için istek veya hedef düzeyidir. $f_i(x)$, ÇSP'deki gibi tanımlanır.

Önerme 2: $i = 1,2,\dots,n$ and $(b, w) \in W$ için sadece ve sadece $y_i \in [a_{i,\min}, a_{i,\max}]$ varsa uygun bir $x^* \in X$ çözümü Benson uygun bir verimliliklidir. Eşitlik (4.46) ve (4.49) arasında bu durum formüle edilmiştir.

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n [(\beta+K_i)d_i^+ + (\beta-K_i) d_i^-] \quad (4.46)$$

$$f_i(x) - d_i^+ + d_i^- = y_i, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (4.47)$$

$$a_{i,\min} \leq y_i \leq a_{i,\max}, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (4.48)$$

$$d_i^+, d_i^- \geq 0, \quad i=1,2,\dots,n, \quad (4.49)$$

$x \in X$ (X uygun bir kümedir)

5. ÇOK SEÇENEKLİ KONİK HEDEF PROGRAMLAMA İLE AFET LOJİSTİK SİSTEM MODELİ OLUŞTURULMASI

Bu çalışmada önerilen matematiksel model ile günümüzde ve Türkiye’de sıklıkla yaşanan doğal afetlerden olan depreme belli bir bölgede yapılan çalışmayla, deprem sonrası yardım bekleyen kişilere yardımların en iyi şartlarda ulaştırılması için bir yardım dağıtım sistemi önerilmeye çalışılmıştır. Çalışma bölgesel bir çalışma niteliğinde olup daha sonra bu çalışmadan yola çıkılarak yapılacak çalışmalarla ülke genelini kapsayacak bir afet lojistik sistemi oluşturmanın mümkün olacağı düşünülmektedir.

Modeldeki ilk amaç yardım dağıtım sisteminin ekonomikliğini takip ederken kaynakların verimli bir şekilde kullanılmasının sağlanmasıyla ileride bu konuda yapılacak çalışmalara, söz konusu dağıtım sisteminin eldeki imkânlarla uygulanabilir olduğunun da gösterileceği düşünülmektedir. İkinci amaçla modelin etkinliği takip edilirken, son amaçla ise en adil dağıtımın yapılmasının sağlanacağı düşünülmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda iki çok amaçlı doğrusal programlama yaklaşımı önerilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Literatürde bu konuda yapılan birkaç çalışma bulunmakla birlikte çalışmamıza en yakın çalışma Gwo-Hshiong Tzeng vd. (2007)’nin yaptığı üç amacı olan çok amaçlı programlama yaklaşımıdır. Bu çalışma afet sonrası yardım malzemelerinin etkili ve adil bir şekilde kimse mağdur olmadan, belirlenen ekonomik şartlarla nasıl en kısa zamanda dağıtılabileceğine odaklanmaktadır. Çalışmada sunulan önerilen modelde Gwo-Hshiong Tzeng vd. (2007)’nin önermiş olduğu dağıtım sisteminden faydalanılmıştır. Bu çalışmaların sınırlı sayıda olması ve daha önce ülkemizde konuya dair bir çalışma yapılmaması nedeniyle üzerinde çalışma yapılması gerektiği düşünülmüştür.

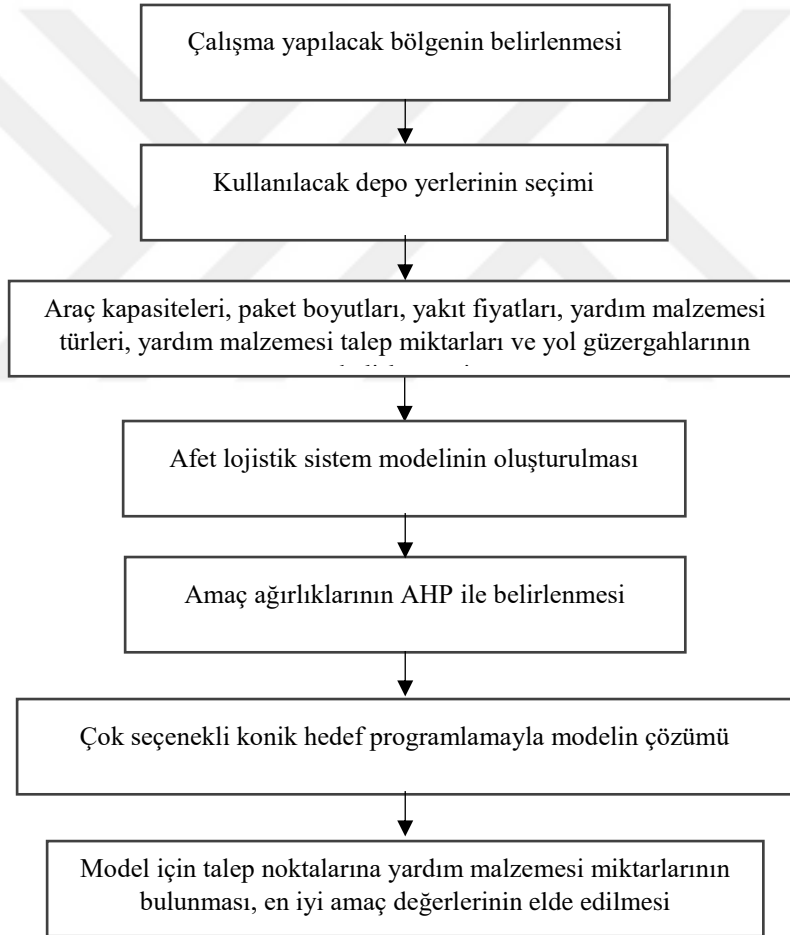
Bu çalışmada Karadeniz bölgesinde olabilecek bir deprem için senaryo oluşturulmuş ve oluşturulan bu senaryo konik hedef programlama yaklaşımıyla çözümlenerek elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Uygulama üç başlık altında yapılmıştır. Öncelikle bir senaryo oluşturulmuş ve önerilen modelin çözüm metodu olan konik hedef programlama yaklaşımı için ağırlıklar belirlenerek önerilen model Lingo 11.0 programıyla çözülmüştür.

Önerilen model için amaç ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yaklaşımı kullanılmıştır. AHP yaklaşımında kullanılacak ölçütler ve bu ölçütlerin değerleri Ordu ili AFAD yetkilileriyle yapılan görüşmeler ile belirlenmiş ve AHP yaklaşımıyla çözüm sonrası amaçların ağırlıkları belirlenmiştir.

Çalışmada daha önceden Türkiye’de bölgesel bir çalışma yapılmaması nedeniyle, modelde belirlenen kısıt değerleri daha önceden Karadeniz bölgesinde yaşanmış en büyük deprem

ve Ordu ili AFAD yetkililerinin görüşleriyle belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda önerilen bu modelle bölgede gerçekleşecek büyük çaplı depremlere ve deprem sonucu zarar gören kişilerin ihtiyaçlarına en iyi şekilde cevap verileceği düşünülmektedir.

Model kurulması aşamasında toplam maliyetin en küçüklenmesi, toplam teslim süresinin en küçüklenmesi ve en düşük hizmet düzeyini en büyükmek şeklinde üç amaç fonksiyonu belirlenmiş, kurulan modelin çözümü için çok seçenekli konik hedef programlama yaklaşımı kullanılmıştır. Önerilen model Lingo 11.0 programı ile çözülmüş ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Şekil 5.1’de önerilen model akış şeması gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Önerilen model akış şeması.

5.1. Modelle İlgili Bilgiler

Çalışmada önerilen model için üç amaç tanımlanmıştır. Bunlar;

- En uygun ekonomik şartlarda dağıtımı gerçekleştirmek için toplam maliyeti en küçüklemek,
- Toplam teslim süresini en küçüklemek,
- Planlama periyodu sırasında en düşük hizmet düzeyini en büyüklemektir.

İlk iki amaçla dağıtımın etkinliğini takip ederken son amaçla ise malların veya yardım malzemelerinin talep noktalarına en iyi şekilde ulaşmasının sağlanması amaçlanmıştır.

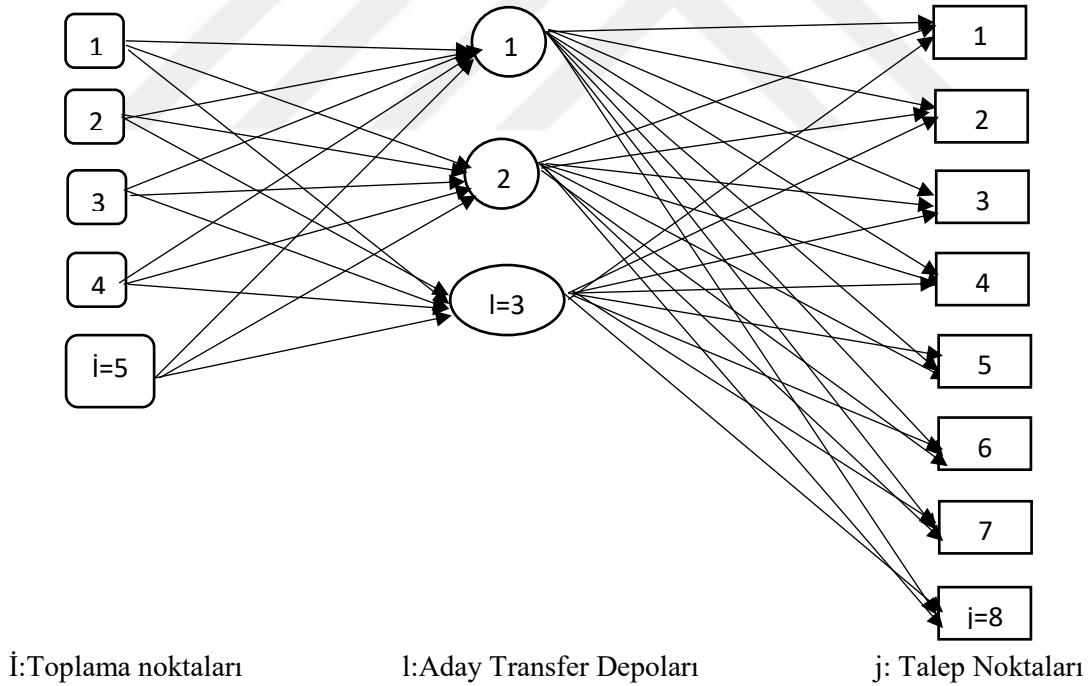
5.1.1. Modelle ilgili kabuller

Afet Lojistik sistemi tasarımı modeli oluşturulurken bir takım durumların kabul edilmesi gerekir. Aksi takdirde bazı bilgilere zamanında ulaşamaması ve yine bazı durumların zamanla değişmesi ihtiyaçları karşılayacak doğrusal bir model oluşturulmasını engeller. Bu yüzden ki her durumu karşılayan bir model oluşturulması teoride pek mümkün değildir. Bu çalışmada da model oluşturulurken belirlenen amaçları en iyilemek ve bu amaçlara en uygun sayısal değerler elde etmek adına bazı kabullerde bulunulmuştur. Modeli oluştururken ve çözerken aşağıda verilen hususlar kabul edilmiştir.

1. Hangi durumda olursa olsun afet sonrası hasar alan arazinin hala modeldeki yol ağı için ulaşılabilir olduğu varsayılmıştır.
2. Yardım dağıtımında kullanılacak eşyaların düzenli günlük eşyaları (hazır makarna, mineral su, konserve yiyecek vb.) içerdiği düşünülmüştür. Eşyaların soğuktan veya diğer özel durumlardan etkilenmediği varsayılmıştır.
3. Biz gerekli materyallerin miktarlarını belirlerken afetten zarar görmüş insanların tahmini sayısı ve afetten sonraki mevcut yol durumları ile ilgili restorasyonları bilgilerine ulaşabildiği varsayılmıştır.
4. Zamanla afetten etkilenen insanların sayısının ve yolların ulaşılabilirliğinin değişmediği varsayılmıştır. Zaman aralığının dağıtımı tamamlamaya ve tüm yardım tedariklerinin paylaşımı için yeterli olarak tanımlandığı düşünülmektedir.
5. Yardım dağıtım sisteminde yönetici ordu ve sivil araçların kamulaştırılmasına ve bu kaynaklardan kaçından yararlanılacağı konusunda bir limit bulunmamakla birlikte, mevcut çalışmanın yapılacağı yer veya yerlerdeki tüm araçlardan ihtiyaç halinde yararlanılabileceği varsayılmıştır.

5.2. Modeldeki Parametre ve Değişkenlerin Açıklanması

Çalışmada model toplama noktaları, talep noktaları, aday transfer depoları ve zaman periyotlarının (T_1, T_2, T_3, T_4) üzerinden ilerlemektedir. Modelde eldeki yardım eşyaları, karar verici tarafından önceden belirlenmiş olan toplama noktalarından aday transfer depolarına belirlenen zaman periyotları içerisinde gönderilmektedir. Çalışmada T_1 = afet sonrası 0-6 saatleri arası, T_2 = afet sonrası 6-12 saatleri arası, T_3 = afet sonrası 12-18 saatleri arası, T_4 = afet sonrası 18-24 saatleri arası zamanı ifade etmektedir. Modelde toplama noktaları yardım malzemelerinin dağıtılmadan önce ilk toplandığı yerlerdir. Transfer depoları ise malzemelerin mağdurlara ulaşmadan önce toplandığı son yer olan depolardır. Talep noktası ise mağdurlara dağıtımın yapıldığı yerlerdir. Daha sonra ki aşamada ise yardım malzemeleri aday transfer depolarından talep noktalarına belirlenen zaman dilimi içinde gönderilerek, çalışmada belirlenen amaçları kısıtlar dahilinde gerçekleştirerek belirlenen model bir senaryo için uygulanmıştır. Şekil 5.1’de önerilen modeldeki dağıtım sistemi belirtilmiştir.



Şekil 5.2. Yardım dağıtım sistemi.

Temsili olarak yardım dağıtım sistemi Şekil 5.2’deki gibi işlemektedir. Önerilen modelde kullanılan kısıtlar aşağıda açıklanmıştır.

$AD_{k,j(t)}$: t periyodunda her j. Talep noktası tarafından gerekli bulunan k miktarında öge

$AS_{k,i(t)}$: t periyodunda i. Toplama noktasında mevcut olan k miktarında öge

$C_{i(t)}$:i. Toplama noktasında t zaman periyodunda hazır bulunan kamyon kapasitesi(ton/araç)

$C_{l(t)}$:l. transfer istasyonunda t zaman periyodunda hazır bulunan kamyon kapasitesi(ton/araç)

$C_{il(t)}$:i. toplama noktasından l. transfer noktasına t periyodundaki birim taşıma maliyeti(Tl/araç)

$C_{lj(t)}$:l. transfer noktasından j talep noktası için t periyodundaki birim taşıma maliyeti(Tl/araç)

$D_{k,j(t)}$:j. Talep noktasının ihtiyacını t periyodu için karşılamak için k adet mal(eşya)(k materyali için hesaplama birimi)

FC_l : l'deki yardım transfer istasyonunun kuruluş masrafları(Tl olarak)

$ms_{k(t)}$: k'daki öğeler bakımından t zaman periyodu için yardım dağıtımından sonra talep noktaları arasındaki en küçük memnuniyet derecesi

$R_{il(t)}$: i. toplama noktasından l. transfer deposuna t zamanındaki teslim süresi (saat)

$R_{lj(t)}$: l. transfer deposundan j. talep noktasına t zamanındaki teslim süresi (saat)

$S_{k,i(t)}$: t zaman periyodunda i toplama noktasında toplanan k adet eşya

$S_{k,j(t)}$: t zaman periyodundaki j talep noktasındaki k eşyaları için memnuniyet skoru

$TC_{il(t)}$: t periyodundaki i. toplama noktasından l. transfer aday deposuna toplam taşıma maliyeti(TL)

$TC_{lj(t)}$:t periyodundaki l. transfer aday noktasından j'deki talep noktasına toplam taşıma maliyeti(TL)

$T_{il(t)}$:i. Toplama noktasından l. aday transfer deposuna gerçekten gönderilen eşyaların t periyodu içindeki teslim süresi (Eğer eşya i'den j'ye gönderilmişse $T_{il(t)}=R_{il(t)}$ diğer türlü 0)

$T_{lj(t)}$: l. aday transfer deposundan j. talep noktasına gerçekten gönderilen eşyaların t zaman periyodu içindeki teslim süresi (Eğer eşya i'den j'ye gönderilmişse $T_{lj(t)} = R_{lj(t)}$ diğer türlü 0)

P_k : k eşyalarının her paketi için paket boyutu

$x_{k, lj(t)}$: t periyodundaki l. aday transfer deposundan j. talep noktası için transfer edilen k adet miktarı belirtir

$y_{k, il(t)}$: t periyodundaki i. Toplama noktasında bulunan k adet eşyadan l. aday transfer deposuna gönderilen yardım öğelerinin miktarı

z_l : l aday noktası transfer deposu olarak seçiliyorsa 1 değilse 0

Çalışma için önerilecek dağıtım sistemi modelinin üç amacı bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla toplam harcamaları en küçükleme f_1 , teslim süresini en küçükleme f_2 ve son olarak en düşük hizmet düzeyini en büyükleme f_3 'dür.

Şimdi de modeli detaylı olarak inceleyelim.

$$\text{Enk } f_1 = \sum_l FC_l * z_l + \sum_t \sum_i \sum_l TC_{il(t)} + \sum_t \sum_i \sum_j TC_{lj(t)} \quad (5.1)$$

$$\text{Enk } f_2 = \sum_t \sum_i \sum_l T_{il(t)} + \sum_t \sum_i \sum_j T_{lj(t)} \quad (5.2)$$

$$\text{Enk } f_3 = \sum_t \sum_k mS_{k(t)} \quad (5.3)$$

$$\sum_l \sum_j x_{k,il(t)} \leq \sum_j AD_{k,j(t)} \quad \forall_{t,k} \quad (5.4)$$

$$\sum_l \sum_j x_{k,il(t)} \leq \sum_j AS_{k,i(t)} \quad \forall_{t,k} \quad (5.5)$$

$$\sum_i y_{k,il(t)} = \sum_j x_{k,lj(t)} \quad \forall_{t,k,l} \quad (5.6)$$

$$\sum_l x_{k,lj(t)} \leq AD_{k,j(t)} \quad \forall_{t,k,l} \quad (5.7)$$

$$y_{k,il(t)} \leq M * z_l \quad \forall_{t,k,i,l} \quad (5.8)$$

$$x_{k,lj(t)} \leq M * z_l \quad \forall_{t,k,l,j} \quad (5.9)$$

$$\sum_l y_{k,il(t)} \leq AS_{k,i(t)} \quad \forall_{t,k,i} \quad (5.10)$$

$$y_{k,il(t)} \in \{0, 1, 2, \dots\} \quad \forall_{t,k,i,l} \quad (5.11)$$

$$x_{k,lj(t)} \in \{0, 1, 2, \dots\} \quad \forall_{t,k,l,j} \quad (5.12)$$

$$z_1 \in \{0,1\} \quad \forall_1 \quad (5.13)$$

Yardım dağıtım modelinde Eşitlik (5.1)-(5.3) arası modeldeki amaçlardır. Yine Eşitlik (5.4)-(5.13) arasında modeldeki kısıtlar verilmiştir. Önerilen matematiksel model çok seçenekli Konik hedef programlama yaklaşımı uygulanarak çözülmüş olup, bu yaklaşıma göre modelin amaç fonksiyonlarının tekrar yazılmış hali gösterilmiştir.

$$\text{Enk } \sum_{i=1}^n [(\beta+K_i)d_i^+ + (\beta-K_i) d_i^-] \quad i=1,2,\dots,3, \quad (5.14)$$

Amaçlar (Eşitlik (5.1)-(5.3) arası)

Kısıtlar (Eşitlik (5.4)-(5.13) arası)

$$f_1 - d_1^+ + d_1^- = y_1, \quad (5.15)$$

$$f_2 - d_2^+ + d_2^- = y_2, \quad (5.16)$$

$$f_3 - d_3^+ + d_3^- = y_3, \quad (5.17)$$

$$a_{1,\min} \leq y_1 \leq a_{1,\max}, \quad (5.18)$$

$$a_{2,\min} \leq y_2 \leq a_{2,\max}, \quad (5.19)$$

$$a_{3,\min} \leq y_3 \leq a_{3,\max} \quad (5.20)$$

$$d_1^+, d_1^-, d_2^+, d_2^-, d_3^+, d_3^- \geq 0, \quad (5.21)$$

$$y_{k,il(t)} \in \{0,1,2,\dots\} \quad \forall_{t,k,i,l}$$

$$x_{k,lj(t)} \in \{0,1,2,\dots\} \quad \forall_{t,k,l,j}$$

$$z_1 \in \{0,1\} \quad \forall_1$$

Modelin bu yaklaşıma göre tekrar yazılmış halinde,

f_1, f_2, f_3 : Amaç fonksiyonları

y_1, y_2, y_3 : Amaçların istek düzeyleri

$a_{1,\min}, a_{2,\min}, a_{3,\min}$: Gerçekleştirilmesi istenen en küçük istek düzeyi

$a_{1,\max}, a_{2,\max}, a_{3,\max}$: Gerçekleştirilmesi istenen en büyük istek düzeyi

d_1^+, d_2^+, d_3^+ : Pozitif sapma değerleri

d_1^-, d_2^-, d_3^- : Negatif sapma değerleri

$\beta + K_i$, $\beta - K_i$: Skalerleştirme ağırlıkları'dır. Yukarıda kısıt değişkenleri ve parametreleri açıklandığından tekrar açıklanmamıştır.

Modelin çözümünde kullanılacak amaçların ağırlıklarını belirlemek için AHP metodu kullanılmıştır.

Aşağıda önerilen modeldeki amaç, kısıtlar ve bunların açılımları anlatılmıştır.

(1.) amaç: toplam harcamaları en küçükleme f_1

Bu amaç yardım eşyalarının dağıtımı ve taşınması sırasındaki tüm kuruluş ve operasyonel harcamalardan oluşur. Tahmini olarak yardım eşyalarının sevkiyatının boyutları değişken olurken, eşyaların gerçek boyutları yardımların birim hesaplarının standart hale getirilmesi amacıyla hazır olarak bulundurulmaktadır. Taşıma maliyetleri sevkiyatların sıklığı hesaplandıktan sonra belirlenebilir. Üst sistemin taşıma maliyeti TC_{il} (5.22) numaralı eşitliği kullanarak hesaplanabilir.

$$TC_{il(t)} = C_{il(t)} \times \left[\frac{\sum_k P_k \times y_{k,il(t)}}{ci(t)} \right] \quad \forall_{i,l} \quad (5.22)$$

Aynı şekilde eşitlikteki toplama noktasından transfer deposuna gidenleri, transfer deposundan talep noktalarına gidecek şekilde değiştirdiğinde TC_{ij} 'de hesaplanabilmektedir.

(2.) amaç: toplam teslim süresini en küçükleme f_2

Toplama noktaları, transfer depoları ve talep noktaları arasındaki teslim zamanları zaten bilindiğinden, teslim süresini hesaplamak için gerekli olan sadece toplama noktaları ve transfer depoları arasındaki sevkiyatları bilmek ve sonra gerçek teslim süresi için bunların toplamını kullanmak yeterli olacaktır. Taşıma zamanı T_{il} Eşitlik (5.23) ve (5.24) kullanarak hesaplanabilir.

$$T_{il(t)} = \begin{cases} 0, & \text{eğer } \sum_k P_k \times y_{k,il(t)} = 0 \\ R_{il(t)}, & \text{eğer } \sum_k P_k \times y_{k,il(t)} \geq 0 \end{cases} \quad \forall_{i,l,t} \quad (5.23)$$

$$R_{il(t)}, \text{ eğer } \sum_k P_k \times y_{k,il(t)} \geq 0 \quad (5.24)$$

Aynı şekilde eşitlikteki toplama noktasından transfer deposuna gidenler, transfer deposundan talep noktalarına gidecek şekilde değiştirdiğinde T_{ij} 'yi de hesaplanabilmektedir.

(3.) amaç: en düşük hizmet düzeyini en büyükmek f_3

En düşük hizmet düzeyi en büyükmekte amaç adil olmayan dağıtımı en aza indirerek hizmet düzeylerini en büyükmektir. Bu model için memnuniyet skoru için sınır koyulmuş olup bu değer 16 olarak belirlenmiştir. Belirli yardım dağıtımında yüksek memnuniyet olacaksa, orada başka yardım malzemelerinden bazı imtiyazlar verilmesi zorunludur ve modeldeki her yardım birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, ağırlıklandırılmış metottaki fikir her zaman periyodundaki her yardım malzemesi için en az memnuniyet derecelerinin toplamını kullanarak böylece amaç eşitliklerinin sayısını düşürmektir. Memnuniyet ve en düşük memnuniyet Eşitlikler (5.25-5.26)'te kullanarak hesaplanabilir.

$$S_{k,j(t)} = \frac{\sum_l X_{k,lj}(t)}{AD_{k,j}(t)} \quad \forall_{t,k,j} \quad (5.25)$$

$$ms_{k(t)} = \min_j \{S_{k,j(t)}\} \quad \forall_{t,k} \quad (5.26)$$

Modelin Çok Seçenekli Konik Hedef programlamadaki amaç fonksiyonu;

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n [(\beta+wi)d_i^+ + (\beta-wi)d_i^-] \quad i=1,2,3 \quad \text{şeklinde yazılır.}$$

Aşağıda modelde verilen kısıtların ne anlama geldiği belirtilmektedir. Kısıt (5.6)'in anlamı transfer edilen miktar talep edilen miktardan fazla olamaz ve eldeki yardım malzemeleri sevkiyat için gönderilemez.

Bu eşitlik $\sum_l \sum_j x_{k,lj}(t) \leq \min [\sum_j AD_{k,j}(t), \sum_i AS_{k,i}(t)] \quad \forall k, t$ olarak yeniden yazılabilir. Kısıt (5.5) tüm malzemelerin transfer istasyonunun dışına aynı anda gönderilmesini sağlamaktadır. Kısıt (5.7) elimizde talep noktaları için hazır olarak bulunan malzemedan daha fazlasını gönderilemeyeceğini belirtirken, kısıt (5.8) ve (5.9) adaylar arasından transfer deposunun açılacağı yerin seçimini belirtirken, Kısıt (5.10) sadece hazır olanları transfer deposuna yollanabilmesi için, her malzeme için önceden belirlenmiş miktarları göstermektedir. Ayrıca (5.11)'de dahil bunlar karar değişkenidir. Kısıt (5.15), (5.16) ve (5.17) amaçlardan sapmaların istek düzeylerinde tutulmasını sağlar. (5.18) ile (5.20) arası kısıtlar karar vericinin istek düzeylerinin alabileceği en küçük ve en büyük değerleri göstermektedir.

Yardım sistemleri içinde, en büyük öncelik kurbanların ihtiyaçlarını karşılamaktır. Yani maliyetleri azaltmak ya da teslim süresini azaltmak için yardım eşyalarını bazı sevkiyatlara göndermemek kesinlikle kabul edilemez. Sonuç olarak her t periyodu esnasında her yardım talep noktasından toplam olarak alınan miktar toplama noktalarından gönderilen miktara eşit olmalıdır.

Bu kısıt (5.5)'de belirtilmiştir. Modelin planlamasını yaparken kurbanların tek ihtiyaçlarının göndereceğimiz yardımlar olduğunu düşündük. Eğer erzaklar belirlenen periyot zamanlarından birinde teslim edilemezse, bir sonraki periyotta teslimi yapabilmesi amacıyla iki yeni kısıt olan Eşitlik (5.27) ve (5.30) arasında eklenmiştir. Eşitlik (5.27) ve (5.30) arasında her t zaman periyodu için i tedarik noktası içindeki her bir eşyanın tedarik kapasitesini ve her bir yardımın talep noktası j'de gerçek talebinin hesaplamasını göstermektedir.

$$AS_{k,i(t)} = S_{k,i(t)} \quad \forall_{k,i} \quad t=1 \text{ için} \quad (5.27)$$

$$AS_{k,i(t)} = S_{k,i(t)} + [AS_{k,i(t-1)} - \sum_l y_{k,il(t-1)}] \quad \forall_{t,k,i} \quad t \geq 2 \text{ için} \quad (5.28)$$

$$AD_{k,j(t)} = D_{k,j(t)} \quad \forall_{k,j} \quad t=1 \text{ için} \quad (5.29)$$

$$AD_{k,j(t)} = D_{k,j(t)} + [AD_{k,j(t-1)} - x_{k,il(t-1)}] \quad \forall_{t,k,j} \quad t \geq 2 \text{ için} \quad (5.30)$$

Önerilen modeli çözecek yaklaşım olan ÇSHP amaçların ağırlıklarına bağlı bir metottur. Bu yüzden modeldeki amaçların ağırlıklarını belirlemek için ÇKKV yaklaşımlarından AHP kullanılmıştır. Bu bölümde AHP yaklaşımı, avantajları, dezavantajları ve çözüm içeriğinden bahsedilmiştir.

5.3. AHP ve Önerilen Modele Uygulanması

AHP Yaklaşımı, 1970'li yılların başlarında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen, belirli hiyerarşiye göre düzenlenen ölçütleri içeren, bu ölçütlerin ağırlıklarını değerlendiren, ölçütlere göre alternatifleri karşılaştıran ve sıralama yapılmasını sağlayan bir yaklaşımdır (Hu ve Peng, 1980). AHP yaklaşımını temel olarak anlatmak gerekirse karar hiyerarşisi üzerinde, önceden belirlenmiş olan karşılaştırma matrisini kullanarak alternatifler ve ölçütler arasında birebir karşılaştırmalar yapar. Sonuç olarak ölçütler ve alternatifler matris üzerinde yüzde dağılıma dönüşmektedir. AHP tekniğinde en üst düzeyde amaçlar, amaçların altında sırasıyla ölçütler, alt-ölçütler ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanılmaktadır. AHP yaklaşımı uygulamada pek çok yerde kullanılmakla birlikte sağladığı bazı faydalar aşağıda belirtilmiştir.

- AHP yaklaşımında hiyerarşik yapı kullanılarak karmaşık problemler bileşenlerine ayrılmak suretiyle daha basit bir yapıya kavuşturulur.

- AHP yaklaşımında kullanılan ikili karşılaştırma matrislerinde karar vericinin kişisel görüşleri kullanılır. Böylece karar vericinin karar verme sürecinde kendi kişisel fikir ve düşünceleri de dikkate alınır.

- Karar verici ikili karşılaştırma matrisleriyle probleme her açıdan yoğunlaşabilme imkanı bulmaktadır.

- AHP yaklaşımında karar verici karşılaştırmada kullandığı karşılaştırma matrislerinin tutarlılıklarını test edebilme imkanı bulmaktadır. Böylece karar vericiye herhangi bir tutarsızlık durumunda geriye dönerek ilgili karşılaştırma matrislerini düzeltme imkanı sağlar.

Bu avantajların yanı sıra, AHP'nin birkaç olumsuz tarafı da şu şekilde sıralanabilir;

- AHP yaklaşımında probleme her yeni eklenen karar alternatifleri alternatiflerin tercih sırasında değişmelere sebep olabilmektedir. Örnek olarak A, B ve C alternatifleri arasında; A, B'ye tercih edilirken, modele C eklendiğinde A ile B arasındaki ilişki tersine dönebilmektedir.

- İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulurken kullanılan sözel ve sayısal ifadelerin AHP yaklaşımında ki 1-9 karşılaştırma ölçeğine göre sayısal değer olarak karşılığı olan değerlerin tam olarak sözel ve sayısal ifadeyi karşılamadığı tartışılmaktadır.

- AHP yaklaşımında karar vericinin göreceli önemlerinin karşılaştırma matrislerini etkilemesi karar vericiyi bazen tutarsızlığa götürebilmektedir.

Çalışmada belirlenen amaçların ağırlıklarını belirlemek için AHP metodu kullanılmıştır. AHP yöntemiyle amaçların ölçütlere göre birbirleri açısından önem derecelerini belirlenmiştir. Çalışmada üç alternatif dikkate alınarak 3 temel ölçüt belirlenerek amaçların ağırlıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

AHP bir karar hiyerarşisi üzerinde, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılarak, gerek kararı etkileyen faktörler ve gerekse bu faktörler açısından karar noktalarının önem değerleri açısından, birebir karşılaştırmalara dayanmaktadır (Yaralıoğlu, 2008). Bu önem farklılıkları yaklaşımın sonunda alternatifler üzerinde yüzde dağılıma dönüşmektedir.

Bir karar verme probleminin AHP ile çözümlenebilmesi için geçtiği aşamalar aşağıda belirtilmiştir. Her bir aşama formülasyon olarak gösterilmiş ve ilgili açıklamalar yapılmıştır.

Öncelikle AHP kullanılacak problem belirlenir. Karar verilecek problem genel anlamda kararın kaç alternatif açısından değerlendirileceği ve alternatifleri etkileyen ölçütlerin belirlenmesinden oluşur. Sonraki aşamada ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. İkili

karşılaştırma matrisleri $n \times n$ boyutlu bir kare matristir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini alır. Karşılaştırma matrisi aşağıda gösterilmiştir. Bu bileşenlerin değerini almasının sebebi ilgili durumda kendisi ile karşılaştırılmasıdır.

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

Alternatif ve ölçütlerin karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip oldukları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılır. Bahse konu karşılaştırma işleminde önem skalası kullanılmakta olup Çizelge 5.1’te belirtilmiştir.

Çizelge 5.1. Karşılaştırma matrisi için önem skalası (Özdemir ve Gasimov, 2004).

Önem Dereceleri	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	İki seçenek eşit derecede öneme sahiptir
3	Orta Derecede Önemli	Bir seçenek diğerine göre biraz daha önemli
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir seçenek diğerine göre oldukça önemli
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir seçenek diğerine göre çok önemli
9	Kesin Önemli	Bir seçeneğin diğerinden önemli olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir.
2,4,6,8	Ara Değerler	Yakın cevaplar uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

Eğer bir alternatif diğerinden daha önemliyse önem skalasında bulunan 2,...,9 arası değerlerden birini alır. Karşılaştırmalar, ikili karşılaştırma matrisinin değerleri 1 olan köşegeninin dışında kalan tüm değerler için yapılır. Köşegenin dışında kalan bileşenler için önem dereceleri Eşitlik (5.31) ile hesaplanır.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (5.31)$$

Yukarıda belirtilen formülü bir örnek üzerinden açıklamak gerekirse karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni ($i=1$ ile $j=5$) değerlerini alıyorsa, karşılaştırma matrisinin üçüncü satır birinci sütun bileşeni ($i=5, j=1$) formülünden $1/5$ değerini alacaktır.

Karşılaştırma matrisinin birbirlerine göre önem seviyelerini belirledikten sonra bu sefer ölçütlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını yani yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisindeki önem dereceleri matrisin sütun kısmının toplamına bölünmesiyle bulunur. Eşitlik (5.32)'de bu durum ifade edilmiştir.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (5.32)$$

Eşitlik (5.31) ve (5.32) tüm değerlendirme ölçütleri içinde tekrarlandığında ve sonuç olarak elde edilen tüm değerler bir matris formatında yazıldığında yeni bir matris elde edilir. Bu matris C ile ifade edilmiştir.

$$C = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \cdot & & & \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{pmatrix}$$

C matrisinden yararlanarak ölçütlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilebilir. Bunun için C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalamasının alınmasıyla yeni bir W matrisinin oluştuğu varsayılmıştır. Oluşturulan W matrisinin, C matrisi üzerinden formüle edildiği Eşitlik (5.33)'te gösterilmiştir.

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (5.33)$$

Formülün uygulanması sonucu elde edilen W matrisi aşağıda gösterilmiştir.

$$W = \begin{pmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdot \\ W_n \end{pmatrix}$$

AHP sisteminde karar verici gerek ölçütlerin gerekse alternatiflerin karşılaştırma matrislerini doğrudan belirleyebildiğinden, en son elde edilen ağırlıkların tutarlılıklarının

sağlanabilmesi adına bir tutarlılık analizi yapılmaktadır. Bu elde edilen Tutarlılık Oranı (CR) ile ölçütlerin ve alternatiflerin bire bir tutarlılığının test edilmesi mümkün olmaktadır. AHP’de Tutarlılık Oranı (CR) hesaplanması, λ (Temel değerin) elde edilmesiyle mümkün olmaktadır. Bunun için de başlangıç matrisi ile oluşturulan w matrisinin çarpılması sonucu elde edilmektedir. matris D ile belirtilmiştir.

$$D = \begin{array}{c|c|c} \begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{array} & X & \begin{array}{c} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ w_3 \end{array} \end{array}$$

D matrisi ile W matrisinin karşılıklı bütün elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer elde edilir. Bu temel değerin sembolize edilişi E_i olarak gösterilir. Elde edilen temel değerin aritmetik ortalaması da temel değer (λ)’yı verir. Yapılan açıklamaların formüle edilmiş hali Eşitlik (5.34)-(5.35)’de verilmiştir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (5.34)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (5.35)$$

Tutarlılık göstergesi ($CI = \frac{\lambda - n}{n - 1}$) ile hesaplanır.

Tutarlılık oranı (CR), Tutarlılık göstergesi (CI)’nın Random Gösterge (RI) olarak adlandırılan ve Çizelge 5.2’de gösterilen ölçüt sayısına karşılık gelen değere bölünmesiyle elde edilir.

Çizelge 5.2. Eleman sayısına göre belirlenen RI Değerleri ($CR = \frac{CI}{RI}$).

N	RI	N	RI
1	0	8	1,41
2	0	9	1,45
3	0,58	10	1,49
4	0,90	11	1,51
5	1,12	12	1,48
6	1,24	13	1,56

Sonuç olarak bulunan CR değerinin 0.10'dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterirken, CR değerinin 0.10'dan büyük olması ise karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığı gösterir.

Her bir ölçüt açısından ayrı ayrı karar noktalarının yüzde önem dağılımları belirlenir. Bu belirlenen matris S ile sembolize edilmiş olup, söz konusu matris S_i ile ifade edilmiştir.

$$S_i = \begin{vmatrix} S_{11} \\ S_{21} \\ \cdot \\ S_{m1} \end{vmatrix}$$

Ölçüt sayısı kadar S matrisini bir araya getirerek bir karar matrisi oluşturulmuştur. Bu karar matrisi K ile ifade edilmiştir.

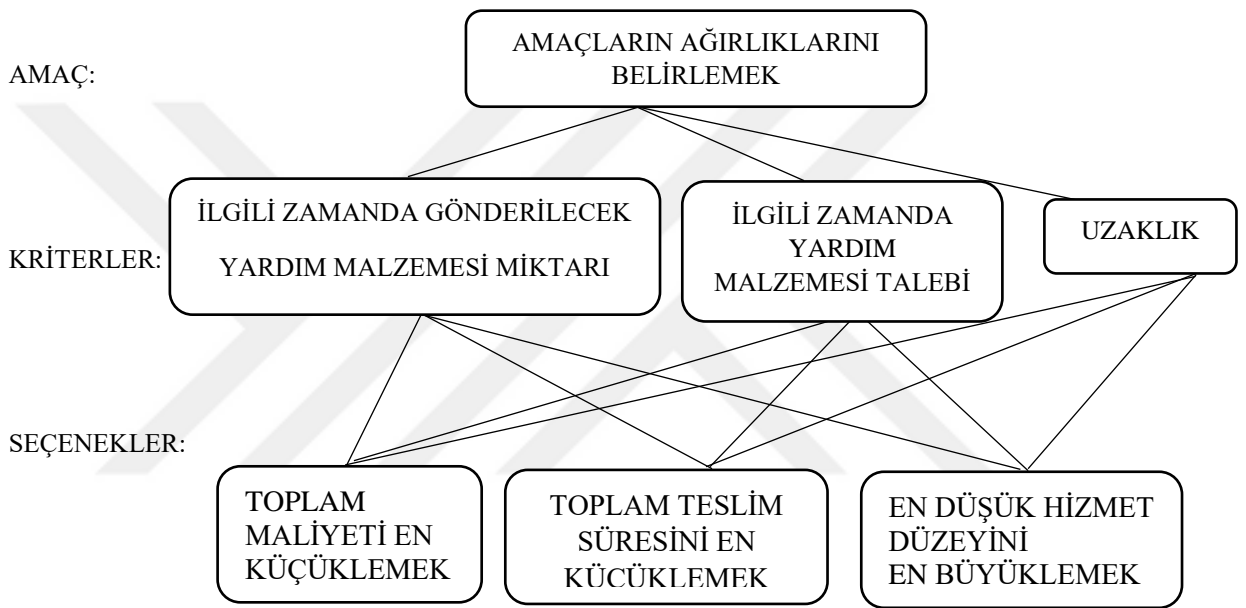
$$K = \begin{vmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ S_{m1} & S_{m2} & \dots & S_{mn} \end{vmatrix}$$

Sonuçta karar matrisi S ile W sütun vektörü ile çarpıldığında ise bu sefer karar noktalarının önem sırasını gösteren L olarak adlandırılan son bir matris elde edildi. L matrisinin elde edilmesi aşağıda gösterilmiştir.

$$L = \begin{vmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ S_{m1} & S_{m2} & \dots & S_{mn} \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdot \\ W_n \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} L_{11} \\ L_{21} \\ \cdot \\ L_{m1} \end{vmatrix}$$

Çalışmadaki önerilen model üç amaçlı olup modeldeki amaçların birbirlerine göre önemi farklılık göstermektedir. Modelde ki amaçların birbirlerine göre ağırlıklarını belirlemek için AHP yaklaşımı kullanılmıştır. AHP yaklaşımındaki amaç en etkili amacı belirlemek olup, bu maksatla

üç adet ölçüt belirlenmiştir. Bu ölçütler sırasıyla ilgili zamanda gönderilecek yardım malzemesi miktarı, ilgili zamanda yardım malzemesi talebi ve uzaklıktır. Seçenekler modeldeki amaçlar olan en düşük hizmet düzeyini en büyükmek, toplam maliyeti en küçükmek, toplam teslim süresini en küçükmektir. Ölçütlerin seçenekler ve ölçütlerin birbirleri açısından önemlerini belirlerken Ordu ilindeki Afet ve Acil Durum (AFAD) personellerinden 3 kişinin fikirlerinden yararlanılmıştır. Aşağıda Şekil 5.3’de AHP sürecinde kullanılan amaç, ölçütler ve seçenekler gösterilmiştir.



Şekil 5.3. AHP modelinin genel görünümü.

Ölçütlerin seçenekler ve ölçütlerin birbirleri açısından önemleri Çizelge (5.3) ve (5.6)’de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Ölçütlerin amaçlara göre önem dereceleri (İlgili zamanda gönderilecek yardım malzemesi miktarı).

	İlgili zamanda gönderilecek yardım malzemesi miktarı		
	Toplam maliyeti en küçükmek	Toplam teslim süresini en küçükmek	En düşük hizmet düzeyini en büyükmek
Toplam maliyeti en küçükmek	1	1/3	1/5
Toplam teslim süresini en küçükmek	3	1	1/3
En düşük hizmet düzeyini en büyükmek	5	3	1

Çizelge 5.4. Ölçütlerin amaçlara göre önem dereceleri (İlgili zamanda yardım malzemesi talebi).

	İlgili zamanda yardım malzemesi talebi		
	Toplam maliyeti en küçüklemek	Toplam teslim süresini en küçüklemek	En düşük hizmet düzeyini en büyüklemek
Toplam maliyeti en küçüklemek	1	1/3	1/5
Toplam teslim süresini en küçüklemek	3	1	1/3
En düşük hizmet düzeyini en büyüklemek	5	3	1

Çizelge 5.5. Ölçütlerin amaçlara göre önem dereceleri (Uzaklık).

	Uzaklık		
	Toplam maliyeti en küçüklemek	Toplam teslim süresini en küçüklemek	En düşük hizmet düzeyini en büyüklemek
Toplam maliyeti en küçüklemek	1	1	5
Toplam teslim süresini en küçüklemek	1	1	5
En düşük hizmet düzeyini en büyüklemek	1/5	1/5	1

Çizelge 5.6. Ölçütlerin birbirlerine göre önem dereceleri.

	Ölçütler		
	İlgili zamanda gönderilecek yardım malzemesi miktarı	İlgili zamanda yardım malzemesi talebi	Uzaklık
İlgili zamanda gönderilecek yardım malzemesi miktarı	1	3	5
İlgili zamanda yardım malzemesi talebi	1/3	1	3
Uzaklık	1/5	1/3	1

Amaçlar ve ölçütlerin AHP yöntemine göre hesaplamaları Çizelge 5.7 ve 5.8'da verilmiştir.

Çizelge 5.7. Amaçların ölçütlere göre ağırlıkları.

AMAÇLAR	ÖLÇÜTLER		
	İlgili zamanda gönderilecek yardım malzemesi miktarı	İlgili zamanda yardım malzemesi talebi	Uzaklık
Toplam maliyeti en küçüklemek	0,1061	0,1061	0,5718
Toplam teslim süresini en küçüklemek	0,2605	0,2605	0,3567
En düşük hizmet düzeyini en büyükleme	0,6334	0,6334	0,0715

Çizelge 5.8. Ölçütlerin birbirlerine göre ağırlıkları.

ÖLÇÜTLER	AĞIRLIK
İlgili zamanda gönderilecek yardım malzemesi miktarı	0,6334
İlgili zamanda yardım malzemesi talebi	0,2605
Uzaklık	0,1061

Yapılacak son hesaplama amaçların matrisindeki her amacın her ölçüt bazındaki değerini o ölçüt'ün ağırlık puanıyla çarparak bulunduğu satırı toplamak olacaktır. Bu işlem gerçekleştirdiğinde;

$$\begin{bmatrix} 0,6334 & 0,6334 & 0,0715 \\ 0,1061 & 0,1061 & 0,5718 \\ 0,2605 & 0,2605 & 0,3567 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,6334 \\ 0,2605 \\ 0,1061 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,1555 \\ 0,2707 \\ 0,5738 \end{bmatrix} \begin{array}{l} \xrightarrow{\text{Amaçlar}} \text{Toplam maliyeti en küçüklemek} \\ \xrightarrow{\text{Amaçlar}} \text{Toplam teslim süresini en küçüklemek} \\ \xrightarrow{\text{Amaçlar}} \text{En düşük hizmet düzeyini en büyükleme} \end{array}$$

Hesaplar sonunda, modeldeki amaçların birbirlerine göre önem derecelerinin belirlendiği görülmektedir. Analitik Hiyerarşi Süreci ile sıralama baz alındığında, amaçların ağırlıkları sırasıyla toplam maliyeti en küçüklemek (0,1555), toplam teslim süresini en küçüklemek (0,2707), en düşük hizmet düzeyini en büyükleme (0,5738) olarak bulunmuştur. Yapılan tutarlılık analizinde (CR) 0,10'dan küçük çıkmış olup bulunan sonuç tutarlıdır.

5.4. Önerilen Çalışma

Ülkemizin hemen her bölgesi deprem kuşağında bulunmaktadır. Bu uygulamanın yapılacağı bölge olarak Karadeniz bölgesi seçilmiş olup; uygulama için Karadeniz bölgesindeki 4 şehri (Ordu, Samsun, Giresun ve Tokat) içine alan Ordu merkezli bir afet lojistik planı yapmak uygun görülmüştür. Çalışmada Karadeniz bölgesi veri temini kolaylığı açısından seçilmiştir.

Bu çalışma da 8 talep noktası, 5 toplama noktası ve 3 transfer deposunu içine alan çok amaçlı bir afet lojistik planı oluşturulmuştur. Bu dağıtılacak yardım malzemelerinin çeşitlerinin ve bunların dağıtımında kullanılacak kamyonların boyutları Çizelge 5.9 ve Çizelge 5.10'de verilmiştir.

Çizelge 5.9. Yardım malzemelerinin taşınmasında kullanılacak kamyonların boyutları.

Araç	Araç Hacmi (cm ³)	Hacime Karşılık Gelen(cm ³)
Askeri Araç	280x240x140=7840	634
Sivil Kamyon-1,5 ton	231x150x130=4504	364

Çizelge 5.10. Yardım malzemelerinin boyutları.

Malzeme	Hesaplama Ünitesi	Boyut(cm ³)	Boyuta Karşılık Gelen(cm ³)
Uyku Çadırları	6-8 kişilik	45x25x11=12,375	1
Mineral Su	Kutu (1410 ml, 12 şişe)	36x36x30=28,080	2,27
Hazır Makarna	Kutu (12 paket)	43x29x17=21,199	1,71
Konserve Yiyecek	Kutu (Cam konserve yiyecek, 12 kavanoz)	29x21x5,8=3,532	0,29

Oluşturulan yardım dağıtım sistemi 4 planlanan periyot zamanında 4 çeşit malzemeyi; uyku çadırları, mineral su ve 4 adet hazır makarnayı, hazır konserve yiyecekleri uygun bir şekilde gerekli yerlere dağıtılmasını öngörür.

Modelde Ordu, Samsun, Giresun ve Tokat düşük kurulum ücretleri ve uygun coğrafik konumları nedeniyle Transfer deposu olarak seçilmiştir. Bu Transfer depoları düşük taşıma maliyetleri ve en kısa zamanda yardım malzemelerinin Ordu, Samsun, Giresun ve Tokat illerinde ihtiyaç sahiplerine ulaşabilmesini sağlamak için seçilmiştir. Oluşturulan modelde 4 tane yardım malzemesinin, 8 adet talep noktası, 5 adet toplama noktası, 3 adet transfer deposu ve 4 tane belirlenen zaman diliminde en uygun şekilde ihtiyaç sahiplerine dağıtılması için belirlenmiş olan kapasite ve taleplerle bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model en son aşamada çok seçenekli Konuk hedef programlama yöntemiyle Lingo 11.0 programında çözülmüştür. Model için seçilen noktalar Çizelge 5.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.11. Afet Modeli için seçilen noktalar.

Sayı\Nokta	Model İçin Seçilen Noktalar		
	Talep Noktaları	Toplama Noktaları	Transfer Deposu
1	Ordu-19 Eylül Stadı	Ünye-Toki Ömerçam İlk. Okulu	Ordu-Güzelordu İlk. Okulu
2	Ordu-İtfaiye Merkezi	Fatsa-Kültür Sarayı	Ünye-Stadyum
3	Giresun-Şehir Stadyumu	Bulancak-Kaymakamlık Binası	Bulancak-Bulancak Anadolu Lisesi
4	Giresun-İtfaiye Merkezi	Niksar-Ulucami	
5	Samsun-Belediye Binası	Çarşamba-Belediye Binası	
6	Samsun-19 Mayıs Stadı		
7	Tokat-Belediye Binası		
8	Tokat-Gazi Osman Paşa Stadı		

Yapılan araştırma sonucu 1,5 tonluk bir kamyonun 100 km’de 35 litre yakıt tükettiği anlaşılmıştır. Yine 1 litre yakıtında yapılan araştırmada 5,5 TL olduğu anlaşılmaktadır. Çalışmada yardım malzemelerinin dağıtılacağı kolinin tek tip olacağı ve boyutlarının 80x50x50 (200cm³) olacağı kararlaştırılmış ve yine yardım malzemelerinin taşınacağı kamyonların ortalama hacmi 6956 cm³’tür. Farklı zamanlarda yardım malzemesini taşıyan kamyon kapasitelerinin ve kamyonların taşıma maliyetlerinin değişmediği farz edilmektedir. Karadeniz bölgesinde olan yakın zamandaki en büyük deprem 1968 yılında meydana gelen Bartın depremi olup, şiddeti 6,6’dır. Deprem sonucu zarar gören kişi sayısı kaynaklarda 2000 – 2500 kişi arası değişim göstermektedir. Model için t zamanında gerekli bulunan yardım malzemesinin miktarının bu sayı (2000-2500) aralığında tutulacağı düşünülecektir. Aynı depremde yaralı sayısı 250-350 kişi arası değişkenlik göstermekte olup t zamanında toplama noktalarında bulunan malzeme miktarı bu sayı aralığında tutulmaktadır. Söz konusu depremde zarar gören insan sayılarından yola çıkılarak depremde zarar görenlerin ihtiyaçları Çizelge 5.12 ve Çizelge 5.13’de oluşturulmuştur.

Çizelge 5.12. t zamanında gerçekten elde olan yardım malzemesi değerleri ($ASK_{i(t)}$).

ASK _{i(t)}	AS ₁₁₁	310	AS ₁₁₂	415	AS ₁₁₃	420	AS ₁₁₄	430
	AS ₁₂₁	485	AS ₁₂₂	390	AS ₁₂₃	395	AS ₁₂₄	405
	AS ₁₃₁	480	AS ₁₃₂	385	AS ₁₃₃	390	AS ₁₃₄	400
	AS ₁₄₁	370	AS ₁₄₂	375	AS ₁₄₃	380	AS ₁₄₄	390
	AS ₁₅₁	375	AS ₁₅₂	470	AS ₁₅₃	465	AS ₁₅₄	395
	AS ₂₁₁	390	AS ₂₁₂	395	AS ₂₁₃	500	AS ₂₁₄	410
	AS ₂₂₁	395	AS ₂₂₂	400	AS ₂₂₃	405	AS ₂₂₄	415
	AS ₂₃₁	360	AS ₂₃₂	365	AS ₂₃₃	470	AS ₂₃₄	480
	AS ₂₄₁	375	AS ₂₄₂	380	AS ₂₄₃	385	AS ₂₄₄	595
	AS ₂₅₁	580	AS ₂₅₂	610	AS ₂₅₃	440	AS ₂₅₄	340
	AS ₃₁₁	340	AS ₃₁₂	545	AS ₃₁₃	380	AS ₃₁₄	360
	AS ₃₂₁	475	AS ₃₂₂	465	AS ₃₂₃	550	AS ₃₂₄	470
	AS ₃₃₁	420	AS ₃₃₂	425	AS ₃₃₃	430	AS ₃₃₄	440
	AS ₃₄₁	490	AS ₃₄₂	405	AS ₃₄₃	480	AS ₃₄₄	425
	AS ₃₅₁	585	AS ₃₅₂	470	AS ₃₅₃	390	AS ₃₅₄	555
	AS ₄₁₁	395	AS ₄₁₂	400	AS ₄₁₃	405	AS ₄₁₄	415
	AS ₄₂₁	485	AS ₄₂₂	495	AS ₄₂₃	390	AS ₄₂₄	405
	AS ₄₃₁	405	AS ₄₃₂	450	AS ₄₃₃	420	AS ₄₃₄	430
	AS ₄₄₁	330	AS ₄₄₂	430	AS ₄₄₃	435	AS ₄₄₄	420
	AS ₄₅₁	400	AS ₄₅₂	645	AS ₄₅₃	385	AS ₄₅₄	395

Çizelge 5.13. t zamanında gerçekten gerekli bulunan yardım malzemesi değerleri ($AD_{k,j(t)}$).

$AD_{k,j(t)}$	AD_{111}	10	AD_{112}	15	AD_{113}	30	AD_{114}	50
	AD_{121}	30	AD_{122}	25	AD_{123}	30	AD_{124}	60
	AD_{131}	25	AD_{132}	20	AD_{133}	35	AD_{134}	40
	AD_{141}	45	AD_{142}	35	AD_{143}	40	AD_{144}	30
	AD_{151}	30	AD_{152}	40	AD_{153}	45	AD_{154}	25
	AD_{161}	35	AD_{162}	45	AD_{163}	45	AD_{164}	20
	AD_{171}	25	AD_{172}	50	AD_{173}	35	AD_{174}	30
	AD_{181}	50	AD_{182}	50	AD_{183}	20	AD_{184}	45
	AD_{211}	15	AD_{212}	35	AD_{213}	25	AD_{214}	15
	AD_{221}	40	AD_{222}	30	AD_{223}	55	AD_{224}	25
	AD_{231}	35	AD_{232}	40	AD_{233}	45	AD_{234}	35
	AD_{241}	30	AD_{242}	35	AD_{243}	50	AD_{244}	50
	AD_{251}	25	AD_{252}	50	AD_{253}	35	AD_{254}	50
	AD_{261}	50	AD_{262}	45	AD_{263}	40	AD_{264}	45
	AD_{271}	55	AD_{272}	55	AD_{273}	30	AD_{274}	55
	AD_{281}	60	AD_{282}	25	AD_{283}	35	AD_{284}	55
	AD_{311}	35	AD_{312}	35	AD_{313}	40	AD_{314}	60
	AD_{321}	40	AD_{322}	15	AD_{323}	35	AD_{324}	55
	AD_{331}	40	AD_{332}	25	AD_{333}	30	AD_{334}	40
	AD_{341}	55	AD_{342}	30	AD_{343}	20	AD_{344}	35
	AD_{351}	25	AD_{352}	45	AD_{353}	25	AD_{354}	45
	AD_{361}	30	AD_{362}	40	AD_{363}	45	AD_{364}	25
	AD_{371}	45	AD_{372}	45	AD_{373}	50	AD_{374}	50
	AD_{381}	70	AD_{382}	55	AD_{383}	60	AD_{384}	40
	AD_{411}	25	AD_{412}	30	AD_{413}	45	AD_{414}	45
	AD_{421}	35	AD_{422}	50	AD_{423}	55	AD_{424}	60
	AD_{431}	30	AD_{432}	35	AD_{433}	40	AD_{434}	55
	AD_{441}	45	AD_{442}	25	AD_{443}	30	AD_{444}	20
	AD_{451}	55	AD_{452}	45	AD_{453}	25	AD_{454}	30
	AD_{461}	40	AD_{462}	55	AD_{463}	50	AD_{464}	40
	AD_{471}	25	AD_{472}	30	AD_{473}	35	AD_{474}	50
	AD_{481}	20	AD_{482}	20	AD_{483}	65	AD_{484}	35

Modelde Talep, Transfer ve Toplama noktaları arasındaki teslim zamanları saat olarak GPS (Global Positioning System) yardımıyla belirlenmiştir. Aşağıda Çizelge 5.14 ve Çizelge 5.15’de bu değerler gösterilmiştir.

Çizelge 5.14. Talep noktalarından Transfer deposuna transfer süresi (R_{ij}).

Talep noktalarından-Transfer Depolarına (R_{ij})	Teslim Süresi(saat)
Ordu 19 Eylül Stadi-Ordu/Güzelordu İlk. Okulu	0,13
Ordu 19 Eylül Stadi-Ordu/Ünye Stadyum	0,96
Ordu 19 Eylül Stadi-Bulancak/Bulancak Anadolu Lisesi	0,60
Ordu-İtfaiye Merkezi-Ordu/Güzelordu İlk. Okulu	0,16
Ordu-İtfaiye Merkezi-Ordu/Ünye Stadyum	1,00
Ordu-İtfaiye Merkezi-Bulancak/Bulancak Anadolu Lisesi	0,46
Giresun-Şehir Stadyumu-Ordu/Güzelordu İlk. Okulu	0,83
Giresun-Şehir Stadyumu-Ordu/Ünye Stadyum	1,70
Giresun-Şehir Stadyumu-Bulancak/Bulancak Anadolu Lisesi	0,35
Giresun-İtfaiye Merkezi-Ordu/Güzelordu İlk. Okulu	0,83
Giresun-İtfaiye Merkezi-Ordu/Ünye Stadyum	1,70
Giresun-İtfaiye Merkezi-Bulancak/Bulancak Anadolu Lisesi	0,35
Samsun-Belediye Binası-Ordu/Güzelordu İlk. Okulu	2,20
Samsun-Belediye Binası-Ordu/Ünye Stadyum	1,36
Samsun-Belediye Binası-Bulancak/Bulancak Anadolu Lisesi	2,71
Samsun-19 Mayıs Stadi-Ordu/Güzelordu İlk. Okulu	2,13
Samsun-19 Mayıs Stadi-Ordu/Ünye Stadyum	1,30
Samsun-19 Mayıs Stadi-Bulancak/Bulancak Anadolu Lisesi	2,66
Tokat-Belediye Binası-Ordu/Güzelordu İlk. Okulu	3,70
Tokat-Belediye Binası-Ordu/Ünye Stadyum	2,90
Tokat-Belediye Binası-Bulancak/Bulancak Anadolu Lisesi	4,15
Tokat-Gazi Osman Paşa Stadi-Ordu/Güzelordu İlk. Okulu	3,66
Tokat-Gazi Osman Paşa Stadi-Ordu/Ünye Stadyum	2,75
Tokat-Gazi Osman Paşa Stadi-Bulancak/Bulancak Anadolu Lisesi	4,13

Çizelge 5.15. Transfer deposundan Toplama noktalarına transfer süresi (R_{ij}).

Talep noktalarından-Transfer Depolarına (R_{ij})	Teslim Süresi(saat)
Ordu Güzelordu İlk. Okulu-Ünye/Toki Ömerçam İlk. Okulu	1,06
Ordu Güzelordu İlk. Okulu-Fatsa/Kültür Sarayı	0,65
Ordu Güzelordu İlk. Okulu-Bulancak/Kaymakamlık Binası	0,58
Ordu Güzelordu İlk. Okulu-Niksar/Ulucami	2,75
Ordu Güzelordu İlk. Okulu-Çarşamba/Belediye Binası	1,66
Ünye-Stadyum-Ünye/Toki Ömerçam İlk. Okulu	0,26
Ünye-Stadyum-Fatsa/Kültür Sarayı	0,33
Ünye-Stadyum-Bulancak/Kaymakamlık Binası	1,50
Ünye-Stadyum-Niksar/Ulucami	2,00
Ünye-Stadyum-Çarşamba/Belediye Binası	0,83
Bulancak-Bulancak Anadolu Lisesi-Ünye/Toki Ömerçam İlk. Okulu	1,58
Bulancak-Bulancak Anadolu Lisesi-Fatsa/Kültür Sarayı	1,16
Bulancak-Bulancak Anadolu Lisesi-Bulancak/Kaymakamlık Binası	0,15
Bulancak-Bulancak Anadolu Lisesi-Niksar/Ulucami	3,33
Bulancak-Bulancak Anadolu Lisesi-Çarşamba/Belediye Binası	2,15

5.5. Model Sonuçları

Önerilen modelin çözümü ile elde edilen sonuçlar Çizelge 5.17’de verilmiştir. Çizelge 5.17’de toplama noktalarından transfer depolarına gönderilen yardım malzemeleri gösterilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde sonuçların uygun (feasible) olduğu kısıtların sağlandığı görülmüştür. Yardım malzemelerinden sırasıyla 1195 adet uyku çadırı, 1410 şişe mineral su, 1405 paket hazır makarna ve 1570 cam kavanoz konserve yiyeceğin en fazla toplama noktalarından Fatsa Kültür bulunduğu görülmüştür.

Çizelge 5.16. Toplama noktaları ve transfer depoları arasında yardım eşyaları dağıtımı.

Toplama noktaları	yk,il(t) \ Yardım Malzemeleri	T ₁			T ₂			T ₃			T ₄		
		Güzelordu ilk. okulu	Ünye Stadyum	Bulancak Lise	Güzelordu ilk. okulu	Ünye Stadyum	Bulancak Lise	Güzelordu ilk. okulu	Ünye Stadyum	Bulancak Lise	Güzelordu ilk. okulu	Ünye Stadyum	Bulancak Lise
Ünye Toki Ömerçam ilkokulu	Uyku Çadırları	105	160	0	0	0	10	110	110	40	217	150	0
	Mineral Su	0	0	0	275	0	0	255	40	105	185	170	55
	Hazır Makarna	0	340	0	70	275	0	0	350	0	98	180	82
	Konserve Yiyecek	395	0	0	155	225	20	135	0	270	0	0	363
Fatsa Kültür Sarayı	Uyku Çadırları	250	0	135	125	240	0	15	0	380	0	0	50
	Mineral Su	115	0	280	0	245	155	0	240	120	95	80	80
	Hazır Makarna	50	205	85	0	0	345	315	35	0	0	0	370
	Konserve Yiyecek	85	295	0	375	15	0	170	225	0	405	0	0
Bulancak Kaymakamlık Binası	Uyku Çadırları	0	0	0	95	0	290	0	0	0	0	0	68
	Mineral Su	0	100	0	0	0	210	0	0	105	0	0	379
	Hazır Makarna	0	0	195	90	0	0	0	0	0	387	0	53
	Konserve Yiyecek	0	0	305	0	0	0	0	0	395	113	0	0
Niksar Ulucami	Uyku Çadırları	0	0	70	0	0	0	0	0	0	78	0	312
	Mineral Su	0	0	150	0	0	0	0	0	70	0	0	86
	Hazır Makarna	0	0	280	0	0	135	0	0	430	105	0	0
	Konserve Yiyecek	0	0	0	0	0	365	0	0	0	317	0	102

Çizelge 5.17. Transfer depolarından Ordu 19 Eylül Stadı talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.

Planlama Aşaması	xk,lj(t) \ Transfer deposu	Yardım malzemeleri			
		Uyku Çadırları	Mineral Su	Hazır Makarna	Konserve Yiyecek
		Ordu 19 Eylül Stadı			
T ₁	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	0
	Ünye Stadyum	50	110	155	140
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₂	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	0
	Ünye Stadyum	55	115	160	150
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₃	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	0
	Ünye Stadyum	60	120	170	145
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₄	Güzelordu ilk. okulu	65	30	175	145
	Ünye Stadyum	0	100	0	0
	Bulancak Lise	0	0	0	0

Çizelge 5.18’de transfer depolarından Ordu 19 Eylül Stadı talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı gösterilmiştir. Ordu 19 Eylül Stadı talep noktası için tüm zamanlar içinde transfer depolarından Güzelordu İlköğretim Okulu en uygun yer seçilmiştir.

Çizelge 5.18. Transfer depolarından Ordu İtfaiye Merkezi talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.

Planlama Aşaması	xk,lj(t) \ Transfer deposu	Yardım malzemeleri			
		Uyku Çadırları	Mineral Su	Hazır Makarna	Konserve Yiyecek
		Ordu İtfaiye Merkezi			
T ₁	Güzelordu ilk. okulu	70	5	50	150
	Ünye Stadyum	0	80	65	0
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₂	Güzelordu ilk. okulu	0	75	90	120
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₃	Güzelordu ilk. okulu	80	95	125	145
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₄	Güzelordu ilk. okulu	90	105	140	160
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	0	0	0	0

Çizelge 5.19’da transfer depolarından Ordu İtfaiye Merkezi talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı gösterilmiştir. Ordu İtfaiye Merkezi talep noktası için tüm zamanlar içinde transfer depolarından Güzelordu İlköğretim Okulu en uygun yer seçilmiştir.

Çizelge 5.19. Transfer depolarından Giresun Şehir Stadyumu talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.

Planlama Aşaması	xk,lj(t) \ Transfer deposu	Yardım malzemeleri			
		Uyku Çadırları	Mineral Su	Hazır Makarna	Konserve Yiyecek
		Giresun Şehir Stadyumu			
T ₁	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	0
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	65	95	160	150
T ₂	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	0
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	70	100	165	145
T ₃	Güzelordu ilk. okulu	15	0	0	0
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	60	105	170	165
T ₄	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	35
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	85	115	180	120

Çizelge 5.20’de transfer depolarından Giresun Şehir Stadyumu talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı gösterilmiştir. Giresun Şehir Stadyumu talep noktası için tüm zamanlar içinde transfer depolarından Bulancak Lisesi en uygun yer seçilmiştir.

Çizelge 5.20. Transfer depolarından Giresun İtfaiye Merkezi talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.

Planlama Aşaması	xk,lj(t) \ Transfer deposu	Yardım malzemeleri			
		Uyku Çadırları	Mineral Su	Hazır Makarna	Konserve Yiyecek
		Giresun İtfaiye Merkezi			
T ₁	Güzelordu ilk. okulu	10	20	0	0
	Ünye Stadyum	75	110	160	155
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₂	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	145
	Ünye Stadyum	90	135	165	0
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₃	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	160
	Ünye Stadyum	95	140	170	0
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₄	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	35
	Ünye Stadyum	85	150	180	0
	Bulancak Lise	0	0	0	0

Çizelge 5.21’de transfer depolarından Giresun İtfaiye Merkezi talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı gösterilmiştir. Giresun İtfaiye Merkezi talep noktası için tüm zamanlar içinde transfer depolarından Ünye Stadyum’u en uygun yer seçilmiştir.

Çizelge 5.21. Transfer depolarından Tokat Stadı talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.

Planlama Aşaması	xk,lj(t) \ Transfer deposu	Yardım malzemeleri			
		Uyku Çadırları	Mineral Su	Hazır Makarna	Konserve Yiyecek
		Tokat Stadı			
T ₁	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	155
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	140	150	125	0
T ₂	Güzelordu ilk. okulu	140	155	40	160
	Ünye Stadyum	0	0	50	0
	Bulancak Lise	0	0	50	0
T ₃	Güzelordu ilk. okulu	0	120	0	0
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	150	40	140	170
T ₄	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	175
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	170	170	160	0

Çizelge 5.22’de transfer depolarından Tokat Gazi Osmanpaşa Stadı talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı gösterilmiştir. Tokat Gazi Osmanpaşa Stadı talep noktası için tüm zamanlar içinde transfer depolarından Bulancak Lisesi en uygun yer seçilmiştir.

Çizelge 5.22. Transfer depolarından Samsun Belediye Binası talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.

Planlama Aşaması	xk,lj(t) \ Transfer deposu	Yardım malzemeleri			
		Uyku Çadırları	Mineral Su	Hazır Makarna	Konserve Yiyecek
		Samsun Belediye Binası			
T ₁	Güzelordu ilk. okulu	55	0	0	0
	Ünye Stadyum	35	125	165	175
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₂	Güzelordu ilk. okulu	0	10	0	0
	Ünye Stadyum	95	120	130	155
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₃	Güzelordu ilk. okulu	0	0	40	0
	Ünye Stadyum	100	135	90	175
	Bulancak Lise	0	0	0	0
T ₄	Güzelordu ilk. okulu	45	0	0	0
	Ünye Stadyum	65	0	0	0
	Bulancak Lise	0	0	0	0

Çizelge 5.23’de transfer depolarından Samsun Belediye binası talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı gösterilmiştir. Samsun Belediye binası talep noktası için tüm zamanlar içinde transfer depolarından Ünye Stadyum’u en uygun yer seçilmiştir.

Çizelge 5.23. Transfer depolarından Samsun 19 Mayıs Stadı talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.

Planlama Aşaması	xk,lj(t) \ Transfer deposu	Yardım malzemeleri			
		Uyku Çadırları	Mineral Su	Hazır Makarna	Konserve Yiyecek
		Samsun 19 Mayıs Stadı			
T ₁	Güzelordu ilk. okulu	100	0	0	175
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	0	140	145	0
T ₂	Güzelordu ilk. okulu	0	20	0	15
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	105	125	130	140
T ₃	Güzelordu ilk. okulu	0	40	15	0
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	110	110	120	160
T ₄	Güzelordu ilk. okulu	95	0	0	0
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	25	160	145	170

Çizelge 5.24’de transfer depolarından Samsun 19 Mayıs Stadı talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı gösterilmiştir. Samsun 19 Mayıs Stadı talep noktası için tüm zamanlar içinde transfer depolarından Bulancak Lisesi en uygun yer seçilmiştir.

Çizelge 5.24. Transfer depolarından Tokat Belediye Binası talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı.

Planlama Aşaması	xk,lj(t) \ Transfer deposu	Yardım malzemeleri			
		Uyku Çadırları	Mineral Su	Hazır Makarna	Konserve Yiyecek
		Tokat Belediye Binası			
T ₁	Güzelordu ilk. okulu	120	90	0	0
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	0	140	145	0
T ₂	Güzelordu ilk. okulu	0	0	0	60
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	125	140	135	100
T ₃	Güzelordu ilk. okulu	30	0	135	0
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	100	145	0	175
T ₄	Güzelordu ilk. okulu	0	0	130	0
	Ünye Stadyum	0	0	0	0
	Bulancak Lise	150	155	20	175

Çizelge 5.25’de transfer depolarından Tokat Belediye binası talep noktasına yardım eşyaları dağıtımı gösterilmiştir. Tokat Belediye binası talep noktası için tüm zamanlar içinde transfer depolarından Bulancak Lisesi en uygun yer seçilmiştir.

Çizelge 5.17 toplama noktalarından transfer depolarına giden yardım malzemesi miktarları, Çizelge 5.18 ve 5.25 arasında da transfer depolarından talep noktalarına yardım eşyaları dağıtım sonuçları verilmiştir. Dağıtım sonuçları incelendiğinde belirlenen kısıtlara uyulduğu ve tutarlı olduğu görülmüştür. Modelde toplama noktaları ve transfer depolarının arttırılması ile teslim süresinin daha aşağı çekilebileceği düşünülmektedir. Yine toplama noktaları ve transfer depolarında tutulan yardım malzemeleri miktarlarının arttırılması ile memnuniyetin artacağı daha çok insana yardım ulaşılabileceği anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.25. Amaçların çözümleri.

MODEL				
f1 (Min. Maliyet) (w ₁ =1, w ₂ =0, w ₃ =0)	Maliyet	Teslim süresi	En düşük hizmet düzeyini en büyükmek	Değer
	1401248	201,746	0	En iyi Çözüm
f2 (Min. Teslim süresi için) (w ₁ =0, w ₂ =1, w ₃ =0)	346727000	201,746	0	En iyi Çözüm
f3 (Maks. Memnuniyet) (w ₁ =0, w ₂ =0, w ₃ =1)	177544100	201,746	16	En iyi Çözüm
Ağırlıklandırılmış (w ₁ =0,1555, w ₂ =0,2707, w ₃ =0,5738)	2684881	201,746	16	En iyi Çözüm

Modeldeki amaçlar olan toplam maliyeti en küçükmek, teslim süresini en küçükmek ve en düşük hizmet düzeyini en büyükmek sırasıyla kendi ağırlıkları 1 olacak şekilde çözüldüğünde 1401248 TL, 201,746 saat ve 16 olarak bulunur. Amaçların çözüm sonrası çıkan değerleri en iyi çözüm olup, en iyi amaç değerlerine çözüm sonrası ulaşılmıştır. Ayrıca tüm bu amaçların çıkan sonuçları incelendiğinde yeterli ve tutarlı bulunmuştur. Önerilen modelde toplam maliyeti en küçükmek, teslim süresi ve en düşük hizmet düzeyini en büyükmek için sırasıyla ağırlıklar $w_1=0,1555$, $w_2=0,2707$, $w_3=0,5738$ olarak bulunur. Modelde ki β ağırlık değeri AHP ile belirlenen amaç ağırlıklarından en küçüğüne en yakın değeri alacağı için $\beta = 0,1554$ olarak belirlenmiştir.

Konik skalerleştirme yaklaşımının formüle edilmiş hali aşağıda belirtilmiştir. Buna göre model kısıtlar hariç aşağıda ifade edilmiştir.

$$\min=0,3109*d_{12}-0,0001*d_{11}+0,4261*d_{22}-0,1153*d_{21}+0,7292*d_{32}-0,4184*d_{31};$$

$$f_1/346727000-d_{12}+d_{11}=y_1;$$

$$y_1 \geq 0,75 ;$$

$$y_1 \leq 1 ;$$

$$f_2/201.746-d_{22}+d_{21}=y_2;$$

$$y_2 \geq 0,75;$$

$$y_2 \leq 1;$$

$$-f_3/16-d_{32}+d_{31}=y_3;$$

$$y_3 \geq -1 ;$$

$$y_3 \leq -0,75;$$

Modelde amaçların istek düzeyleri yani m_1 , m_2 ve m_3 değerleri normalizasyon sonrası 0,75 ile 1 değerleri arasında belirlenmiştir. Çözümler sonrası üç amacında belirlenen istek düzeylerini tamamen karşıladığı görülmüştür. Modelde $d_{11}=0,9922565$, $d_{21}=0$, $d_{31}=0,250$ değerleri üst başarı olurken $d_{12}=0$, $d_{22}=0$, $d_{32}=0$ alt başarı değerleridir. Önerilen modelde üst başarı değerleri alt başarı değerlerinden daha önemlidir. Çıkan sonuçlara göre toplam maliyeti en küçükmek amacının sapma değerinin 0,9922565 olarak fazla olduğu görülmüş bu da çok fazla değişkenden etkilenmesi şeklinde yorumlanmıştır. Teslim süresi amacımız için sapma olmadığı görülmüş, en düşük düzeyini en büyükmek içinse sapma değerimizin 0,250 olduğu ve istenilen düzeyde olduğu görülmüştür. Çok seçenekli hedef programlama da amaç değerlerinden toplam maliyeti en küçükmek için 2684881 TL, teslim süresini en küçükmek için 201,7460 ve en düşük hizmet düzeyini en büyükmek için 16 olduğu sonuçların tüm amaçlar için tutarlı olduğu görülmüştür. İlgili zamanda gönderilen yardım malzemelerinin kısıtları sağladığı ve tutarlı olduğu gözlenmiştir.

Çalışmada çok amaçlı matematiksel model ve çözümü Ek 1’de, çok seçenekli konik hedef programlama modeli amaç ve ek kısıtları Ek 2’te verilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya genelinde bugüne kadar meydana gelen afetlerde milyonlarca kişi hayatını kaybetmiştir. Afetlerin ne zaman nerede olacağını belirlemek şu anki imkanlarla olanaksızdır. Bu nedenle afet öncesi hazırlık ve afet anı ve sonrası alınacak tedbirler büyük önem taşımaktadır. Afet lojistiği, afetin etkilerini azaltmak için afet öncesi ve sonrası yapılan tüm çalışmaları kapsamaktadır. Afet lojistiği kapsamında yapılacak çalışmaların aralığının geniş tutulması örnek vermek gerekirse hem afet öncesi hem afet sonrası çalışmalarının aynı anda yapılmaya çalışılması kapsamlı istenilen bir çalışma yapılmasına engel olabilir. Bu nedenle afet lojistiği içinden bir alanın seçilmek suretiyle üzerinde çalışılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada Ordu ili için bir afet lojistik sistemi önerilmiş olup, bu sistemle afetten etkilenen insanların ihtiyaçlarının en uygun şekilde karşılanması amacıyla çok amaçlı bir matematiksel model oluşturulmuştur. Modelde amaçlar toplam maliyeti en küçükmek, teslim süresini en küçükmek ve hizmet düzeyini en büyükmek olarak belirlenmiştir. Oluşturulan modelde ilk olarak modeldeki amaç ve ölçütler belirlenmiş, ikinci olarak amaçların ağırlıklarının belirlenmesi için afet konusunda uzman personelin görüşleri alınarak AHP yaklaşımı ile amaç ağırlıkları belirlenmiştir. Son olarak da önerilen model çok seçenekli konik hedef programlama yaklaşımı ile Lingo 11.0 programı ile çözümlenmiştir.

Çalışmanın sonucunda belirlenen hedef değerlerine bağlı olarak en uygun afet lojistik sistemi oluşturulmuştur. Model için yardım malzemesi miktarlarının, toplama ve transfer depo sayıları artırılarak daha kısa zamanda daha çok insana ulaşabileceği düşünülmektedir. Yapılan bu çalışmayla ülke genelini kapsayacak 7 coğrafi bölge içinde bölge bazlı meydana gelmiş en büyük depremlerden hareketle AFAD bünyesinde senaryolar oluşturulup, planlar yapılabileceği düşünülmektedir.

Literatür incelendiğinde daha önce ülke dışında bu konuda çalışmalar yapıldığı görülmüş ancak ülkemiz için erişilebilen literatürde bu konuda az sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu yapılan çalışmanın bu eksikliği gidereceği ve sonraki yıllarda ülke genelini kapsayacak diğer tüm çalışmalar için referans alınarak geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Yapılan bu çalışmayla yardım malzemelerinin lojistik süreci için önerilen çözümün, yerel afet yönetimi için kullanılabileceği gibi, ileride ülke genelinde de kullanılabileceği düşünülmektedir.

İlerideki çalışmalar için araç sayısının çevre illerin de desteğiyle artırılarak, güncellenebilir bir yapının sağlanmasıyla çalışma geliştirilebilecektir. Bu çalışmada deprem sonucu ulaşımın aksamadığını varsayılmıştır ancak deprem sonrası ulaşımın aksayabileceği düşünülerek, bu konuda her an bilgi akışının sağlanabileceği bir yapının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Yapılacak daha sonraki çalışmalarda toplama, transfer ve talep noktalarının seçimi için küme analizi yapılabilir. Çalışmada toplama, transfer ve talep noktalarının sayıları artırılıp azaltılarak elde edilen sonuçların esnetilebileceği düşünülmektedir. Önerilen model için bir karar destek sisteminin tasarlanmasıyla, güncellenebilir, hızlı ve kolay çözümlere ulaşılabilen bir sistemin elde edilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Andersson, J., (2004), A survey of multi objective optimization in engineer design., Technical Report: LİTH-IKP-R-1097, Linköping University, (erişim tarihi 21 Şubat 2006) (<http://www.machine.ike.lie.s/staft/johon/files/pdf>).

Atıcı K.B., Ulucan, A., (2009), “Enerji Projelerinin Değerlendirilmesi Sürecinde Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımları ve Türkiye Uygulamaları”, *H.Ü. İİBF Dergisi*, Cilt 27, Sayı 1, s.161-186.

Atlas, M., (2008), “Çok Amaçlı Programlama Çözüm Tekniklerinin Sınıflandırılması”, *Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt:8- Sayı/No: 1 : 47–68.

Bülbül, S., Köse, A., (2009), “Türk Gıda Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi”, 10. Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Chang, C.T., (2007), Multi-choice goal programming, *Omega* 35, s.389–396.

Chang, C.T., (2008), Revised multi-choice goal programming, *Appl. Math. Model.* 32, s.2587–2595.

Fırlalı, N., Kaya, S., (2016), “Çok Amaçlı Optimizasyon Problemlerinde Pareto Optimal Kullanımı”, *Social Sciences Research Journal*, C.5, S.2, 9718.

Gasimov, R. N., (2001), Characterization of the Benson proper efficiency and scalarization in nonconvex vector optimization, in: M. Koksalan, S. Zionts (Eds.), *Multiple criteria decision making in the new millennium*, Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, Berlin, s.189–198.

Gilliams, S., Raymaekers, D., Muys, B., Orshoven, J. V., (2005), “Comparing Multiple Criteria Decision Methods to Extend a Geographical Information System on Afforestation”, *Computers and Electronics in Agriculture*, C.49, s.142-158.

Gwo-Hshiung Tzeng, Hsin-Jung Cheng, Huang, T.D., (2007), “Multi-objective optimal planning for designing relief delivery systems”, *Transportation Research Part E* 43, s.673–686

Hannan, E. L., (1980), Non-dominance in goal programming, *INFOR, Canad. J. Operat. Res. Inform. Process.* 18, s.300–309.

Hu, J., Peng, J., (2008), Application of Supplier Selection Based on the AHP Theory. Knowledge Acquisition and Modeling Workshop (International Symposium), s. 1095-1097.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Michalewicz, Z., (1994), Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs. Berlin: Springer-Verlag. Murata, T., & Ishibuchi, H. (1995). MOGA: Multiobjective Genetic Algorithms. 2nd IEEE International Conference on Evolutionary Computation, (s. 289-294). Perth, Australia.
- Mohan, C. N., (1998), Reference direction interactive method for solving multiobjective fuzzy programming problems, *European journal of operation research*, 107(3): 599-614.
- Özdemir, M.S., Gasimov, R.N., (2004), The analytic hierarchy process and multi objective 0–1 faculty course assignment, *Eur. J. Operat. Res.* 157, s.398–408.
- Özden, Ü. H., (2009), *Türkiye’deki Mevduat Bankalarının Performansları: Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Analiz*, Ankara, Detay Yayıncılık.
- Özkan, M.M., (2003), *Bulanık hedef programlama*, Ekin kitabevi, Bursa, 288s.
- Paksoy, T., Chang, C.T., (2010), Revised multi-choice goal programming for multi-period, multi-stage inventory controlled supply chain model with popup stores in Guerilla marketing, *Appl. Math. Model* 34, s.3586–3598.
- Romero, C., (1991), *Handbook of Critical Issues in Goal Programming*, Pergamon Pres.,
- Romero, C., (2004), A general structure of achievement function for a goal programming model, *Eur. J. Operat. Res.* 153, s.675–686.
- Sezer, H., Saatçioğlu, Ö., (2008), “Düzenli Hat Deniz Taşımacılığında Nakliye Müteahhidinin Gemi Operatörü Seçimine Çok Ölçütlü Karar Destek Yaklaşımı”, *Dokuz Eylül Üniversitesi SBE Dergisi*, Cilt 10, Sayı 4, s.19-46.
- Tamiz, M., Jones, D. F., (1996), Goal programming and Pareto efficiency, *J. Inform. Optim. Sci.* 17 (2), s.1–17.
- Tamiz, M., Jones, D. F., El-Darzi, E., (1995), A review of goal programming and its applications, *Ann. Oper. Res.* 58, s.39–53.
- Tamiz, M., Mirrazavi, S. K., Jones, D.F., (1999), Extensions of Pareto efficiency analysis to integer goal programming, *Omega* 27, s.179–188.
- Taş, M., (1995), “Türkiye’de Endüstri Yapılarında Deprem Sorunu”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s.42.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Urfalıoğlu, F. ve Genç, T., (2013), “Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri ile Türkiye’nin Ekonomik Performansının Avrupa Birliđi Üye Ülkeleri ile Karşılaştırılması”, *M.Ü. İ.İ.B. Dergisi*, Cilt 35, Sayı 2, s.329-360.

Üstün, Ö., (2012), “Multi-choice goal programming formulation based on the conic scalarizing function”, *Applied Mathematical Modelling*, s.974-988.

Wierzbicki, A.P., (1980), The use of reference objectives in multiobjective optimization, in: G. Fandel, T. Gal (Eds.), *Multiple criteria decision making, Theory and Applications*, Lecture Notes in Economic and Mathematical Systems, vol. 177, Berlin-Heidelberg, s. 468–486.

Wolfslehner, B., (2005), “*Potentials and Limitations of Multi-Criteria Analysis Methods in Assessing Sustainable Forest Management*”, Working paper, Department of Forest and Soil Sciences of Universität Wien.

Yaralıoğlu., K., www.deu.edu.tr/userweb/k.yaraliođlu/dosyalar/Analitik_Hiyerarasi_Proses.doc, s.4

EKLER

Ek 1. Çok Amaçlı Matematiksel Model ve Çözümü

$$\begin{aligned} f1= & 1000*z1+1000*z2+1000*z3+5.5*2.85*1*(200*(y1111+y2111+y3111+y4111)/6956)+5.5*2.85 \\ & *62.6*(200*(y1121+y2121+y3121+y4121)/6956)+5.5*2.85*30.8*(200*(y1131+y2131+y3131+y4 \\ & 131)/6956)+5.5*2.85*3.2*(200*(y1211+y2211+y3211+y4211)/6956)+5.5*2.85*64*(200*(y1221+ \\ & y2221+y3221+y4221)/6956)+5.5*2.85*27.2*(200*(y1231+y2231+y3231+y4231)/6956)+5.5*2.85 \\ & *45*(200*(y1311+y2311+y3311+y4311)/6956)+5.5*2.85*106*(200*(y1321+y2321+y3321+y432 \\ & 1)/6956)+5.5*2.85*16.4*(200*(y1331+y2331+y3331+y4331)/6956)+5.5*2.85*46.3*(200*(y1411+ \\ & y2411+y3411+y4411)/6956)+5.5*2.85*107*(200*(y1421+y2421+y3421+y4421)/6956)+5.5*2.85* \\ & 17.4*(200*(y1431+y2431+y3431+y4431)/6956)+5.5*2.85*150*(200*(y1511+y2511+y3511+y451 \\ & 1)/6956)+5.5*2.85*89*(200*(y1521+y2521+y3521+y4521)/6956)+5.5*2.85*178*(200*(y1531+y2 \\ & 531+y3531+y4531)/6956)+5.5*2.85*147*(200*(y1611+y2611+y3611+y4611)/6956)+5.5*2.85*86 \\ & .4*(200*(y1621+y2621+y3621+y4621)/6956)+5.5*2.85*175*(200*(y1631+y2631+y3631+y4631)/ \\ & 6956)+5.5*2.85*196*(200*(y1711+y2711+y3711+y4711)/6956)+5.5*2.85*156*(200*(y1721+y27 \\ & 21+y3721+y4721)/6956)+5.5*2.85*224*(200*(y1731+y2731+y3731+y4731)/6956)+5.5*2.85*194 \\ & *(200*(y1811+y2811+y3811+y4811)/6956)+5.5*2.85*154*(200*(y1821+y2821+y3821+y4821)/6 \\ & 956)+5.5*2.85*222*(200*(y1831+y2831+y3831+y4831)/6956)+(5.5*2.85*72.5*(200*(x1111+x21 \\ & 11+x3111+x4111)/6956)+5.5*2.85*41*(200*(x1121+x2121+x3121+x4121)/6956)+5.5*2.85*29.8 \\ & *(200*(x1131+x2131+x3131+x4131)/6956)+5.5*2.85*147*(200*(x1141+x2141+x3141+x4141)/6 \\ & 956)+5.5*2.85*113*(200*(x1151+x2151+x3151+x4151)/6956)+5.5*2.85*7.8*(200*(x1211+x221 \\ & 1+x3211+x4211)/6956)+5.5*2.85*21.9*(200*(x1221+x2221+x3221+x4221)/6956)+5.5*2.85*91.3 \\ & *(200*(x1231+x2231+x3231+y4231)/6956)+5.5*2.85*107*(200*(x1241+x2241+x3241+x4241)/6 \\ & 956)+5.5*2.85*51.5*(200*(x1251+x2251+x3251+x4251)/6956)+5.5*2.85*101*(200*(x1311+x23 \\ & 11+x3311+x4311)/6956)+5.5*2.85*69.3*(200*(x1321+x2321+x3321+x4321)/6956)+5.5*2.85*1*(\\ & 200*(x1331+x2331+x3331+x4331)/6956)+5.5*2.85*175*(200*(x1341+x2341+x3341+x4341)/695 \\ & 6)+5.5*2.85*141*(200*(x1351+x2351+x3351+x4351)/6956)+5.5*2.85*1*(200*(y1112+y2112+y3 \\ & 112+y4112)/6956)+5.5*2.85*62.6*(200*(y1122+y2122+y3122+y4122)/6956)+5.5*2.85*30.8*(20 \\ & 0*(y1132+y2132+y3132+y4132)/6956)+5.5*2.85*3.2*(200*(y1212+y2212+y3212+y4212)/6956)+ \\ & 5.5*2.85*64*(200*(y1222+y2222+y3222+y4222)/6956)+5.5*2.85*27.2*(200*(y1232+y2232+y32 \\ & 32+y4232)/6956)+5.5*2.85*45*(200*(y1312+y2312+y3312+y4312)/6956)+5.5*2.85*106*(200*(y \\ & 1322+y2322+y3322+y4322)/6956)+5.5*2.85*16.4*(200*(y1332+y2332+y3332+y4332)/6956)+5.5 \\ & *2.85*46.3*(200*(y1412+y2412+y3412+y4412)/6956)+5.5*2.85*107*(200*(y1422+y2422+y3422 \\ & +y4422)/6956)+5.5*2.85*17.4*(200*(y1432+y2432+y3432+y4432)/6956)+5.5*2.85*150*(200*(y \\ & 1512+y2512+y3512+y4512)/6956)+5.5*2.85*89*(200*(y1522+y2522+y3522+y4522)/6956)+5.5* \\ & 2.85*178*(200*(y1532+y2532+y3532+y4532)/6956)+5.5*2.85*147*(200*(y1612+y2612+y3612+ \\ & y4612)/6956)+5.5*2.85*86.4*(200*(y1622+y2622+y3622+y4622)/6956)+5.5*2.85*175*(200*(y1 \\ & 632+y2632+y3632+y4632)/6956)+5.5*2.85*196*(200*(y1712+y2712+y3712+y4712)/6956)+5.5* \\ & 2.85*156*(200*(y1722+y2722+y3722+y4722)/6956)+5.5*2.85*224*(200*(y1732+y2732+y3732+ \\ & y4732)/6956)+5.5*2.85*194*(200*(y1812+y2812+y3812+y4812)/6956)+5.5*2.85*154*(200*(y18 \\ & 22+y2822+y3822+y4822)/6956)+5.5*2.85*222*(200*(y1832+y2832+y3832+y4832)/6956))*4+(5. \\ & 5*2.85*72.5*(200*(x1112+x2112+x3112+x4112)/6956)+5.5*2.85*41*(200*(x1122+x2122+x3122 \\ & +x4122)/6956)+5.5*2.85*29.8*(200*(x1132+x2132+x3132+x4132)/6956)+5.5*2.85*147*(200*x1 \end{aligned}$$

$142+x2142+x3142+x4142/6956)+5.5*2.85*113*(200*(x1152+x2152+x3152+x4152)/6956)+5.5*2.85*7.8*(200*(x1212+x2212+x3212+x4212)/6956)+5.5*2.85*21.9*(200*(x1222+x2222+x3222+x4222)/6956)+5.5*2.85*91.3*(200*(x1232+x2232+x3232+y4232)/6956)+5.5*2.85*107*(200*(x1242+x2242+x3242+x4242)/6956)+5.5*2.85*51.5*(200*(x1252+x2252+x3252+x4252)/6956)+5.5*2.85*101*(200*(x1312+x2312+x3312+x4312)/6956)+5.5*2.85*69.3*(200*(x1322+x2322+x3322+x4322)/6956)+5.5*2.85*1*(200*(x1332+x2332+x3332+x4332)/6956)+5.5*2.85*175*(200*(x1342+x2342+x3342+x4342)/6956)+5.5*2.85*141*(200*(x1352+x2352+x3352+x4352)/6956)+5.5*2.85*1*(200*(y1113+y2113+y3113+y4113)/6956)+5.5*2.85*62.6*(200*(y1123+y2123+y3123+y4123)/6956)+5.5*2.85*30.8*(200*(y1133+y2133+y3133+y4133)/6956)+5.5*2.85*3.2*(200*(y1213+y2213+y3213+y4213)/6956)+5.5*2.85*64*(200*(y1223+y2223+y3223+y4223)/6956)+5.5*2.85*27.2*(200*(y1233+y2233+y3233+y4233)/6956)+5.5*2.85*45*(200*(y1313+y2313+y3313+y4313)/6956)+5.5*2.85*106*(200*(y1323+y2323+y3323+y4323)/6956)+5.5*2.85*16.4*(200*(y1333+y2333+y3333+y4333)/6956)+5.5*2.85*46.3*(200*(y1413+y2413+y3413+y4413)/6956)+5.5*2.85*107*(200*(y1423+y2423+y3423+y4423)/6956)+5.5*2.85*17.4*(200*(y1433+y2433+y3433+y4433)/6956)+5.5*2.85*150*(200*(y1513+y2513+y3513+y4513)/6956)+5.5*2.85*89*(200*(y1523+y2523+y3523+y4523)/6956)+5.5*2.85*178*(200*(y1533+y2533+y3533+y4533)/6956)+5.5*2.85*147*(200*(y1613+y2613+y3613+y4613)/6956)+5.5*2.85*86.4*(200*(y1623+y2623+y3623+y4623)/6956)+5.5*2.85*175*(200*(y1633+y2633+y3633+y4633)/6956)+5.5*2.85*196*(200*(y1713+y2713+y3713+y4713)/6956)+5.5*2.85*156*(200*(y1723+y2723+y3723+y4723)/6956)+5.5*2.85*224*(200*(y1733+y2733+y3733+y4733)/6956)+5.5*2.85*194*(200*(y1813+y2813+y3813+y4813)/6956)+5.5*2.85*154*(200*(y1823+y2823+y3823+y4823)/6956)+5.5*2.85*222*(200*(y1833+y2833+y3833+y4833)/6956))*4+(5.5*2.85*72.5*(200*(x1113+x2113+x3113+x4113)/6956)+5.5*2.85*41*(200*(x1123+x2123+x3123+x4123)/6956)+5.5*2.85*29.8*(200*(x1133+x2133+x3133+x4133)/6956)+5.5*2.85*147*(200*(x1143+x2143+x3143+x4143)/6956)+5.5*2.85*113*(200*(x1153+x2153+x3153+x4153)/6956)+5.5*2.85*7.8*(200*(x1213+x2213+x3213+x4213)/6956)+5.5*2.85*21.9*(200*(x1223+x2223+x3223+x4223)/6956)+5.5*2.85*91.3*(200*(x1233+x2233+x3233+y4233)/6956)+5.5*2.85*107*(200*(x1243+x2243+x3243+x4243)/6956)+5.5*2.85*51.5*(200*(x1253+x2253+x3253+x4253)/6956)+5.5*2.85*101*(200*(x1313+x2313+x3313+x4313)/6956)+5.5*2.85*69.3*(200*(x1323+x2323+x3323+x4323)/6956)+5.5*2.85*1*(200*(x1333+x2333+x3333+x4333)/6956)+5.5*2.85*175*(200*(x1343+x2343+x3343+x4343)/6956)+5.5*2.85*141*(200*(x1353+x2353+x3353+x4353)/6956)+5.5*2.85*1*(200*(y1114+y2114+y3114+y4114)/6956)+5.5*2.85*62.6*(200*(y1124+y2124+y3124+y4124)/6956)+5.5*2.85*30.8*(200*(y1134+y2134+y3134+y4134)/6956)+5.5*2.85*3.2*(200*(y1214+y2214+y3214+y4214)/6956)+5.5*2.85*64*(200*(y1224+y2224+y3224+y4224)/6956)+5.5*2.85*27.2*(200*(y1234+y2234+y3234+y4234)/6956)+5.5*2.85*45*(200*(y1314+y2314+y3314+y4314)/6956)+5.5*2.85*106*(200*(y1324+y2324+y3324+y4324)/6956)+5.5*2.85*16.4*(200*(y1334+y2334+y3334+y4334)/6956)+5.5*2.85*46.3*(200*(y1414+y2414+y3414+y4414)/6956)+5.5*2.85*107*(200*(y1424+y2424+y3424+y4424)/6956)+5.5*2.85*17.4*(200*(y1434+y2434+y3434+y4434)/6956)+5.5*2.85*150*(200*(y1514+y2514+y3514+y4514)/6956)+5.5*2.85*89*(200*(y1524+y2524+y3524+y4524)/6956)+5.5*2.85*178*(200*(y1534+y2534+y3534+y4534)/6956)+5.5*2.85*147*(200*(y1614+y2614+y3614+y4614)/6956)+5.5*2.85*86.4*(200*(y1624+y2624+y3624+y4624)/6956)+5.5*2.85*175*(200*(y1634+y2634+y3634+y4634)/6956)+5.5*2.85*196*(200*(y1714+y2714+y3714+y4714)/6956)+5.5*2.85*156*(200*(y1724+y2724+y3724+y4724)/6956)+5.5*2.85*224*(200*(y1734+y2734+y3734+y4734)/6956)+5.5*2.85*194*(200*(y1814+y2814+y3814+y4814)/6956)+5.5*2.85*154*(200*(y1824+y2824+y3824+y4824)/6956)+5.5*$

$$2.85*222*(200*(y1834+y2834+y3834+y4834)/6956))^4+(5.5*2.85*72.5*(200*(x1114+x2114+x3114+x4114)/6956)+5.5*2.85*41*(200*(x1124+x2124+x3124+x4124)/6956)+5.5*2.85*29.8*(200*(x1134+x2134+x3134+x4134)/6956)+5.5*2.85*147*(200*x1144+x2144+x3144+x4144/6956)+5.5*2.85*113*(200*(x1154+y2154+y3154+y4154)/6956)+5.5*2.85*7.8*(200*(x1214+x2214+x3214+x4214)/6956)+5.5*2.85*21.9*(200*(x1224+x2224+x3224+x4224)/6956)+5.5*2.85*91.3*(200*(x1234+x2234+x3234+y4234)/6956)+5.5*2.85*107*(200*(x1244+x2244+x3244+x4244)/6956)+5.5*2.85*51.5*(200*(x1254+x2254+x3254+x4254)/6956)+5.5*2.85*101*(200*(x1314+x2314+x3314+x4314)/6956)+5.5*2.85*69.3*(200*(x1324+x2324+x3324+x4324)/6956)+5.5*2.85*1*(200*(x1334+x2334+x3334+x4334)/6956)+5.5*2.85*175*(200*(x1344+x2344+x3344+x4344)/6956)+5.5*2.85*141*(200*(x1354+x2354+x3354+x4354)/6956));$$

$$f2=r111+r121+r131+r211+r221+r231+r311+r321+r331+r411+r421+r431+r511+r521+r531+d111+d121+d131+d141+d151+d161+d171+d181+d211+d221+d231+d241+d251+d261+d271+d281+d311+d321+d331+d341+d351+d361+d371+d381+r112+r122+r132+r212+r222+r232+r312+r322+r332+r412+r422+r432+r512+r522+r532+d112+d122+d132+d142+d152+d162+d172+d182+d212+d222+d232+d242+d252+d262+d272+d282+d312+d322+d332+d342+d352+d362+d372+d382+r113+r123+r133+r213+r223+r233+r313+r323+r333+r413+r423+r433+r513+r523+r533+d113+d123+d133+d143+d153+d163+d173+d183+d213+d223+d233+d243+d253+d263+d273+d283+d313+d323+d333+d343+d353+d363+d373+d383+r114+r124+r134+r214+r224+r234+r314+r324+r334+r414+r424+r434+r514+r524+r534+d114+d124+d134+d144+d154+d164+d174+d184+d214+d224+d234+d244+d254+d264+d274+d284+d314+d324+d334+d344+d354+d364+d374+d384;$$

$$f3=k1+k2+k3+k4+k5+k6+k7+k8+k9+k10+k11+k12+k13+k14+k15+k16;$$

$$s111 \geq k1;$$

$$s121 \geq k1;$$

$$s131 \geq k1;$$

$$s141 \geq k1;$$

$$s151 \geq k1;$$

$$s161 \geq k1;$$

$$s171 \geq k1;$$

$$s181 \geq k1;$$

$$s211 \geq k2;$$

$$s221 \geq k2;$$

$$s231 \geq k2;$$

$$s241 \geq k2;$$

$$s251 \geq k2;$$

s261>=k2;

s271>=k2;

s281>=k2;

s311>=k3;

s321>=k3;

s331>=k3;

s341>=k3;

s351>=k3;

s361>=k3;

s371>=k3;

s381>=k3;

s411>=k4;

s421>=k4;

s431>=k4;

s441>=k4;

s451>=k4;

s461>=k4;

s471>=k4;

s481>=k4;

s112>=k5;

s122>=k5;

s132>=k5;

s142>=k5;

s152>=k5;

s162>=k5;

s172>=k5;

s182>=k5;

s212>=k6;

s222>=k6;

s232>=k6;

s242>=k6;

s252>=k6;

s262>=k6;

s272>=k6;

s282>=k6;

s312>=k7;

s322>=k7;

s332>=k7;

s342>=k7;

s352>=k7;

s362>=k7;

s372>=k7;

s382>=k7;

s412>=k8;

s422>=k8;

s432>=k8;

s442>=k8;

s452>=k8;

s462>=k8;

s472>=k8;

s482>=k8;

s113>=k9;

s123>=k9;

s133>=k9;

s143>=k9;

s153>=k9;

s163>=k9;
s173>=k9;
s183>=k9;
s213>=k10;
s223>=k10;
s233>=k10;
s243>=k10;
s253>=k10;
s263>=k10;
s273>=k10;
s283>=k10;
s313>=k11;
s323>=k11;
s333>=k11;
s343>=k11;
s353>=k11;
s363>=k11;
s373>=k11;
s383>=k11;
s413>=k12;
s423>=k12;
s433>=k12;
s443>=k12;
s453>=k12;
s463>=k12;
s473>=k12;
s483>=k12;
s114>=k13;

s124>=k13;

s134>=k13;

s144>=k13;

s154>=k13;

s164>=k13;

s174>=k13;

s184>=k13;

s214>=k14;

s224>=k14;

s234>=k14;

s244>=k14;

s254>=k14;

s264>=k14;

s274>=k14;

s284>=k14;

s314>=k15;

s324>=k15;

s334>=k15;

s344>=k15;

s354>=k15;

s364>=k15;

s374>=k15;

s384>=k15;

s414>=k16;

s424>=k16;

s434>=k16;

s444>=k16;

s454>=k16;

$$s_{464} \geq k_{16};$$

$$s_{474} \geq k_{16};$$

$$s_{484} \geq k_{16};$$

$$x_{1111}+x_{1121}+x_{1131}+x_{1141}+x_{1151}+x_{1161}+x_{1171}+x_{1181}+x_{1211}+x_{1311}+x_{1221}+x_{1321}+x_{1231}+x_{1331}+x_{1241}+x_{1341}+x_{1251}+x_{1351}+x_{1261}+x_{1361}+x_{1271}+x_{1371}+x_{1281}+x_{1381} \geq 720;$$

$$x_{1112}+x_{1122}+x_{1132}+x_{1142}+x_{1152}+x_{1162}+x_{1172}+x_{1182}+x_{1212}+x_{1312}+x_{1222}+x_{1322}+x_{1232}+x_{1332}+x_{1242}+x_{1342}+x_{1252}+x_{1352}+x_{1262}+x_{1362}+x_{1272}+x_{1372}+x_{1282}+x_{1382} \geq 760;$$

$$x_{1113}+x_{1123}+x_{1133}+x_{1143}+x_{1153}+x_{1163}+x_{1173}+x_{1183}+x_{1213}+x_{1313}+x_{1223}+x_{1323}+x_{1233}+x_{1333}+x_{1243}+x_{1343}+x_{1253}+x_{1353}+x_{1263}+x_{1363}+x_{1273}+x_{1373}+x_{1283}+x_{1383} \geq 800;$$

$$x_{1114}+x_{1124}+x_{1134}+x_{1144}+x_{1154}+x_{1164}+x_{1174}+x_{1184}+x_{1214}+x_{1314}+x_{1224}+x_{1324}+x_{1234}+x_{1334}+x_{1244}+x_{1344}+x_{1254}+x_{1354}+x_{1264}+x_{1364}+x_{1274}+x_{1374}+x_{1284}+x_{1384} \geq 875;$$

$$x_{2111}+x_{2121}+x_{2131}+x_{2141}+x_{2151}+x_{2161}+x_{2171}+x_{2181}+x_{2211}+x_{2311}+x_{2221}+x_{2321}+x_{2231}+x_{2331}+x_{2241}+x_{2341}+x_{2251}+x_{2351}+x_{2261}+x_{2361}+x_{2271}+x_{2371}+x_{2281}+x_{2381} \geq 970;$$

$$x_{3111}+x_{3121}+x_{3131}+x_{3141}+x_{3151}+x_{3161}+x_{3171}+x_{3181}+x_{3211}+x_{3311}+x_{3221}+x_{3321}+x_{3231}+x_{3331}+x_{3241}+x_{3341}+x_{3251}+x_{3351}+x_{3261}+x_{3361}+x_{3271}+x_{3371}+x_{3281}+x_{3381} \geq 1155;$$

$$x_{4111}+x_{4121}+x_{4131}+x_{4141}+x_{4151}+x_{4161}+x_{4171}+x_{4181}+x_{4211}+x_{4311}+x_{4221}+x_{4321}+x_{4231}+x_{4331}+x_{4241}+x_{4341}+x_{4251}+x_{4351}+x_{4261}+x_{4361}+x_{4271}+x_{4371}+x_{4281}+x_{4381} \geq 1255;$$

$$x_{2112}+x_{2122}+x_{2132}+x_{2142}+x_{2152}+x_{2162}+x_{2172}+x_{2182}+x_{2212}+x_{2312}+x_{2222}+x_{2322}+x_{2232}+x_{2332}+x_{2242}+x_{2342}+x_{2252}+x_{2352}+x_{2262}+x_{2362}+x_{2272}+x_{2372}+x_{2282}+x_{2382} \geq 1010;$$

$$x_{3112}+x_{3122}+x_{3132}+x_{3142}+x_{3152}+x_{3162}+x_{3172}+x_{3182}+x_{3212}+x_{3312}+x_{3222}+x_{3322}+x_{3232}+x_{3332}+x_{3242}+x_{3342}+x_{3252}+x_{3352}+x_{3262}+x_{3362}+x_{3272}+x_{3372}+x_{3282}+x_{3382} \geq 1145;$$

$$x_{4112}+x_{4122}+x_{4132}+x_{4142}+x_{4152}+x_{4162}+x_{4172}+x_{4182}+x_{4212}+x_{4312}+x_{4222}+x_{4322}+x_{4232}+x_{4332}+x_{4242}+x_{4342}+x_{4252}+x_{4352}+x_{4262}+x_{4362}+x_{4272}+x_{4372}+x_{4282}+x_{4382} \geq 1220;$$

$$x_{2113}+x_{2123}+x_{2133}+x_{2143}+x_{2153}+x_{2163}+x_{2173}+x_{2183}+x_{2213}+x_{2313}+x_{2223}+x_{2323}+x_{2233}+x_{2333}+x_{2243}+x_{2343}+x_{2253}+x_{2353}+x_{2263}+x_{2363}+x_{2273}+x_{2373}+x_{2283}+x_{2383} \geq 1050;$$

$$x_{3113}+x_{3123}+x_{3133}+x_{3143}+x_{3153}+x_{3163}+x_{3173}+x_{3183}+x_{3213}+x_{3313}+x_{3223}+x_{3323}+x_{3233}+x_{3333}+x_{3243}+x_{3343}+x_{3253}+x_{3353}+x_{3263}+x_{3363}+x_{3273}+x_{3373}+x_{3283}+x_{3383} \geq 1175;$$

$$x_{4113}+x_{4123}+x_{4133}+x_{4143}+x_{4153}+x_{4163}+x_{4173}+x_{4183}+x_{4213}+x_{4313}+x_{4223}+x_{4323}+x_{4233}+x_{4333}+x_{4243}+x_{4343}+x_{4253}+x_{4353}+x_{4263}+x_{4363}+x_{4273}+x_{4373}+x_{4283}+x_{4383} \geq 1290;$$

$$x_{2114}+x_{2124}+x_{2134}+x_{2144}+x_{2154}+x_{2164}+x_{2174}+x_{2184}+x_{2214}+x_{2314}+x_{2224}+x_{2324}+x_{2234}+x_{2334}+x_{2244}+x_{2344}+x_{2254}+x_{2354}+x_{2264}+x_{2364}+x_{2274}+x_{2374}+x_{2284}+x_{2384} \geq 1130;$$

x3114+x3124+x3134+x3144+x3154+x3164+x3174+x3184+x3214+x3314+x3224+x3324+x3234+x3334+x3244+x3344+x3254+x3354+x3264+x3364+x3274+x3374+x3284+x3384>=1275;

x4114+x4124+x4134+x4144+x4154+x4164+x4174+x4184+x4214+x4314+x4224+x4324+x4234+x4334+x4244+x4344+x4254+x4354+x4264+x4364+x4274+x4374+x4284+x4384>=1300;

x1111+x1121+x1131+x1141+x1151+x1161+x1171+x1181+x1211+x1311+x1221+x1321+x1231+x1331+x1241+x1341+x1251+x1351+x1261+x1361+x1271+x1371+x1281+x1381<=1920;

x1112+x1122+x1132+x1142+x1152+x1162+x1172+x1182+x1212+x1312+x1222+x1322+x1232+x1332+x1242+x1342+x1252+x1352+x1262+x1362+x1272+x1372+x1282+x1382<=1945;

x1113+x1123+x1133+x1143+x1153+x1163+x1173+x1183+x1213+x1313+x1223+x1323+x1233+x1333+x1243+x1343+x1253+x1353+x1263+x1363+x1273+x1373+x1283+x1383<=1970;

x1114+x1124+x1134+x1144+x1154+x1164+x1174+x1184+x1214+x1314+x1224+x1324+x1234+x1334+x1244+x1344+x1254+x1354+x1264+x1364+x1274+x1374+x1284+x1384<=2020;

x2111+x2121+x2131+x2141+x2151+x2161+x2171+x2181+x2211+x2311+x2221+x2321+x2231+x2331+x2241+x2341+x2251+x2351+x2261+x2361+x2271+x2371+x2281+x2381<=1885;

x3111+x3121+x3131+x3141+x3151+x3161+x3171+x3181+x3211+x3311+x3221+x3321+x3231+x3331+x3241+x3341+x3251+x3351+x3261+x3361+x3271+x3371+x3281+x3381<=1925;

x4111+x4121+x4131+x4141+x4151+x4161+x4171+x4181+x4211+x4311+x4221+x4321+x4231+x4331+x4241+x4341+x4251+x4351+x4261+x4361+x4271+x4371+x4281+x4381<=1965;

x2112+x2122+x2132+x2142+x2152+x2162+x2172+x2182+x2212+x2312+x2222+x2322+x2232+x2332+x2242+x2342+x2252+x2352+x2262+x2362+x2272+x2372+x2282+x2382<=1910;

x3112+x3122+x3132+x3142+x3152+x3162+x3172+x3182+x3212+x3312+x3222+x3322+x3232+x3332+x3242+x3342+x3252+x3352+x3262+x3362+x3272+x3372+x3282+x3382<=1950;

x4112+x4122+x4132+x4142+x4152+x4162+x4172+x4182+x4212+x4312+x4222+x4322+x4232+x4332+x4242+x4342+x4252+x4352+x4262+x4362+x4272+x4372+x4282+x4382<=1990;

x2113+x2123+x2133+x2143+x2153+x2163+x2173+x2183+x2213+x2313+x2223+x2323+x2233+x2333+x2243+x2343+x2253+x2353+x2263+x2363+x2273+x2373+x2283+x2383<=1935;

x3113+x3123+x3133+x3143+x3153+x3163+x3173+x3183+x3213+x3313+x3223+x3323+x3233+x3333+x3243+x3343+x3253+x3353+x3263+x3363+x3273+x3373+x3283+x3383<=1975;

x4113+x4123+x4133+x4143+x4153+x4163+x4173+x4183+x4213+x4313+x4223+x4323+x4233+x4333+x4243+x4343+x4253+x4353+x4263+x4363+x4273+x4373+x4283+x4383<=2015;

x2114+x2124+x2134+x2144+x2154+x2164+x2174+x2184+x2214+x2314+x2224+x2324+x2234+x2334+x2244+x2344+x2254+x2354+x2264+x2364+x2274+x2374+x2284+x2384<=1995;

$x_{3114}+x_{3124}+x_{3134}+x_{3144}+x_{3154}+x_{3164}+x_{3174}+x_{3184}+x_{3214}+x_{3314}+x_{3224}+x_{3324}+$
 $x_{3234}+x_{3334}+x_{3244}+x_{3344}+x_{3254}+x_{3354}+x_{3264}+x_{3364}+x_{3274}+x_{3374}+x_{3284}+x_{3384}\leq 2035;$

$x_{4114}+x_{4124}+x_{4134}+x_{4144}+x_{4154}+x_{4164}+x_{4174}+x_{4184}+x_{4214}+x_{4314}+x_{4224}+x_{4324}+$
 $x_{4234}+x_{4334}+x_{4244}+x_{4344}+x_{4254}+x_{4354}+x_{4264}+x_{4364}+x_{4274}+x_{4374}+x_{4284}+x_{4384}\leq 2065;$

$y_{1111}+y_{1211}+ y_{1311}+ y_{1411}+ y_{1511}=x_{1111}+x_{1121}+ x_{1131}+ x_{1141}+ x_{1151}+ x_{1161}+ x_{1171}+$
 $x_{1181};$

$y_{1121}+y_{1221}+ y_{1321}+ y_{1421}+ y_{1521} =x_{1211}+x_{1221}+ x_{1231}+ x_{1241}+ x_{1251}+ x_{1261}+ x_{1271}+$
 $x_{1281};$

$y_{1131}+y_{1231}+ y_{1331}+ y_{1431}+ y_{1531} =x_{1311}+x_{1321}+ x_{1331}+ x_{1341}+ x_{1351}+ x_{1361}+ x_{1371}+$
 $x_{1381};$

$y_{2111}+y_{2211}+ y_{2311}+ y_{2411}+ y_{2511} =x_{2111}+x_{2121}+ x_{2131}+ x_{2141}+ x_{2151}+ x_{2161}+ x_{2171}+$
 $x_{2181};$

$y_{2121}+y_{2221}+ y_{2321}+ y_{2421}+ y_{2521} =x_{2211}+x_{2221}+ x_{2231}+ x_{2241}+ x_{2251}+ x_{2261}+ x_{2271}+$
 $x_{2281};$

$y_{2131}+y_{2231}+ y_{2331}+ y_{2431}+ y_{2531} =x_{2311}+x_{2321}+ x_{2331}+ x_{2341}+ x_{2351}+ x_{2361}+ x_{2371}+$
 $x_{2381};$

$y_{3111}+y_{3211}+ y_{3311}+ y_{3411}+ y_{3511} =x_{3111}+x_{3121}+ x_{3131}+ x_{3141}+ x_{3151}+ x_{3161}+ x_{3171}+$
 $x_{3181};$

$y_{3121}+y_{3221}+ y_{3321}+ y_{3421}+ y_{3521} =x_{3211}+x_{3221}+ x_{3231}+ x_{3241}+ x_{3251}+ x_{3261}+ x_{3271}+$
 $x_{3281};$

$y_{3131}+y_{3231}+ y_{3331}+ y_{3431}+ y_{3531} =x_{3311}+x_{3321}+ x_{3331}+ x_{3341}+ x_{3351}+ x_{3361}+ x_{3371}+$
 $x_{3381};$

$y_{4111}+y_{4211}+ y_{4311}+ y_{4411}+ y_{4511} =x_{4111}+x_{4121}+ x_{4131}+ x_{4141}+ x_{4151}+ x_{4161}+ x_{4171}+$
 $x_{4181};$

$y_{4121}+y_{4221}+ y_{4321}+ y_{4421}+ y_{4521} =x_{4211}+x_{4221}+ x_{4231}+ x_{4241}+ x_{4251}+ x_{4261}+ x_{4271}+$
 $x_{4281};$

$y_{4131}+y_{4231}+ y_{4331}+ y_{4431}+ y_{4531} =x_{4311}+x_{4321}+ x_{4331}+ x_{4341}+ x_{4351}+ x_{4361}+ x_{4371}+$
 $x_{4381};$

$y_{1112}+y_{1212}+ y_{1312}+ y_{1412}+ y_{1512} =x_{1112}+x_{1122}+ x_{1132}+ x_{1142}+ x_{1152}+ x_{1162}+ x_{1172}+$
 $x_{1182};$

$y_{1122}+y_{1222}+ y_{1322}+ y_{1422}+ y_{1522} =x_{1212}+x_{1222}+ x_{1232}+ x_{1242}+ x_{1252}+ x_{1262}+ x_{1272}+$
 $x_{1282};$

$$y1132+y1232+ y1332+ y1432+ y1532 =x1312+x1322+ x1332+ x1342+ x1352+ x1362+ x1372+ x1382;$$

$$y2112+y2212+ y2312+ y2412+ y2512 =x2112+x2122+ x2132+ x2142+ x2152+ x2162+ x2172+ x2182;$$

$$y2122+y2222+ y2322+ y2422+ y2522 =x2212+x2222+ x2232+ x2242+ x2252+ x2262+ x2272+ x2282;$$

$$y2132+y2232+ y2332+ y2432+ y2532 =x2312+x2322+ x2332+ x2342+ x2352+ x2362+ x2372+ x2382;$$

$$y3112+y3212+ y3312+ y3412+ y3512 =x3112+x3122+ x3132+ x3142+ x3152+ x3162+ x3172+ x3182;$$

$$y3122+y3222+ y3322+ y3422+ y3522 =x3212+x3222+ x3232+ x3242+ x3252+ x3262+ x3272+ x3282;$$

$$y3132+y3232+ y3332+ y3432+ y3532 =x3312+x3322+ x3332+ x3342+ x3352+ x3362+ x3372+ x3382;$$

$$y4112+y4212+ y4312+ y4412+ y4512 =x4112+x4122+ x4132+ x4142+ x4152+ x4162+ x4172+ x4182;$$

$$y4122+y4222+ y4322+ y4422+ y4522 =x4212+x4222+ x4232+ x4242+ x4252+ x4262+ x4272+ x4282;$$

$$y4132+y4232+ y4332+ y4432+ y4532 =x4312+x4322+ x4332+ x4342+ x4352+ x4362+ x4372+ x4382;$$

$$y1113+y1213+ y1313+ y1413+ y1513 =x1113+x1123+ x1133+ x1143+ x1153+ x1163+ x1173+ x1183;$$

$$y1123+y1223+ y1323+ y1423+ y1523 =x1213+x1223+ x1233+ x1243+ x1253+ x1263+ x1273+ x1283;$$

$$y1133+y1233+ y1333+ y1433+ y1533 =x1313+x1323+ x1333+ x1343+ x1353+ x1363+ x1373+ x1383;$$

$$y2113+y2213+ y2313+ y2413+ y2513 =x2113+x2123+ x2133+ x2143+ x2153+ x2163+ x2173+ x2183;$$

$$y2123+y2223+ y2323+ y2423+ y2523 =x2213+x2223+ x2233+ x2243+ x2253+ x2263+ x2273+ x2283;$$

$$y2133+y2233+ y2333+ y2433+ y2533 =x2313+x2323+ x2333+ x2343+ x2353+ x2363+ x2373+ x2383;$$

$y_{3113}+y_{3213}+ y_{3313}+ y_{3413}+ y_{3513} =x_{3113}+x_{3123}+ x_{3133}+ x_{3143}+ x_{3153}+ x_{3163}+ x_{3173}+ x_{3183}$;

$y_{3123}+y_{3223}+ y_{3323}+ y_{3423}+ y_{3523} =x_{3213}+x_{3223}+ x_{3233}+ x_{3243}+ x_{3253}+ x_{3263}+ x_{3273}+ x_{3283}$;

$y_{3133}+y_{3233}+ y_{3333}+ y_{3433}+ y_{3533} =x_{3313}+x_{3323}+ x_{3333}+ x_{3343}+ x_{3353}+ x_{3363}+ x_{3373}+ x_{3383}$;

$y_{4113}+y_{4213}+ y_{4313}+ y_{4413}+ y_{4513} =x_{4113}+x_{4123}+ x_{4133}+ x_{4143}+ x_{4153}+ x_{4163}+ x_{4173}+ x_{4183}$;

$y_{4123}+y_{4223}+ y_{4323}+ y_{4423}+ y_{4523} =x_{4213}+x_{4223}+ x_{4233}+ x_{4243}+ x_{4253}+ x_{4263}+ x_{4273}+ x_{4283}$;

$y_{4133}+y_{4233}+ y_{4333}+ y_{4433}+ y_{4533} =x_{4313}+x_{4323}+ x_{4333}+ x_{4343}+ x_{4353}+ x_{4363}+ x_{4373}+ x_{4383}$;

$y_{1114}+y_{1214}+ y_{1314}+ y_{1414}+ y_{1514} =x_{1114}+x_{1124}+ x_{1134}+ x_{1144}+ x_{1154}+ x_{1164}+ x_{1174}+ x_{1184}$;

$y_{1124}+y_{1224}+ y_{1324}+ y_{1424}+ y_{1524} =x_{1214}+x_{1224}+ x_{1234}+ x_{1244}+ x_{1254}+ x_{1264}+ x_{1274}+ x_{1284}$;

$y_{1134}+y_{1234}+ y_{1334}+ y_{1434}+ y_{1534} =x_{1314}+x_{1324}+ x_{1334}+ x_{1344}+ x_{1354}+ x_{1364}+ x_{1374}+ x_{1384}$;

$y_{2114}+y_{2214}+ y_{2314}+ y_{2414}+ y_{2514} =x_{2114}+x_{2124}+ x_{2134}+ x_{2144}+ x_{2154}+ x_{2164}+ x_{2174}+ x_{2184}$;

$y_{2124}+y_{2224}+ y_{2324}+ y_{2424}+ y_{2524} =x_{2214}+x_{2224}+ x_{2234}+ x_{2244}+ x_{2254}+ x_{2264}+ x_{2274}+ x_{2284}$;

$y_{2134}+y_{2234}+ y_{2334}+ y_{2434}+ y_{2534} =x_{2314}+x_{2324}+ x_{2334}+ x_{2344}+ x_{2354}+ x_{2364}+ x_{2374}+ x_{2384}$;

$y_{3114}+y_{3214}+ y_{3314}+ y_{3414}+ y_{3514} =x_{3114}+x_{3124}+ x_{3134}+ x_{3144}+ x_{3154}+ x_{3164}+ x_{3174}+ x_{3184}$;

$y_{3124}+y_{3224}+ y_{3324}+ y_{3424}+ y_{3524} =x_{3214}+x_{3224}+ x_{3234}+ x_{3244}+ x_{3254}+ x_{3264}+ x_{3274}+ x_{3284}$;

$y_{3134}+y_{3234}+ y_{3334}+ y_{3434}+ y_{3534} =x_{3314}+x_{3324}+ x_{3334}+ x_{3344}+ x_{3354}+ x_{3364}+ x_{3374}+ x_{3384}$;

$y_{4114}+y_{4214}+ y_{4314}+ y_{4414}+ y_{4514} =x_{4114}+x_{4124}+ x_{4134}+ x_{4144}+ x_{4154}+ x_{4164}+ x_{4174}+ x_{4184}$;

$y_{4124}+y_{4224}+y_{4324}+y_{4424}+y_{4524} = x_{4214}+x_{4224}+x_{4234}+x_{4244}+x_{4254}+x_{4264}+x_{4274}+x_{4284}$;

$y_{4134}+y_{4234}+y_{4334}+y_{4434}+y_{4534} = x_{4314}+x_{4324}+x_{4334}+x_{4344}+x_{4354}+x_{4364}+x_{4374}+x_{4384}$;

$x_{1111}+x_{1211}+x_{1311} \leq 50$;

$x_{1121}+x_{1221}+x_{1321} \leq 70$;

$x_{1131}+x_{1231}+x_{1331} \leq 65$;

$x_{1141}+x_{1241}+x_{1341} \leq 85$;

$x_{1151}+x_{1251}+x_{1351} \leq 90$;

$x_{1161}+x_{1261}+x_{1361} \leq 100$;

$x_{1171}+x_{1271}+x_{1371} \leq 120$;

$x_{1181}+x_{1281}+x_{1381} \leq 140$;

$x_{1112}+x_{1212}+x_{1312} \leq 55$;

$x_{1122}+x_{1222}+x_{1322} \leq 75$;

$x_{1132}+x_{1232}+x_{1332} \leq 70$;

$x_{1142}+x_{1242}+x_{1342} \leq 90$;

$x_{1152}+x_{1252}+x_{1352} \leq 95$;

$x_{1162}+x_{1262}+x_{1362} \leq 105$;

$x_{1172}+x_{1272}+x_{1372} \leq 125$;

$x_{1182}+x_{1282}+x_{1382} \leq 145$;

$x_{1113}+x_{1213}+x_{1313} \leq 60$;

$x_{1123}+x_{1223}+x_{1323} \leq 80$;

$x_{1133}+x_{1233}+x_{1333} \leq 75$;

$x_{1143}+x_{1243}+x_{1343} \leq 95$;

$x_{1153}+x_{1253}+x_{1353} \leq 100$;

$x_{1163}+x_{1263}+x_{1363} \leq 110$;

$x_{1173}+x_{1273}+x_{1373} \leq 130$;

$x_{1183}+x_{1283}+x_{1383} \leq 150$;

$x_{1114}+x_{1214}+x_{1314}\leq 65;$
 $x_{1124}+x_{1224}+x_{1324}\leq 90;$
 $x_{1134}+x_{1234}+x_{1334}\leq 85;$
 $x_{1144}+x_{1244}+x_{1344}\leq 85;$
 $x_{1154}+x_{1254}+x_{1354}\leq 110;$
 $x_{1164}+x_{1264}+x_{1364}\leq 120;$
 $x_{1174}+x_{1274}+x_{1374}\leq 150;$
 $x_{1184}+x_{1284}+x_{1384}\leq 170;$
 $x_{2111}+x_{2211}+x_{2311}\leq 110;$
 $x_{2121}+x_{2221}+x_{2321}\leq 85;$
 $x_{2131}+x_{2231}+x_{2331}\leq 95;$
 $x_{2141}+x_{2241}+x_{2341}\leq 130;$
 $x_{2151}+x_{2251}+x_{2351}\leq 125;$
 $x_{2161}+x_{2261}+x_{2361}\leq 140;$
 $x_{2171}+x_{2271}+x_{2371}\leq 135;$
 $x_{2181}+x_{2281}+x_{2381}\leq 150;$
 $x_{2112}+x_{2212}+x_{2312}\leq 115;$
 $x_{2122}+x_{2222}+x_{2322}\leq 90;$
 $x_{2132}+x_{2232}+x_{2332}\leq 100;$
 $x_{2142}+x_{2242}+x_{2342}\leq 135;$
 $x_{2152}+x_{2252}+x_{2352}\leq 130;$
 $x_{2162}+x_{2262}+x_{2362}\leq 145;$
 $x_{2172}+x_{2272}+x_{2372}\leq 140;$
 $x_{2182}+x_{2282}+x_{2382}\leq 155;$

 $x_{2113}+x_{2213}+x_{2313}\leq 120;$
 $x_{2123}+x_{2223}+x_{2323}\leq 95;$
 $x_{2133}+x_{2233}+x_{2333}\leq 105;$

$$x_{2143}+x_{2243}+x_{2343}\leq 140;$$

$$x_{2153}+x_{2253}+x_{2353}\leq 135;$$

$$x_{2163}+x_{2263}+x_{2363}\leq 150;$$

$$x_{2173}+x_{2273}+x_{2373}\leq 145;$$

$$x_{2183}+x_{2283}+x_{2383}\leq 160;$$

$$x_{2114}+x_{2214}+x_{2314}\leq 130;$$

$$x_{2124}+x_{2224}+x_{2324}\leq 105;$$

$$x_{2134}+x_{2234}+x_{2334}\leq 115;$$

$$x_{2144}+x_{2244}+x_{2344}\leq 150;$$

$$x_{2154}+x_{2254}+x_{2354}\leq 145;$$

$$x_{2164}+x_{2264}+x_{2364}\leq 160;$$

$$x_{2174}+x_{2274}+x_{2374}\leq 155;$$

$$x_{2184}+x_{2284}+x_{2384}\leq 170;$$

$$x_{3111}+x_{3211}+x_{3311}\leq 155;$$

$$x_{3121}+x_{3221}+x_{3321}\leq 115;$$

$$x_{3131}+x_{3231}+x_{3331}\leq 160;$$

$$x_{3141}+x_{3241}+x_{3341}\leq 160;$$

$$x_{3151}+x_{3251}+x_{3351}\leq 165;$$

$$x_{3161}+x_{3261}+x_{3361}\leq 145;$$

$$x_{3171}+x_{3271}+x_{3371}\leq 130;$$

$$x_{3181}+x_{3281}+x_{3381}\leq 125;$$

$$x_{3112}+x_{3212}+x_{3312}\leq 160;$$

$$x_{3122}+x_{3222}+x_{3322}\leq 120;$$

$$x_{3132}+x_{3232}+x_{3332}\leq 165;$$

$$x_{3142}+x_{3242}+x_{3342}\leq 165;$$

$$x_{3152}+x_{3252}+x_{3352}\leq 130;$$

$$x_{3162}+x_{3262}+x_{3362}\leq 130;$$

$$x_{3172}+x_{3272}+x_{3372}\leq 135;$$

$$x3182+x3282+x3382\leq 140;$$

$$x3113+x3213+x3313\leq 170;$$

$$x3123+x3223+x3323\leq 125;$$

$$x3133+x3233+x3333\leq 170;$$

$$x3143+x3243+x3343\leq 170;$$

$$x3153+x3253+x3353\leq 130;$$

$$x3163+x3263+x3363\leq 135;$$

$$x3173+x3273+x3373\leq 135;$$

$$x3183+x3283+x3383\leq 140;$$

$$x3114+x3214+x3314\leq 175;$$

$$x3124+x3224+x3324\leq 140;$$

$$x3134+x3234+x3334\leq 180;$$

$$x3144+x3244+x3344\leq 180;$$

$$x3154+x3254+x3354\leq 145;$$

$$x3164+x3264+x3364\leq 145;$$

$$x3174+x3274+x3374\leq 150;$$

$$x3184+x3284+x3384\leq 160;$$

$$x4111+x4211+x4311\leq 140;$$

$$x4121+x4221+x4321\leq 150;$$

$$x4131+x4231+x4331\leq 150;$$

$$x4141+x4241+x4341\leq 155;$$

$$x4151+x4251+x4351\leq 175;$$

$$x4161+x4261+x4361\leq 175;$$

$$x4171+x4271+x4371\leq 155;$$

$$x4181+x4281+x4381\leq 155;$$

$$x4112+x4212+x4312\leq 150;$$

$$x4122+x4222+x4322\leq 150;$$

$$x4132+x4232+x4332\leq 145;$$

$$x4142+x4242+x4342\leq 145;$$

$$x4152+x4252+x4352\leq 155;$$

$$x4162+x4262+x4362\leq 155;$$

$$x4172+x4272+x4372\leq 160;$$

$$x4182+x4282+x4382\leq 160;$$

$$x4113+x4213+x4313\leq 145;$$

$$x4123+x4223+x4323\leq 145;$$

$$x4133+x4233+x4333\leq 165;$$

$$x4143+x4243+x4343\leq 160;$$

$$x4153+x4253+x4353\leq 175;$$

$$x4163+x4263+x4363\leq 160;$$

$$x4173+x4273+x4373\leq 170;$$

$$x4183+x4283+x4383\leq 170;$$

$$x4114+x4214+x4314\leq 145;$$

$$x4124+x4224+x4324\leq 160;$$

$$x4134+x4234+x4334\leq 155;$$

$$x4144+x4244+x4344\leq 155;$$

$$x4154+x4254+x4354\leq 165;$$

$$x4164+x4264+x4364\leq 170;$$

$$x4174+x4274+x4374\leq 175;$$

$$x4184+x4284+x4384\leq 175;$$

$$y1111+y1121+y1131\leq 410;$$

$$y1211+y1221+y1231\leq 385;$$

$$y1311+y1321+y1331\leq 380;$$

$$y1411+y1421+y1431\leq 370;$$

$$y1511+y1521+y1531\leq 375;$$

y1112+y1122+y1132<=415;
y1212+y1222+y1232<=390;
y1312+y1322+y1332<=385;
y1412+y1422+y1432<=375;
y1512+y1522+y1532<=380;
y1113+y1123+y1133<=420;
y1213+y1223+y1233<=395;
y1313+y1323+y1333<=390;
y1413+y1423+y1433<=380;
y1513+y1523+y1533<=385;
y1114+y1124+y1134<=430;
y1214+y1224+y1234<=405;
y1314+y1324+y1334<=400;
y1414+y1424+y1434<=390;
y1514+y1524+y1534<=395;

y2111+y2121+y2131<=390;
y2211+y2221+y2231<=395;
y2311+y2321+y2331<=360;
y2411+y2421+y2431<=375;
y2511+y2521+y2531<=365;
y2112+y2122+y2132<=395;
y2212+y2222+y2232<=400;
y2312+y2322+y2332<=365;
y2412+y2422+y2432<=380;
y2512+y2522+y2532<=370;
y2113+y2123+y2133<=400;
y2213+y2223+y2233<=405;

y2313+y2323+y2333<=370;
y2413+y2423+y2433<=385;
y2513+y2523+y2533<=375;
y2114+y2124+y2134<=410;
y2214+y2224+y2234<=415;
y2314+y2324+y2334<=380;
y2414+y2424+y2434<=395;
y2514+y2524+y2534<=395;
y3111+y3121+y3131<=340;
y3211+y3221+y3231<=340;
y3311+y3321+y3331<=420;
y3411+y3421+y3431<=420;
y3511+y3521+y3531<=405;

y3112+y3122+y3132<=345;
y3212+y3222+y3232<=345;
y3312+y3322+y3332<=425;
y3412+y3422+y3432<=425;
y3512+y3522+y3532<=410;
y3113+y3123+y3133<=350;
y3213+y3223+y3233<=350;
y3313+y3323+y3333<=430;
y3413+y3423+y3433<=430;
y3513+y3523+y3533<=415;
y3114+y3124+y3134<=360;
y3214+y3224+y3234<=370;
y3314+y3324+y3334<=440;
y3414+y3424+y3434<=440;

y3514+y3524+y3534<=425;
y4111+y4121+y4131<=395;
y4211+y4221+y4231<=385;
y4311+y4321+y4331<=385;
y4411+y4421+y4431<=400;
y4511+y4521+y4531<=400;
y4112+y4122+y4132<=400;
y4212+y4222+y4232<=390;
y4312+y4322+y4332<=390;
y4412+y4422+y4432<=405;
y4512+y4522+y4532<=405;
y4113+y4123+y4133<=405;
y4213+y4223+y4233<=395;
y4313+y4323+y4333<=395;
y4413+y4423+y4433<=410;
y4513+y4523+y4533<=410;
y4114+y4124+y4134<=415;
y4214+y4224+y4234<=405;
y4314+y4324+y4334<=405;
y4414+y4424+y4434<=420;
y4514+y4524+y4534<=420;

y1111<=30000*z1;	y1211<=30000*z1;	y1311<=30000*z1;
y1411<=30000*z1;	y1511<=30000*z1;	y1121<=30000*z2;
y1221<=30000*z2;	y1321<=30000*z2;	y1421<=30000*z2;
y1521<=30000*z2;	y1131<=30000*z3;	y1231<=30000*z3;
y1331<=30000*z2;	y1431<=30000*z3;	y1531<=30000*z3;
y2111<=30000*z1;	y2211<=30000*z1;	y2311<=30000*z1;

y2411<=30000*z1; y2511<=30000*z1; y2121<=30000*z2;
y2221<=30000*z2; y2321<=30000*z2; y2421<=30000*z2;
y2521<=30000*z2; y2131<=30000*z3; y2231<=30000*z3;
y2331<=30000*z2; y2431<=30000*z3; y2531<=30000*z3;
y3111<=30000*z1; y3211<=30000*z1; y3311<=30000*z1;
y3411<=30000*z1; y3511<=30000*z1; y3121<=30000*z2;
y3221<=30000*z2; y3321<=30000*z2; y3421<=30000*z2;
y3521<=30000*z2; y3131<=30000*z3; y3231<=30000*z3;
y3331<=30000*z2; y3431<=30000*z3; y3531<=30000*z3;
y4111<=30000*z1; y4211<=30000*z1; y4311<=30000*z1;
y4411<=30000*z1; y4511<=30000*z1; y4121<=30000*z2;
y4221<=30000*z2; y4321<=30000*z2; y4421<=30000*z2;
y4521<=30000*z2; y4131<=30000*z3; y4231<=30000*z3;
y4331<=30000*z2; y4431<=30000*z3; y4531<=30000*z3;
y1112<=30000*z1; y1212<=30000*z1; y1312<=30000*z1;
y1412<=30000*z1; y1512<=30000*z1; y1122<=30000*z2;
y1222<=30000*z2; y1322<=30000*z2; y1422<=30000*z2;
y1522<=30000*z2; y1132<=30000*z3; y1232<=30000*z3;
y1332<=30000*z2; y1432<=30000*z3; y1532<=30000*z3;
y2112<=30000*z1; y2212<=30000*z1; y2312<=30000*z1;
y2412<=30000*z1; y2512<=30000*z1; y2122<=30000*z2;
y2222<=30000*z2; y2322<=30000*z2; y2422<=30000*z2;
y2522<=30000*z2; y2132<=30000*z3; y2232<=30000*z3;
y2332<=30000*z2; y2432<=30000*z3; y2532<=30000*z3;
y3112<=30000*z1; y3212<=30000*z1; y3312<=30000*z1;
y3412<=30000*z1; y3512<=30000*z1; y3122<=30000*z2;
y3222<=30000*z2; y3322<=30000*z2; y3422<=30000*z2;
y3522<=30000*z2; y3132<=30000*z3; y3232<=30000*z3;

y3332<=30000*z2;	y3432<=30000*z3;	y3532<=30000*z3;
y4112<=30000*z1;	y4212<=30000*z1;	y4312<=30000*z1;
y4412<=30000*z1;	y4512<=30000*z1;	y4122<=30000*z2;
y4222<=30000*z2;	y4322<=30000*z2;	y4422<=30000*z2;
y4522<=30000*z2;	y4132<=30000*z3;	y4232<=30000*z3;
y4332<=30000*z2;	y4432<=30000*z3;	y4532<=30000*z3;
y1113<=30000*z1;	y1213<=30000*z1;	y1313<=30000*z1;
y1413<=30000*z1;	y1513<=30000*z1;	y1123<=30000*z2;
y1223<=30000*z2;	y1323<=30000*z2;	y1423<=30000*z2;
y1523<=30000*z2;	y1133<=30000*z3;	y1233<=30000*z3;
y1333<=30000*z2;	y1433<=30000*z3;	y1533<=30000*z3;
y2113<=30000*z1;	y2213<=30000*z1;	y2313<=30000*z1;
y2413<=30000*z1;	y2513<=30000*z1;	y2123<=30000*z2;
y2223<=30000*z2;	y2323<=30000*z2;	y2423<=30000*z2;
y2523<=30000*z2;	y2133<=30000*z3;	y2233<=30000*z3;
y2333<=30000*z2;	y2433<=30000*z3;	y2533<=30000*z3;
y3113<=30000*z1;	y3213<=30000*z1;	y3313<=30000*z1;
y3413<=30000*z1;	y3513<=30000*z1;	y3123<=30000*z2;
y3223<=30000*z2;	y3323<=30000*z2;	y3423<=30000*z2;
y3523<=30000*z2;	y3133<=30000*z3;	y3233<=30000*z3;
y3333<=30000*z2;	y3433<=30000*z3;	y3533<=30000*z3;
y4113<=30000*z1;	y4213<=30000*z1;	y4313<=30000*z1;
y4413<=30000*z1;	y4513<=30000*z1;	y4123<=30000*z2;
y4223<=30000*z2;	y4323<=30000*z2;	y4423<=30000*z2;
y4523<=30000*z2;	y4133<=30000*z3;	y4233<=30000*z3;
y4333<=30000*z2;	y4433<=30000*z3;	y4533<=30000*z3;
y1114<=30000*z1;	y1214<=30000*z1;	y1314<=30000*z1;
y1414<=30000*z1;	y1514<=30000*z1;	y1124<=30000*z2;

$y_{1224} \leq 30000 * z_2;$	$y_{1324} \leq 30000 * z_2;$	$y_{1424} \leq 30000 * z_2;$
$y_{1524} \leq 30000 * z_2;$	$y_{1134} \leq 30000 * z_3;$	$y_{1234} \leq 30000 * z_3;$
$y_{1334} \leq 30000 * z_2;$	$y_{1434} \leq 30000 * z_3;$	$y_{1534} \leq 30000 * z_3;$
$y_{2114} \leq 30000 * z_1;$	$y_{2214} \leq 30000 * z_1;$	$y_{2314} \leq 30000 * z_1;$
$y_{2414} \leq 30000 * z_1;$	$y_{2514} \leq 30000 * z_1;$	$y_{2124} \leq 30000 * z_2;$
$y_{2224} \leq 30000 * z_2;$	$y_{2324} \leq 30000 * z_2;$	$y_{2424} \leq 30000 * z_2;$
$y_{2524} \leq 30000 * z_2;$	$y_{2134} \leq 30000 * z_3;$	$y_{2234} \leq 30000 * z_3;$
$y_{2334} \leq 30000 * z_2;$	$y_{2434} \leq 30000 * z_3;$	$y_{2534} \leq 30000 * z_3;$
$y_{3114} \leq 30000 * z_1;$	$y_{3214} \leq 30000 * z_1;$	$y_{3314} \leq 30000 * z_1;$
$y_{3414} \leq 30000 * z_1;$	$y_{3514} \leq 30000 * z_1;$	$y_{3124} \leq 30000 * z_2;$
$y_{3224} \leq 30000 * z_2;$	$y_{3324} \leq 30000 * z_2;$	$y_{3424} \leq 30000 * z_2;$
$y_{3524} \leq 30000 * z_2;$	$y_{3134} \leq 30000 * z_3;$	$y_{3234} \leq 30000 * z_3;$
$y_{3334} \leq 30000 * z_2;$	$y_{3434} \leq 30000 * z_3;$	$y_{3534} \leq 30000 * z_3;$
$y_{4114} \leq 30000 * z_1;$	$y_{4214} \leq 30000 * z_1;$	$y_{4314} \leq 30000 * z_1;$
$y_{4414} \leq 30000 * z_1;$	$y_{4514} \leq 30000 * z_1;$	$y_{4124} \leq 30000 * z_2;$
$y_{4224} \leq 30000 * z_2;$	$y_{4324} \leq 30000 * z_2;$	$y_{4424} \leq 30000 * z_2;$
$y_{4524} \leq 30000 * z_2;$	$y_{4134} \leq 30000 * z_3;$	$y_{4234} \leq 30000 * z_3;$
$y_{4334} \leq 30000 * z_2;$	$y_{4434} \leq 30000 * z_3;$	$y_{4534} \leq 30000 * z_3;$
$x_{1111} \leq 30000 * z_1;$	$x_{1211} \leq 30000 * z_2;$	$x_{1311} \leq 30000 * z_3;$
$x_{1121} \leq 30000 * z_1;$	$x_{1221} \leq 30000 * z_2;$	$x_{1321} \leq 30000 * z_3;$
$x_{1131} \leq 30000 * z_1;$	$x_{1231} \leq 30000 * z_2;$	$x_{1331} \leq 30000 * z_3;$
$x_{1141} \leq 30000 * z_1;$	$x_{1241} \leq 30000 * z_2;$	$x_{1341} \leq 30000 * z_3;$
$x_{1151} \leq 30000 * z_1;$	$x_{1251} \leq 30000 * z_2;$	$x_{1351} \leq 30000 * z_3;$
$x_{1161} \leq 30000 * z_1;$	$x_{1261} \leq 30000 * z_2;$	$x_{1361} \leq 30000 * z_3;$
$x_{1171} \leq 30000 * z_1;$	$x_{1271} \leq 30000 * z_2;$	$x_{1371} \leq 30000 * z_3;$
$x_{1181} \leq 30000 * z_1;$	$x_{1281} \leq 30000 * z_2;$	$x_{1381} \leq 30000 * z_3;$
$x_{1112} \leq 30000 * z_1;$	$x_{1212} \leq 30000 * z_2;$	$x_{1312} \leq 30000 * z_3;$
$x_{1122} \leq 30000 * z_1;$	$x_{1222} \leq 30000 * z_2;$	$x_{1322} \leq 30000 * z_3;$

x1132<=30000*z1;	x1232<=30000*z2;	x1332<=30000*z3;
x1142<=30000*z1;	x1242<=30000*z2;	x1342<=30000*z3;
x1152<=30000*z1;	x1252<=30000*z2;	x1352<=30000*z3;
x1162<=30000*z1;	x1262<=30000*z2;	x1362<=30000*z3;
x1172<=30000*z1;	x1272<=30000*z2;	x1372<=30000*z3;
x1182<=30000*z1;	x1282<=30000*z2;	x1382<=30000*z3;
x1113<=30000*z1;	x1213<=30000*z2;	x1313<=30000*z3;
x1123<=30000*z1;	x1223<=30000*z2;	x1323<=30000*z3;
x1133<=30000*z1;	x1233<=30000*z2;	x1333<=30000*z3;
x1143<=30000*z1;	x1243<=30000*z2;	x1343<=30000*z3;
x1153<=30000*z1;	x1253<=30000*z2;	x1353<=30000*z3;
x1163<=30000*z1;	x1263<=30000*z2;	x1363<=30000*z3;
x1173<=30000*z1;	x1273<=30000*z2;	x1373<=30000*z3;
x1183<=30000*z1;	x1283<=30000*z2;	x1383<=30000*z3;
x1114<=30000*z1;	x1214<=30000*z2;	x1314<=30000*z3;
x1124<=30000*z1;	x1224<=30000*z2;	x1324<=30000*z3;
x1134<=30000*z1;	x1234<=30000*z2;	x1334<=30000*z3;
x1144<=30000*z1;	x1244<=30000*z2;	x1344<=30000*z3;
x1154<=30000*z1;	x1254<=30000*z2;	x1354<=30000*z3;
x1164<=30000*z1;	x1264<=30000*z2;	x1364<=30000*z3;
x1174<=30000*z1;	x1274<=30000*z2;	x1374<=30000*z3;
x1184<=30000*z1;	x1284<=30000*z2;	x1384<=30000*z3;
x2111<=30000*z1;	x2211<=30000*z2;	x2311<=30000*z3;
x2121<=30000*z1;	x2221<=30000*z2;	x2321<=30000*z3;
x2131<=30000*z1;	x2231<=30000*z2;	x2331<=30000*z3;
x2141<=30000*z1;	x2241<=30000*z2;	x2341<=30000*z3;
x2151<=30000*z1;	x2251<=30000*z2;	x2351<=30000*z3;
x2161<=30000*z1;	x2261<=30000*z2;	x2361<=30000*z3;

x2171<=30000*z1;	x2271<=30000*z2;	x2371<=30000*z3;
x2181<=30000*z1;	x2281<=30000*z2;	x2381<=30000*z3;
x2112<=30000*z1;	x2212<=30000*z2;	x2312<=30000*z3;
x2122<=30000*z1;	x2222<=30000*z2;	x2322<=30000*z3;
x2132<=30000*z1;	x2232<=30000*z2;	x2332<=30000*z3;
x2142<=30000*z1;	x2242<=30000*z2;	x2342<=30000*z3;
x2152<=30000*z1;	x2252<=30000*z2;	x2352<=30000*z3;
x2162<=30000*z1;	x2262<=30000*z2;	x2362<=30000*z3;
x2172<=30000*z1;	x2272<=30000*z2;	x2372<=30000*z3;
x2182<=30000*z1;	x2282<=30000*z2;	x2382<=30000*z3;
x2113<=30000*z1;	x2213<=30000*z2;	x2313<=30000*z3;
x2123<=30000*z1;	x2223<=30000*z2;	x2323<=30000*z3;
x2133<=30000*z1;	x2233<=30000*z2;	x2333<=30000*z3;
x2143<=30000*z1;	x2243<=30000*z2;	x2343<=30000*z3;
x2153<=30000*z1;	x2253<=30000*z2;	x2353<=30000*z3;
x2163<=30000*z1;	x2263<=30000*z2;	x2363<=30000*z3;
x2173<=30000*z1;	x2273<=30000*z2;	x2373<=30000*z3;
x2183<=30000*z1;	x2283<=30000*z2;	x2383<=30000*z3;
x2114<=30000*z1;	x2214<=30000*z2;	x2314<=30000*z3;
x2124<=30000*z1;	x2224<=30000*z2;	x2324<=30000*z3;
x2134<=30000*z1;	x2234<=30000*z2;	x2334<=30000*z3;
x2144<=30000*z1;	x2244<=30000*z2;	x2344<=30000*z3;
x2154<=30000*z1;	x2254<=30000*z2;	x2354<=30000*z3;
x2164<=30000*z1;	x2264<=30000*z2;	x2364<=30000*z3;
x2174<=30000*z1;	x2274<=30000*z2;	x2374<=30000*z3;
x2184<=30000*z1;	x2284<=30000*z2;	x2384<=30000*z3;
x3111<=30000*z1;	x3211<=30000*z2;	x3311<=30000*z3;
x3121<=30000*z1;	x3221<=30000*z2;	x3321<=30000*z3;

x3131<=30000*z1;	x3231<=30000*z2;	x3331<=30000*z3;
x3141<=30000*z1;	x3241<=30000*z2;	x3341<=30000*z3;
x3151<=30000*z1;	x3251<=30000*z2;	x3351<=30000*z3;
x3161<=30000*z1;	x3261<=30000*z2;	x3361<=30000*z3;
x3171<=30000*z1;	x3271<=30000*z2;	x3371<=30000*z3;
x3181<=30000*z1;	x3281<=30000*z2;	x3381<=30000*z3;
x3112<=30000*z1;	x3212<=30000*z2;	x3312<=30000*z3;
x3122<=30000*z1;	x3222<=30000*z2;	x3322<=30000*z3;
x3132<=30000*z1;	x3232<=30000*z2;	x3332<=30000*z3;
x3142<=30000*z1;	x3242<=30000*z2;	x3342<=30000*z3;
x3152<=30000*z1;	x3252<=30000*z2;	x3352<=30000*z3;
x3162<=30000*z1;	x3262<=30000*z2;	x3362<=30000*z3;
x3172<=30000*z1;	x3272<=30000*z2;	x3372<=30000*z3;
x3182<=30000*z1;	x3282<=30000*z2;	x3382<=30000*z3;
x3113<=30000*z1;	x3213<=30000*z2;	x3313<=30000*z3;
x3123<=30000*z1;	x3223<=30000*z2;	x3323<=30000*z3;
x3133<=30000*z1;	x3233<=30000*z2;	x3333<=30000*z3;
x3143<=30000*z1;	x3243<=30000*z2;	x3343<=30000*z3;
x3153<=30000*z1;	x3253<=30000*z2;	x3353<=30000*z3;
x3163<=30000*z1;	x3263<=30000*z2;	x3363<=30000*z3;
x3173<=30000*z1;	x3273<=30000*z2;	x3373<=30000*z3;
x3183<=30000*z1;	x3283<=30000*z2;	x3383<=30000*z3;
x3114<=30000*z1;	x3214<=30000*z2;	x3314<=30000*z3;
x3124<=30000*z1;	x3224<=30000*z2;	x3324<=30000*z3;
x3134<=30000*z1;	x3234<=30000*z2;	x3334<=30000*z3;
x3144<=30000*z1;	x3244<=30000*z2;	x3344<=30000*z3;
x3154<=30000*z1;	x3254<=30000*z2;	x3354<=30000*z3;
x3164<=30000*z1;	x3264<=30000*z2;	x3364<=30000*z3;

x3174<=30000*z1;	x3274<=30000*z2;	x3374<=30000*z3;
x3184<=30000*z1;	x3284<=30000*z2;	x3384<=30000*z3;
x4111<=30000*z1;	x4211<=30000*z2;	x4311<=30000*z3;
x4121<=30000*z1;	x4221<=30000*z2;	x4321<=30000*z3;
x4131<=30000*z1;	x4231<=30000*z2;	x4331<=30000*z3;
x4141<=30000*z1;	x4241<=30000*z2;	x4341<=30000*z3;
x4151<=30000*z1;	x4251<=30000*z2;	x4351<=30000*z3;
x4161<=30000*z1;	x4261<=30000*z2;	x4361<=30000*z3;
x4171<=30000*z1;	x4271<=30000*z2;	x4371<=30000*z3;
x4181<=30000*z1;	x4281<=30000*z2;	x4381<=30000*z3;
x4112<=30000*z1;	x4212<=30000*z2;	x4312<=30000*z3;
x4122<=30000*z1;	x4222<=30000*z2;	x4322<=30000*z3;
x4132<=30000*z1;	x4232<=30000*z2;	x4332<=30000*z3;
x4142<=30000*z1;	x4242<=30000*z2;	x4342<=30000*z3;
x4152<=30000*z1;	x4252<=30000*z2;	x4352<=30000*z3;
x4162<=30000*z1;	x4262<=30000*z2;	x4362<=30000*z3;
x4172<=30000*z1;	x4272<=30000*z2;	x4372<=30000*z3;
x4182<=30000*z1;	x4282<=30000*z2;	x4382<=30000*z3;
x4113<=30000*z1;	x4213<=30000*z2;	x4313<=30000*z3;
x4123<=30000*z1;	x4223<=30000*z2;	x4323<=30000*z3;
x4133<=30000*z1;	x4233<=30000*z2;	x4333<=30000*z3;
x4143<=30000*z1;	x4243<=30000*z2;	x4343<=30000*z3;
x4153<=30000*z1;	x4253<=30000*z2;	x4353<=30000*z3;
x4163<=30000*z1;	x4263<=30000*z2;	x4363<=30000*z3;
x4173<=30000*z1;	x4273<=30000*z2;	x4373<=30000*z3;
x4183<=30000*z1;	x4283<=30000*z2;	x4383<=30000*z3;
x4114<=30000*z1;	x4214<=30000*z2;	x4314<=30000*z3;
x4124<=30000*z1;	x4224<=30000*z2;	x4324<=30000*z3;

$x_{4134} \leq 30000 * z_1;$ $x_{4234} \leq 30000 * z_2;$ $x_{4334} \leq 30000 * z_3;$
 $x_{4144} \leq 30000 * z_1;$ $x_{4244} \leq 30000 * z_2;$ $x_{4344} \leq 30000 * z_3;$
 $x_{4154} \leq 30000 * z_1;$ $x_{4254} \leq 30000 * z_2;$ $x_{4354} \leq 30000 * z_3;$
 $x_{4164} \leq 30000 * z_1;$ $x_{4264} \leq 30000 * z_2;$ $x_{4364} \leq 30000 * z_3;$
 $x_{4174} \leq 30000 * z_1;$ $x_{4274} \leq 30000 * z_2;$ $x_{4374} \leq 30000 * z_3;$
 $x_{4184} \leq 30000 * z_1;$ $x_{4284} \leq 30000 * z_2;$ $x_{4384} \leq 30000 * z_3;$

$200 * (y_{1111} + y_{2111} + y_{3111} + y_{4111}) \leq 100000 * h;$

$r_{111} = 0.13 * h;$

$200 * (y_{1121} + y_{2121} + y_{3121} + y_{4121}) \leq 100000 * h;$

$r_{121} = 0.96 * h;$

$200 * (y_{1131} + y_{2131} + y_{3131} + y_{4131}) \leq 100000 * h;$

$r_{131} = 0.6 * h;$

$200 * (y_{1211} + y_{2211} + y_{3211} + y_{4211}) \leq 100000 * h;$

$r_{211} = 0.16 * h;$

$200 * (y_{1221} + y_{2221} + y_{3221} + y_{4221}) \leq 100000 * h;$

$r_{221} = 1 * h;$

$200 * (y_{1231} + y_{2231} + y_{3231} + y_{4231}) \leq 100000 * h;$

$r_{231} = 0.46 * h;$

$200 * (y_{1311} + y_{2311} + y_{3311} + y_{4311}) \leq 100000 * h;$

$r_{311} = 0.83 * h;$

$200 * (y_{1321} + y_{2321} + y_{3321} + y_{4321}) \leq 100000 * h;$

$r_{321} = 1.7 * h;$

$200 * (y_{1331} + y_{2331} + y_{3331} + y_{4331}) \leq 100000 * h;$

$r_{331} = 0.35 * h;$

$200 * (y_{1411} + y_{2411} + y_{3411} + y_{4411}) \leq 100000 * h;$

$r_{411} = 0.83 * h;$

$200 * (y_{1421} + y_{2421} + y_{3421} + y_{4421}) \leq 100000 * h;$

$r_{421}=1.7*h;$
 $200*(y_{1431}+y_{2431}+y_{3431}+y_{4431})\leq 100000*h;$
 $r_{431}=0.35*h;$
 $200*(y_{1511}+y_{2511}+y_{3511}+y_{4511})\leq 100000*h;$
 $r_{511}=2.2*h;$
 $200*(y_{1521}+y_{2521}+y_{3521}+y_{4521})\leq 100000*h;$
 $r_{521}=1.36*h;$
 $200*(y_{1531}+y_{2531}+y_{3531}+y_{4531})\leq 100000*h;$
 $r_{531}=2.71*h;$
 $200*(y_{1112}+y_{2112}+y_{3112}+y_{4112})\leq 100000*h;$
 $r_{112}=0.13*h;$
 $200*(y_{1122}+y_{2122}+y_{3122}+y_{4122})\leq 100000*h;$
 $r_{122}=0.96*h;$
 $200*(y_{1132}+y_{2132}+y_{3132}+y_{4132})\leq 100000*h;$
 $r_{132}=0.6*h;$
 $200*(y_{1212}+y_{2212}+y_{3212}+y_{4212})\leq 100000*h;$
 $r_{212}=1*h;$
 $200*(y_{1222}+y_{2222}+y_{3222}+y_{4222})\leq 100000*h;$
 $r_{222}=0.13*h;$
 $200*(y_{1232}+y_{2232}+y_{3232}+y_{4232})\leq 100000*h;$
 $r_{232}=0.46*h;$
 $200*(y_{1312}+y_{2312}+y_{3312}+y_{4312})\leq 100000*h;$
 $r_{312}=0.83*h;$
 $200*(y_{1322}+y_{2322}+y_{3322}+y_{4322})\leq 100000*h;$
 $r_{322}=1.7*h;$
 $200*(y_{1332}+y_{2332}+y_{3332}+y_{4332})\leq 100000*h;$
 $r_{332}=0.35*h;$
 $200*(y_{1412}+y_{2412}+y_{3412}+y_{4412})\leq 100000*h;$

$r_{412}=0.83*h;$
 $200*(y_{1422}+y_{2422}+y_{3422}+y_{4422})\leq 100000*h;$
 $r_{422}=1.7*h;$
 $200*(y_{1432}+y_{2432}+y_{3432}+y_{4432})\leq 100000*h;$
 $r_{432}=0.35*h;$
 $200*(y_{1512}+y_{2512}+y_{3512}+y_{4512})\leq 100000*h;$
 $r_{512}=2.2*h;$
 $200*(y_{1522}+y_{2522}+y_{3522}+y_{4522})\leq 100000*h;$
 $r_{522}=1.36*h;$
 $200*(y_{1532}+y_{2532}+y_{3532}+y_{4532})\leq 100000*h;$
 $r_{532}=2.71*h;$
 $200*(y_{1113}+y_{2113}+y_{3113}+y_{4113})\leq 100000*h;$
 $r_{113}=0.13*h;$
 $200*(y_{1123}+y_{2123}+y_{3123}+y_{4123})\leq 100000*h;$
 $r_{123}=0.96*h;$
 $200*(y_{1133}+y_{2133}+y_{3133}+y_{4133})\leq 100000*h;$
 $r_{133}=0.6*h;$
 $200*(y_{1213}+y_{2213}+y_{3213}+y_{4213})\leq 100000*h;$
 $r_{213}=0.16*h;$
 $200*(y_{1223}+y_{2223}+y_{3223}+y_{4223})\leq 100000*h;$
 $r_{223}=1*h;$
 $200*(y_{1233}+y_{2233}+y_{3233}+y_{4233})\leq 100000*h;$
 $r_{233}=0.46*h;$
 $200*(y_{1313}+y_{2313}+y_{3313}+y_{4313})\leq 100000*h;$
 $r_{313}=0.83*h;$
 $200*(y_{1323}+y_{2323}+y_{3323}+y_{4323})\leq 100000*h;$
 $r_{323}=1.7*h;$
 $200*(y_{1333}+y_{2333}+y_{3333}+y_{4333})\leq 100000*h;$

$r_{333}=0.35*h;$
 $200*(y_{1413}+y_{2413}+y_{3413}+y_{4413})\leq 100000*h;$
 $r_{413}=0.83*h;$
 $200*(y_{1423}+y_{2423}+y_{3423}+y_{4423})\leq 100000*h;$
 $r_{423}=1.7*h;$
 $200*(y_{1433}+y_{2433}+y_{3433}+y_{4433})\leq 100000*h;$
 $r_{433}=0.35*h;$
 $200*(y_{1513}+y_{2513}+y_{3513}+y_{4513})\leq 100000*h;$
 $r_{513}=2.2*h;$
 $200*(y_{1523}+y_{2523}+y_{3523}+y_{4523})\leq 100000*h;$
 $r_{523}=1.36*h;$
 $200*(y_{1533}+y_{2533}+y_{3533}+y_{4533})\leq 100000*h;$
 $r_{533}=2.71*h;$
 $200*(y_{1114}+y_{2114}+y_{3114}+y_{4114})\leq 100000*h;$
 $r_{114}=0.13*h;$
 $200*(y_{1124}+y_{2124}+y_{3124}+y_{4124})\leq 100000*h;$
 $r_{124}=0.96*h;$
 $200*(y_{1134}+y_{2134}+y_{3134}+y_{4134})\leq 100000*h;$
 $r_{134}=0.6*h;$
 $200*(y_{1214}+y_{2214}+y_{3214}+y_{4214})\leq 100000*h;$
 $r_{214}=0.16*h;$
 $200*(y_{1224}+y_{2224}+y_{3224}+y_{4224})\leq 100000*h;$
 $r_{224}=1*h;$
 $200*(y_{1234}+y_{2234}+y_{3234}+y_{4234})\leq 100000*h;$
 $r_{234}=0.46*h;$
 $200*(y_{1314}+y_{2314}+y_{3314}+y_{4314})\leq 100000*h;$
 $r_{314}=0.83*h;$
 $200*(y_{1324}+y_{2324}+y_{3324}+y_{4324})\leq 100000*h;$

$r_{324}=1.7*h;$
 $200*(y_{1334}+y_{2334}+y_{3334}+y_{4334})\leq 100000*h;$
 $r_{334}=0.35*h;$
 $200*(y_{1414}+y_{2414}+y_{3414}+y_{4414})\leq 100000*h;$
 $r_{414}=0.83*h;$
 $200*(y_{1424}+y_{2424}+y_{3424}+y_{4424})\leq 100000*h;$
 $r_{424}=1.7*h;$
 $200*(y_{1434}+y_{2434}+y_{3434}+y_{4434})\leq 100000*h;$
 $r_{434}=0.35*h;$
 $200*(y_{1514}+y_{2514}+y_{3514}+y_{4514})\leq 100000*h;$
 $r_{514}=2.2*h;$
 $200*(y_{1524}+y_{2524}+y_{3524}+y_{4524})\leq 100000*h;$
 $r_{524}=1.36*h;$
 $200*(y_{1534}+y_{2534}+y_{3534}+y_{4534})\leq 100000*h;$
 $r_{534}=2.71*h;$
 $200*(x_{1111}+x_{2111}+x_{3111}+x_{4111})\leq 100000*h;$
 $d_{111}=1.066*h;$
 $200*(x_{1121}+x_{2121}+x_{3121}+x_{4121})\leq 100000*h;$
 $d_{121}=0.65*h;$
 $200*(x_{1131}+x_{2131}+x_{3131}+x_{4131})\leq 100000*h;$
 $d_{131}=0.58*h;$
 $200*(x_{1141}+x_{2141}+x_{3141}+x_{4141})\leq 100000*h;$
 $d_{141}=2.75*h;$
 $200*(x_{1151}+x_{2151}+x_{3151}+x_{4151})\leq 100000*h;$
 $d_{151}=1.66*h;$
 $200*(x_{1161}+x_{2161}+x_{3161}+x_{4161})\leq 100000*h;$
 $d_{161}=0.58*h;$
 $200*(x_{1171}+x_{2171}+x_{3171}+x_{4171})\leq 100000*h;$

d171=2.75*h;
200*(x1181+x2181+x3181+x4181)<=100000*h;
d181=1.66*h;
200*(x1211+x2211+x3211+x4211)<=100000*h;
d211=0.26*h;
200*(x1221+x2221+x3221+x4221)<=100000*h;
d221=0.33*h;
200*(x1231+x2231+x3231+x4231)<=100000*h;
d231=1.5*h;
200*(x1241+x2241+x3241+x4241)<=100000*h;
d241=2*h;
200*(x1251+x2251+x3251+x4251)<=100000*h;
d251=0.83*h;
200*(x1261+x2261+x3261+x4261)<=100000*h;
D261=1.5*h;
200*(x1271+x2271+x3271+x4271)<=100000*h;
d271=2*h;
200*(x1281+x2281+x3281+x4281)<=100000*h;
d281=0.83*h;
200*(x1311+x2311+x3311+x4311)<=100000*h;
d311=1.58*h;
200*(x1321+x2321+x3321+x4321)<=100000*h;
d321=1.16*h;
200*(x1331+x2331+x3331+x4331)<=100000*h;
d331=0.15*h;
200*(x1341+x2341+x3341+x4341)<=100000*h;
d341=3.33*h;
200*(x1351+x2351+x3351+x4351)<=100000*h;

d351=2.15*h;
200*(x1361+x2361+x3361+x4361)<=100000*h;
d361=0.15*h;
200*(x1371+x2371+x3371+x4371)<=100000*h;
d371=3.33*h;
200*(x1381+x2381+x3381+x4381)<=100000*h;
d381=2.15*h;
200*(x1112+x2112+x3112+x4112)<=100000*h;
d112=1.066*h;
200*(x1122+x2122+x3122+x4122)<=100000*h;
d122=0.65*h;
200*(x1132+x2132+x3132+x4132)<=100000*h;
d132=0.58*h;
200*(x1142+x2142+x3142+x4142)<=100000*h;
d142=2.75*h;
200*(x1152+x2152+x3152+x4152)<=100000*h;
d152=1.66*h;
200*(x1162+x2162+x3162+x4162)<=100000*h;
d162=0.58*h;
200*(x1172+x2172+x3172+x4172)<=100000*h;
d172=2.75*h;
200*(x1182+x2182+x3182+x4182)<=100000*h;
d182=1.66*h;
200*(x1212+x2212+x3212+x4212)<=100000*h;
d212=0.26*h;
200*(x1222+x2222+x3222+x4222)<=100000*h;
d222=0.33*h;
200*(x1232+x2232+x3232+x4232)<=100000*h;

d232=1.5*h;
200*(x1242+x2242+x3242+x4242)<=100000*h;
d242=2*h;
200*(x1252+x2252+x3252+x4252)<=100000*h;
d252=0.83*h;
200*(x1262+x2262+x3262+x4262)<=100000*h;
d262=1.5*h;
200*(x1272+x2272+x3272+x4272)<=100000*h;
d272=2*h;
200*(x1282+x2282+x3282+x4282)<=100000*h;
d282=0.83*h;
200*(x1312+x2312+x3312+x4312)<=100000*h;
d312=1.066*h;
200*(x1322+x2322+x3322+x4322)<=100000*h;
d322=1.16*h;
200*(x1332+x2332+x3332+x4332)<=100000*h;
d332=0.15*h;
200*(x1342+x2342+x3342+x4342)<=100000*h;
d342=2.75*h;
200*(x1352+x2352+x3352+x4352)<=10000*h;
d352=2.15*h;
200*(x1362+x2362+x3362+x4362)<=100000*h;
d362=0.15*h;
200*(x1372+x2372+x3372+x4372)<=100000*h;
d372=2.75*h;
200*(x1382+x2382+x3382+x4382)<=10000*h;
d382=2.15*h;
200*(x1113+x2113+x3113+x4113)<=100000*h;

d113=0.26*h;
200*(x1123+x2123+x3123+x4123)<=100000*h;
d123=0.65*h;
200*(x1133+x2133+x3133+x4133)<=100000*h;
d133=0.58*h;
200*(x1143+x2143+x3143+x4143)<=100000*h;
d143=2*h;
200*(x1153+x2153+x3153+x4153)<=100000*h;
d153=1.66*h;
200*(x1163+x2163+x3163+x4163)<=100000*h;
d163=0.58*h;
200*(x1173+x2173+x3173+x4173)<=100000*h;
d173=2*h;
200*(x1183+x2183+x3183+x4183)<=100000*h;
d183=1.66*h;
200*(x1213+x2213+x3213+x4213)<=100000*h;
d213=1.58*h;
200*(x1223+x2223+x3223+x4223)<=100000*h;
d223=0.33*h;
200*(x1233+x2233+x3233+x4233)<=100000*h;
d233=1.5*h;
200*(x1243+x2243+x3243+x4243)<=100000*h;
d243=3.33*h;
200*(x1253+x2253+x3253+x4253)<=100000*h;
d253=0.83*h;
200*(x1263+x2263+x3263+x4263)<=100000*h;
d263=1.5*h;
200*(x1273+x2273+x3273+x4273)<=100000*h;

$d_{273}=3.33*h;$
 $200*(x_{1283}+x_{2283}+x_{3283}+x_{4283})\leq 100000*h;$
 $d_{283}=0.83*h;$
 $200*(x_{1313}+x_{2313}+x_{3313}+x_{4313})\leq 100000*h;$
 $d_{313}=1.066*h;$
 $200*(x_{1323}+x_{2323}+x_{3323}+x_{4323})\leq 100000*h;$
 $d_{323}=1.16*h;$
 $200*(x_{1333}+x_{2333}+x_{3333}+x_{4333})\leq 100000*h;$
 $d_{333}=0.15*h;$
 $200*(x_{1343}+x_{2343}+x_{3343}+x_{4343})\leq 100000*h;$
 $d_{343}=2.75*h;$
 $200*(x_{1353}+x_{2353}+x_{3353}+x_{4353})\leq 100000*h;$
 $d_{353}=2.15*h;$
 $200*(x_{1363}+x_{2363}+x_{3363}+x_{4363})\leq 100000*h;$
 $d_{363}=0.15*h;$
 $200*(x_{1373}+x_{2373}+x_{3373}+x_{4373})\leq 100000*h;$
 $d_{373}=2.75*h;$
 $200*(x_{1383}+x_{2383}+x_{3383}+x_{4383})\leq 100000*h;$
 $d_{383}=2.15*h;$
 $200*(x_{1114}+x_{2114}+x_{3114}+x_{4114})\leq 100000*h;$
 $d_{114}=1.066*h;$
 $200*(x_{1124}+x_{2124}+x_{3124}+x_{4124})\leq 100000*h;$
 $d_{124}=0.65*h;$
 $200*(x_{1134}+x_{2134}+x_{3134}+x_{4134})\leq 100000*h;$
 $d_{134}=0.58*h;$
 $200*(x_{1144}+x_{2144}+x_{3144}+x_{4144})\leq 100000*h;$
 $d_{144}=2.75*h;$
 $200*(x_{1154}+x_{2154}+x_{3154}+x_{4154})\leq 100000*h;$

d154=1.66*h;
200*(x1164+x2164+x3164+x4164)<=100000*h;
d164=0.58*h;
200*(x1174+x2174+x3174+x4174)<=100000*h;
d174=2.75*h;
200*(x1184+x2184+x3184+x4184)<=100000*h;
d184=1.66*h;
200*(x1214+x2214+x3214+x4214)<=100000*h;
d214=1.58*h;
200*(x1224+x2224+x3224+x4224)<=100000*h;
d224=0.33*h;
200*(x1234+x2234+x3234+x4234)<=100000*h;
d234=1.5*h;
200*(x1244+x2244+x3244+x4244)<=100000*h;
d244=3.33*h;
200*(x1254+x2254+x3254+x4254)<=100000*h;
d254=0.83*h;
200*(x1264+x2264+x3264+x4264)<=100000*h;
d264=1.5*h;
200*(x1274+x2274+x3274+x4274)<=100000*h;
d274=3.33*h;
200*(x1284+x2284+x3284+x4284)<=100000*h;
d284=0.83*h;
200*(x1314+x2314+x3314+x4314)<=100000*h;
d314=1.066*h;
200*(x1324+x2324+x3324+x4324)<=100000*h;
d324=1.16*h;
200*(x1334+x2334+x3334+x4334)<=100000*h;

$$d334=0.15*h;$$

$$200*(x1344+x2344+x3344+x4344)\leq 100000*h;$$

$$d344=2.75*h;$$

$$200*(x1354+x2354+x3354+x4354)\leq 100000*h;$$

$$d354=2.15*h;$$

$$200*(x1364+x2364+x3364+x4364)\leq 100000*h;$$

$$d364=0.15*h;$$

$$200*(x1374+x2374+x3374+x4374)\leq 100000*h;$$

$$d374=2.75*h;$$

$$200*(x1384+x2384+x3384+x4384)\leq 100000*h;$$

$$d384=2.15*h;$$

$$s111=(x1111+x1211+x1311)/50;$$

$$s121=(x1121+x1221+x1321)/70;$$

$$s131=(x1131+x1231+x1331)/65;$$

$$s141=(x1141+x1241+x1341)/85;$$

$$s151=(x1151+x1251+x1351)/90;$$

$$s161=(x1161+x1261+x1361)/100;$$

$$s171=(x1171+x1271+x1371)/120;$$

$$s181=(x1181+x1281+x1381)/140;$$

$$s211=(x2111+x2211+x2311)/110;$$

$$s221=(x2121+x2221+x2321)/85;$$

$$s231=(x2131+x2231+x2331)/95;$$

$$s241=(x2141+x2241+x2341)/130;$$

$$s251=(x2151+x2251+x2351)/125;$$

$$s261=(x2161+x2261+x2361)/140;$$

$$s271=(x2171+x2271+x2371)/135;$$

$$s281=(x2181+x2281+x2381)/150;$$

$$s311=(x3111+x3211+x3311)/155;$$

$$s321=(x3121+x3221+x3321)/115;$$

$$s331=(x3131+x3231+x3331)/160;$$

$$s341=(x3141+x3241+x3341)/160;$$

$$s351=(x3151+x3251+x3351)/165;$$

$$s361=(x3161+x3261+x3361)/145;$$

$$s371=(x3171+x3271+x3371)/130;$$

$$s381=(x3181+x3281+x3381)/125;$$

$$s411=(x4111+x4211+x4311)/140;$$

$$s421=(x4121+x4221+x4321)/150;$$

$$s431=(x4131+x4231+x4331)/150;$$

$$s441=(x4141+x4241+x4341)/155;$$

$$s451=(x4151+x4251+x4351)/175;$$

$$s461=(x4161+x4261+x4361)/175;$$

$$s471=(x4171+x4271+x4371)/155;$$

$$s481=(x4181+x4281+x4381)/155;$$

s112=(x1112+x1212+x1312)/55;
s132=(x1132+x1232+x1332)/70;
s152=(x1152+x1252+x1352)/95;
s172=(x1172+x1272+x1372)/125;
s212=(x2112+x2212+x2312)/115;
s222=(x2122+x2222+x2322)/90;
s242=(x2142+x2242+x2342)/135;
s262=(x2162+x2262+x2362)/145;
s272=(x2172+x2272+x2372)/140;
s312=(x3112+x3212+x3312)/160;
s332=(x3132+x3232+x3332)/165;
s352=(x3152+x3252+x3352)/130;
s372=(x3172+x3272+x3372)/135;
s412=(x4112+x4212+x4312)/150;
s422=(x4122+x4222+x4322)/150;
s442=(x4142+x4242+x4342)/145;
s462=(x4162+x4262+x4362)/155;
s482=(x4182+x4282+x4382)/160;
s113=(x1113+x1213+x1313)/60;
s133=(x1133+x1233+x1333)/75;
s153=(x1153+x1253+x1353)/100;
s173=(x1173+x1273+x1373)/130;
s213=(x2113+x2213+x2313)/120;
s223=(x2123+x2223+x2323)/95;
s243=(x2143+x2243+x2343)/140;
s263=(x2163+x2263+x2363)/150;
s273=(x2173+x2273+x2373)/145;
s313=(x3113+x3213+x3313)/170;
s333=(x3133+x3233+x3333)/170;

s122=(x1122+x1222+x1322)/75;
s142=(x1142+x1242+x1342)/90;
s162=(x1162+x1262+x1362)/105;
s182=(x1182+x1282+x1382)/145;
s232=(x2132+x2232+x2332)/100;
s252=(x2152+x2252+x2352)/130;
s282=(x2182+x2282+x2382)/155;
s322=(x3122+x3222+x3322)/120;
s342=(x3142+x3242+x3342)/165;
s362=(x3162+x3262+x3362)/130;
s382=(x3182+x3282+x3382)/140;
s432=(x4132+x4232+x4332)/145;
s452=(x4152+x4252+x4352)/155;
s472=(x4172+x4272+x4372)/160;
s123=(x1123+x1223+x1323)/80;
s143=(x1143+x1243+x1343)/95;
s163=(x1163+x1263+x1363)/110;
s183=(x1183+x1283+x1383)/150;
s233=(x2133+x2233+x2333)/105;
s253=(x2153+x2253+x2353)/135;
s283=(x2183+x2283+x2383)/160;
s323=(x3123+x3223+x3323)/125;
s343=(x3143+x3243+x3343)/170;

$s353=(x3153+x3253+x3353)/130;$ $s363=(x3163+x3263+x3363)/135;$
 $s373=(x3173+x3273+x3373)/135;$ $s383=(x3183+x3283+x3383)/140;$
 $s413=(x4113+x4213+x4313)/145;$
 $s423=(x4123+x4223+x4323)/145;$ $s433=(x4133+x4233+x4333)/165;$
 $s443=(x4143+x4243+x4343)/160;$ $s453=(x4153+x4253+x4353)/175;$
 $s463=(x4163+x4263+x4363)/160;$
 $s473=(x4173+x4273+x4373)/170;$ $s483=(x4183+x4283+x4383)/170;$
 $s114=(x1114+x1214+x1314)/65;$ $s124=(x1124+x1224+x1324)/90;$
 $s134=(x1134+x1234+x1334)/85;$ $s144=(x1144+x1244+x1344)/85;$
 $s154=(x1154+x1254+x1354)/110;$ $s164=(x1164+x1264+x1364)/120;$
 $s174=(x1174+x1274+x1374)/150;$ $s184=(x1184+x1284+x1384)/170;$
 $s214=(x2114+x2214+x2314)/130;$
 $s224=(x2124+x2224+x2324)/105;$ $s234=(x2134+x2234+x2334)/115;$
 $s244=(x2144+x2244+x2344)/150;$ $s254=(x2154+x2254+x2354)/145;$
 $s264=(x2164+x2264+x2364)/160;$
 $s274=(x2174+x2274+x2374)/155;$ $s284=(x2184+x2284+x2384)/170;$
 $s314=(x3114+x3214+x3314)/175;$ $s324=(x3124+x3224+x3324)/140;$
 $s334=(x3134+x3234+x3334)/180;$ $s344=(x3144+x3244+x3344)/180;$
 $s354=(x3154+x3254+x3354)/145;$ $s364=(x3164+x3264+x3364)/145;$
 $s374=(x3174+x3274+x3374)/150;$ $s384=(x3184+x3284+x3384)/160;$
 $s414=(x4114+x4214+x4314)/145;$
 $s424=(x4124+x4224+x4324)/160;$ $s434=(x4134+x4234+x4334)/155;$
 $s444=(x4144+x4244+x4344)/155;$ $s454=(x4154+x4254+x4354)/165;$
 $s464=(x4164+x4264+x4364)/170;$ $s474=(x4174+x4274+x4374)/175;$
 $s484=(x4184+x4284+x4384)/175;$

$@gin(x1111); @gin(x1211); @gin(x1311); @gin(x1121); @gin(x1221); @gin(x1321); @gin(x1131);$
 $@gin(x1231); @gin(x1331); @gin(x1141); @gin(x1241); @gin(x1341); @gin(x1151); @gin(x1251);$
 $@gin(x1351); @gin(x1161); @gin(x1261); @gin(x1361); @gin(x1171); @gin(x1271); @gin(x1371);$
 $@gin(x1181); @gin(x1281); @gin(x1381); @gin(x1112); @gin(x1212); @gin(x1312); @gin(x1122);$
 $@gin(x1222); @gin(x1322); @gin(x1132); @gin(x1232); @gin(x1332); @gin(x1142); @gin(x1242);$
 $@gin(x1342); @gin(x1152); @gin(x1252); @gin(x1352); @gin(x1162); @gin(x1262); @gin(x1362);$
 $@gin(x1172); @gin(x1272); @gin(x1372); @gin(x1182); @gin(x1282); @gin(x1382); @gin(x1113);$

@gin(x1213);@gin(x1313);@gin(x1123);@gin(x1223);@gin(x1323);@gin(x1133);@gin(x1233);
@gin(x1333);@gin(x1143);@gin(x1243);@gin(x1343);@gin(x1153);@gin(x1253);@gin(x1353);
@gin(x1163);@gin(x1263);@gin(x1363);@gin(x1173);@gin(x1273);@gin(x1373);@gin(x1183);
@gin(x1283);@gin(x1383);@gin(x1114);@gin(x1214);@gin(x1314);@gin(x1124);@gin(x1224);
@gin(x1324);@gin(x1134);@gin(x1234);@gin(x1334);@gin(x1144);@gin(x1244);@gin(x1344);
@gin(x1154);@gin(x1254);@gin(x1354);@gin(x1164);@gin(x1264);@gin(x1364);@gin(x1174);
@gin(x1274);@gin(x1374);@gin(x1184);@gin(x1284);@gin(x1384);@gin(x2111);@gin(x2211);
@gin(x2311);@gin(x2121);@gin(x2221);@gin(x2321);@gin(x2131);@gin(x2231);@gin(x2331);
@gin(x2141);@gin(x2241);@gin(x2341);@gin(x2151);@gin(x2251);@gin(x2351);@gin(x2161);
@gin(x2261);@gin(x2361);@gin(x2171);@gin(x2271);@gin(x2371);@gin(x2181);@gin(x2281);
@gin(2381);@gin(x2112);@gin(x2212);@gin(x2312);@gin(x2122);@gin(x2222);

@gin(x2322);@gin(x2132);@gin(x2232);@gin(x2332);@gin(x2142);@gin(x2242);@gin(x2342);
@gin(x2152);@gin(x2252);@gin(x2352);@gin(x2162);@gin(x2262);@gin(x2362);@gin(x2172);
@gin(x2272);@gin(x2372);@gin(x2182);@gin(x2282);@gin(x2382);@gin(x2113);@gin(x2213);
@gin(x2313);@gin(x2123);@gin(x2223);@gin(x2323);@gin(x2133);@gin(x2233);@gin(x2333);
@gin(x2143);@gin(x2243);@gin(x2343);@gin(x2153);@gin(x2253);@gin(x2353);@gin(x2163);
@gin(x2263);@gin(x2363);@gin(x2173);@gin(x2273);@gin(x2373);@gin(x2183);@gin(x2283);
@gin(x2383);@gin(x2114);@gin(x2214);@gin(x2314);@gin(x2124);@gin(x2224);@gin(x2324);
@gin(x2134);@gin(x2234);@gin(x2334);@gin(x2144);@gin(x2244);@gin(x2344);@gin(x2154);
@gin(x2254);@gin(x2354);@gin(x2164);@gin(x2264);@gin(x2364);@gin(x2174);@gin(x2274);
@gin(x2374);@gin(x2184);@gin(x2284);@gin(x2384);@gin(x3111);@gin(x3211);@gin(x3311);
@gin(x3121);@gin(x3221);@gin(x3321);@gin(x3131);@gin(x3231);@gin(x3331);@gin(x3141);
@gin(x3241);@gin(x3341);@gin(x3151);@gin(x3251);@gin(x3351);@gin(x3161);@gin(x3261);
@gin(x3361);@gin(x3171);@gin(x3271);@gin(x3371);@gin(x3181);@gin(x3281);@gin(x3381);
@gin(x3112);@gin(x3212);@gin(x3312);@gin(x3122);@gin(x3222);@gin(x3322);@gin(x3132);
@gin(x3232);@gin(x3332);@gin(x3142);@gin(x3242);@gin(x3342);@gin(x3152);@gin(x3252);
@gin(x3352);@gin(x3162);@gin(x3262);@gin(x3362);@gin(x3172);@gin(x3272);@gin(x3372);
@gin(x3182);@gin(x3282);@gin(x3382);@gin(x3113);@gin(x3213);@gin(x3313);@gin(x3123);
@gin(x3223);@gin(x3323);@gin(x3133);@gin(x3233);@gin(x3333);@gin(x3143);@gin(x3243);
@gin(x3343);@gin(x3153);@gin(x3253);@gin(x3353);@gin(x3163);@gin(x3263);@gin(x3363);
@gin(x3173);@gin(x3273);@gin(x3373);@gin(x3183);@gin(x3283);@gin(x3383);@gin(x3114);
@gin(x3214);@gin(x3314);@gin(x3124);@gin(x3224);@gin(x3324);@gin(x3134);@gin(x3234);
@gin(x3334);@gin(x3144);@gin(x3244);@gin(x3344);@gin(x3154);@gin(x3254);@gin(x3354);
@gin(x3164);@gin(x3264);@gin(x3364);@gin(x3174);@gin(x3274);@gin(x3374);@gin(x3184);
@gin(x3284);@gin(x3384);@gin(x4111);@gin(x4211);@gin(x4311);@gin(x4121);@gin(x4221);
@gin(x4321);@gin(x4131);@gin(x4231);@gin(x4331);@gin(x4141);@gin(x4241);@gin(x4341);
@gin(x4151);@gin(x4251);@gin(x4351);@gin(x4161);@gin(x4261);@gin(x4361);@gin(x4171);
@gin(x4271);@gin(x4371);@gin(x4181);@gin(x4281);@gin(x4381);

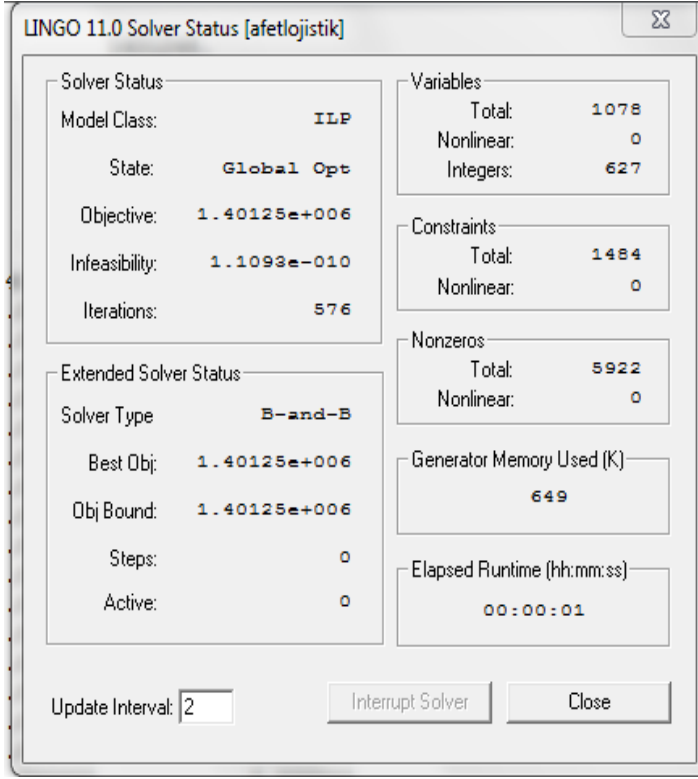
@gin(x4112);@gin(x4212);@gin(x4312);@gin(x4122);@gin(x4222);@gin(x4322);@gin(x4132);
@gin(x4232);@gin(x4332);@gin(x4142);@gin(x4242);@gin(x4342);@gin(x4152);@gin(x4252);
@gin(x4352);@gin(x4162);@gin(x4262);@gin(x4362);@gin(x4172);@gin(x4272);@gin(x4372);
@gin(x4182);@gin(x4282);@gin(x4382);@gin(x4113);@gin(x4213);@gin(x4313);@gin(x4123);
@gin(x4223);@gin(x4323);@gin(x4133);@gin(x4233);@gin(x4333);@gin(x4143);@gin(x4243);

@gin(x4343);@gin(x4153);@gin(x4253);@gin(x4353);@gin(x4163);@gin(x4263);@gin(x4363);
@gin(x4173);@gin(x4273);@gin(x4373);@gin(x4183);@gin(x4283);@gin(x4383);@gin(x4114);
@gin(x4214);@gin(x4314);@gin(x4124);@gin(x4224);@gin(x4324);@gin(x4134);@gin(x4234);
@gin(x4334);@gin(x4144);@gin(x4244);@gin(x4344);@gin(x4154);@gin(x4254);@gin(x4354);
@gin(x4164);@gin(x4264);@gin(x4364);@gin(x4174);@gin(x4274);@gin(x4374);@gin(x4184);
@gin(x4284);@gin(x4384);@gin(y1111);@gin(y1211);@gin(y1311);@gin(y1411);@gin(y1511);
@gin(y1121);@gin(y1221);@gin(y1321);@gin(y1421);@gin(y1521);@gin(y1131);@gin(y1231);
@gin(y1331);@gin(y1431);@gin(y1531);@gin(y2111);@gin(y2211);@gin(y2311);@gin(y2411);
@gin(y2511);@gin(y2121);@gin(y2221);@gin(y2321);@gin(y2421);@gin(y2521);@gin(y2131);
@gin(y2231);@gin(y2331);@gin(y2431);@gin(y2531);@gin(y3111);@gin(y3211);@gin(y3311);
@gin(y3411);@gin(y3511);@gin(y3121);@gin(y3221);@gin(y3321);@gin(y3421);@gin(y3521);
@gin(y3131);@gin(y3231);@gin(y3331);@gin(y3431);@gin(y3531);@gin(y4111);@gin(y4211);
@gin(y4311);@gin(y4411);@gin(y4511);@gin(y4121);@gin(y4221);@gin(y4321);@gin(y4421);
@gin(y4521);@gin(y4131);@gin(y4231);@gin(y4331);@gin(y4431);@gin(y4531);@gin(y1112);
@gin(y1212);@gin(y1312);@gin(y1412);@gin(y1512);@gin(y1122);@gin(y1222);@gin(y1322);
@gin(y1422);@gin(y1522);@gin(y1132);@gin(y1232);@gin(y1332);@gin(y1432);@gin(y1532);
@gin(y2112);@gin(y2212);@gin(y2312);@gin(y2412);@gin(y2512);@gin(y2122);@gin(y2222);
@gin(y2322);@gin(y2422);@gin(y2522);@gin(y2132);@gin(y2232);@gin(y2332);@gin(y2432);
@gin(y2532);@gin(y3112);@gin(y3212);@gin(y3312);@gin(y3412);@gin(y3512);@gin(y3122);
@gin(y3222);@gin(y3322);@gin(y3422);@gin(y3522);@gin(y3132);@gin(y3232);@gin(y3332);
@gin(y3432);@gin(y3532);@gin(y4112);@gin(y4212);@gin(y4312);@gin(y4412);@gin(y4512);
@gin(y4122);@gin(y4222);@gin(y4322);@gin(y4422);@gin(y4522);@gin(y4132);@gin(y4232);
@gin(y4332);@gin(y4432);@gin(y4532);@gin(y1113);@gin(y1213);@gin(y1313);@gin(y1413);
@gin(y1513);@gin(y1123);@gin(y1223);@gin(y1323);@gin(y1423);@gin(y1523);@gin(y1133);
@gin(y1233);@gin(y1333);@gin(y1433);@gin(y1533);@gin(y2113);@gin(y2213);@gin(y2313);
@gin(y2413);@gin(y2513);@gin(y2123);@gin(y2223);@gin(y2323);@gin(y2423);@gin(y2523);
@gin(y2133);@gin(y2233);@gin(y2333);@gin(y2433);@gin(y2533);@gin(y3113);@gin(y3213);
@gin(y3313);@gin(y3413);@gin(y3513);@gin(y3123);@gin(y3223);@gin(y3323);@gin(y3423);
@gin(y3523);@gin(y3133);@gin(y3233);@gin(y3333);@gin(y3433);@gin(y3533);@gin(y4113);
@gin(y4213);@gin(y4313);@gin(y4413);@gin(y4513);@gin(y4123);@gin(y4223);@gin(y4323);
@gin(y4423);@gin(y4523);@gin(y4133);@gin(y4233);@gin(y4333);@gin(y4433);@gin(y4533);

@gin(y1114);@gin(y1214);@gin(y1314);@gin(y1414);@gin(y1514);@gin(y1124);@gin(y1224);
@gin(y1324);@gin(y1424);@gin(y1524);@gin(y1134);@gin(y1234);@gin(y1334);@gin(y1434);
@gin(y1534);@gin(y2114);@gin(y2214);@gin(y2314);@gin(y2414);@gin(y2514);@gin(y2124);
@gin(y2224);@gin(y2324);@gin(y2424);@gin(y2524);@gin(y2134);@gin(y2234);@gin(y2334);
@gin(y2434);@gin(y2534);@gin(y3114);@gin(y3214);@gin(y3314);@gin(y3414);@gin(y3514);
@gin(y3124);@gin(y3224);@gin(y3324);@gin(y3424);@gin(y3524);@gin(y3134);@gin(y3234);
@gin(y3334);@gin(y3434);@gin(y3534);@gin(y4114);@gin(y4214);@gin(y4314);@gin(y4414);
@gin(y4514);@gin(y4124);@gin(y4224);@gin(y4324);@gin(y4424);@gin(y4524);@gin(y4134);
@gin(y4234);@gin(y4334);@gin(y4434);@gin(y4534);

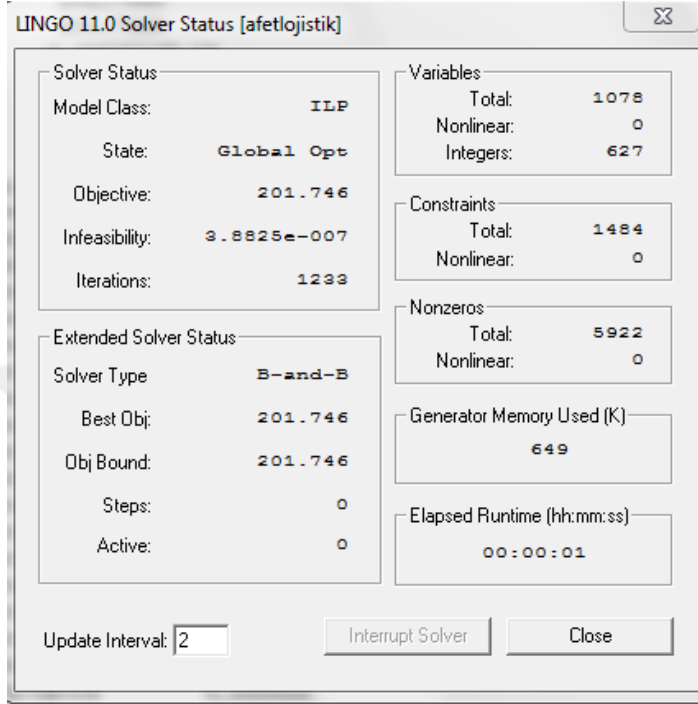
@bin(z1); @bin(z2); @bin(z3);@bin(h);

end



Global optimal solution found.			
Objective value:	1401248.		
Objective bound:	1401248.		
Infeasibilities:	0.1109299E-09		
Extended solver steps:	0		
Total solver iterations:	576		
	<u>Variable</u>	<u>Value</u>	<u>Reduced Cost</u>
	F1	1401248.	0.000000
	F2	201.7460	0.000000
	F3	0.000000	0.000000

1.amaç. Toplam maliyeti en küçüklemek için çözüm



Global optimal solution found.		
Objective value:	201.7460	
Objective bound:	201.7460	
Infeasibilities:	0.3882502E-06	
Extended solver steps:	0	
Total solver iterations:	1233	
<u>Variable</u>	<u>Value</u>	<u>Reduced Cost</u>
F1	346727000	0.000000
F2	201.7460	0.000000
F3	0.000000	0.000000

2.amaç. Toplam teslim süresini en küçükleme için çözüm

LINGO 11.0 Solver Status [afetlojistik]

Solver Status Model Class: ILP State: Global Opt Objective: 16 Infeasibility: 4.20659e-008 Iterations: 775		Variables Total: 1079 Nonlinear: 0 Integers: 627	
Extended Solver Status Solver Type: B-and-B Best Obj: 16 Obj Bound: 16 Steps: 0 Active: 0		Constraints Total: 1484 Nonlinear: 0	
		Nonzeros Total: 5922 Nonlinear: 0	
		Generator Memory Used (K) 649	
		Elapsed Runtime (hh:mm:ss) 00:00:01	

Update Interval:

Global optimal solution found.			
Objective value:	16.00000		
Objective bound:	16.00000		
Infeasibilities:	0.4206595E-07		
Extended solver steps:	0		
Total solver iterations:	775		
	Variable	Value	Reduced Cost
	F1	346727000	0.000000
	F2	201.7460	0.000000
	F3	0.000000	0.000000

3.amaç. Hizmet düzeyini en büyükmek için çözüm

Ek 2. Çok Seçenekli Konik Hedef Programlama Modeli Amaç ve Ek Kısıtları

$\min = 0.3109*d12 - 0.0001*d11 + 0.4261*d22 - 0.1153*d21 + 0.7292*d32 - 0.4184*d31;$

$f1/346727000 - d12 + d11 = m1;$

$m1 \geq 0.75 ;$

$m1 \leq 1 ;$

$f2/201.746 - d22 + d21 = m2;$

$m2 \geq 0.75;$

$m2 \leq 1;$

$-f3/16 - d32 + d31 = m3;$

$m3 \geq -1 ;$

$m3 \leq -0.75;$

The screenshot shows the LINGO 11.0 Solver Status dialog box for a problem named 'afetlojistik_multichoice'. The dialog is divided into several sections:

- Solver Status:**
 - Model Class: ILP
 - State: Global Opt
 - Objective: -0.104699
 - Infeasibility: 1.7201e-010
 - Iterations: 3651
- Variables:**
 - Total: 1087
 - Nonlinear: 0
 - Integers: 627
- Constraints:**
 - Total: 1493
 - Nonlinear: 0
- Nonzeros:**
 - Total: 5945
 - Nonlinear: 0
- Extended Solver Status:**
 - Solver Type: B-and-B
 - Best Obj: -0.104699
 - Obj Bound: -0.1047
 - Steps: 0
 - Active: 0
- Generator Memory Used (K):** 651
- Elapsed Runtime (hh:mm:ss):** 00:00:05

At the bottom, there is an 'Update Interval' set to 2, and buttons for 'Interrupt Solver' and 'Close'.

Global optimal solution found.		
Objective value:		-0.1046992
Objective bound:		-0.1046996
Infeasibilities:		0.1720100E-09
Extended solver steps:		0
Total solver iterations:		3651
Variable	Value	Reduced Cost
D12	0.000000	0.3108000
D11	0.9922565	0.000000
D22	0.000000	0.000000
D21	0.000000	0.3108000
D32	0.000000	0.3108000
D31	0.2500000	0.000000
F1	2684881.	0.000000
M1	1.000000	0.000000
F2	201.7460	0.000000
M2	1.000000	0.000000
F3	16.00000	0.000000
M3	-0.7500000	0.000000

Çok seçenekli konik hedef programlama için çözüm

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SÖZEN Mustafa Çağrı
Doğum tarihi ve yeri : 18.09.1992 / SAMSUN
e-mail : ab1-mustafas@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Dumlupınar Üniversitesi	-
Lisans	Dumlupınar Üniversitesi	2014
Lise	Çorum Anadolu Lisesi	2010
Amirlik	Polis Akademisi	2016

İş Denevimi

2016 senesinden itibaren Ordu ilinde komiser olarak çalışmaktadır.

Yabancı Dil

İngilizce İyi