KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

LOJİSTİK DAĞITIM AĞ TASARIMI PROBLEMLERİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE HEDEF PROGRAMLAMA TEKNİKLERİNİN ENTEGRASYONU: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Gökhan ORCAN

ŞUBAT 2016

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Gökhan ORCAN tarafından hazırlanan “LOJİSTİK DAĞITIM AĞ TASARIMI PROBLEMLERİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE HEDEF PROGRAMLAMA TEKNİKLERİNİN ENTEGRASYONU: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA” adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Burak BİRGÖREN
Anabilim Dalı Başkanı

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

Doç. Dr. Tamer EREN
Danışman

Jüri Üyeleri

Başkan	: Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN	_____
Üye (Danışman)	: Doç. Dr. Tamer EREN	_____
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Suna ÇETİN	_____

12/02/2016

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

Prof. Dr. Mustafa YİĞİTOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

LOJİSTİK DAĞITIM AĞ TASARIMI PROBLEMLERİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ VE HEDEF PROGRAMLAMA TEKNİKLERİNİN ENTEGRASYONU: GIDA SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

ORCAN, Gökhan
Kırıkkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Tamer EREN
Şubat 2016, 72 sayfa

Lojistik ağ tasarımı işletmelerin uzun vadede yatırımlarını ne şekilde yapması gerektiğini belirleyen, stratejik seviyede öneme sahip bir planlar bütünüdür. Rekabetin gün geçtikçe arttığı küreselleşen dünya ekonomisinde lojistik ağ tasarımı problemlerinin önemi de belirgin bir şekilde artış göstermektedir. Bu çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin belirlemiş olduğu koşullar doğrultusunda depo yeri seçimi problemi için öncelikli hedef programlama modeli geliştirilmiştir. Depoların ağırlıklarının hesaplanabilmesi yedi farklı kriter tespit edilmiş, daha sonra çok kriterli karar verme tekniklerinden analitik hiyerarşi süreci kullanılarak depoların kendi içinde öncelik sıraları belirlenmiştir. Uygulamanın ikinci aşamasında öncelikli hedef programlama yöntemi için on tane hedef meydana getirilmiş ve bu hedeflerin çözümleri en önemli hedeften başlayarak sırasıyla GAMS 24.5 paket programı kullanılarak elde edilmiştir. Belirlenen on hedefin altıncısında modelin çözümü gerçekleşmiş ve sonuçta yedi farklı depo alternatifi arasından beşinin açılması ile problemin çözümü gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Lojistik, Lojistik Ağ Tasarımı, Analitik Hiyerarşi Süreci, Hedef Programlama.

ABSTRACT

INTEGRATION OF ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS AND GOAL PROGRAMMING TECHNIQUES FOR LOGISTICS DISTRIBUTION NETWORK DESIGN PROBLEMS: AN APPLICATION IN FOOD INDUSTRY

ORCAN, Gökhan
Kırıkkale University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industrial Engineering, Master Science Thesis
Supervisor: Associate Prof. Dr. Tamer EREN
February 2016, 72 pages

Logistics network design is a set of strategic level plans that determines companies' investment policies in the long term. There is a significant increase in importance of logistics network design problems in such competitetive and globalizing world economy. In this study, a preemtive goal programming model is developed for warehouse locations under constraints given by a company from food industry. We use seven criteria to calculate warehouse weigths and apply analytical hierarchy process, one of the multi-criteria decision making techniques, to determine precedence of warehouses among theirselves. In the second stage of the proposed method, we create ten goals for preeemtive goal programming and use GAMS 24.5 software to solve the problem by starting with the most important goal. Goal programming model is successfully solved with the first six goals and the warehouse location problem is solved by selecting five warehouses out of seven.

Key Words: Logistics, Logistics Network Design, Analytic Hierarchy Process, Goal Programming

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması esnasında hiçbir yardımı esirgemeyen ve katkılarıyla beni yönlendiren tez yöneticisi hocam, Sayın Doç. Dr. Tamer EREN'e, ayrıca maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli eşime ve aileme teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR/ÖNSÖZ iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ iv
ÇİZELGELER DİZİNİ v
ŞEKİLLER DİZİNİ vi
KISALTMALAR DİZİNİ vii
1. GİRİŞ 1
2. LOJİSTİK 3
2.1. Lojistik Ağ Tasarımı 5
2.1.1. Lojistik Ağ Tasarımı Aşamaları 7
2.1.2. Lojistik Ağ Türleri 9
3. LİTERATÜR 10
4. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ 17
5. HEDEF PROGRAMLAMA 26
5.1. Hedef Programlamada Kullanılan Kavramlar 27
5.2. Hedef Programlamanın Varsayımları 28
5.3. Öncelikli Hedef Programlama 29
6. UYGULAMA 32
7. SONUÇ 50
KAYNAKÇA 52
EKLER 66
EK.1 66
EK.2 67
EK.3 71

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE Sayfa

4.1. Kriterler için İkili Karşılaştırmalar Matrisi Oluşturulması 22
4.2 Analitik Hiyerarşi Sürecinde Kullanılan Ölçek 23
4.3. Rassallık Göstergesi Değerleri..... 24
5.1. Hedef programlama ile doğrusal programlamanın kıyaslanması 27
6.1. Depo Yeri Seçimi Kriterleri 33
6.2. Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi..... 35
6.3. Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımları 35
6.4. Kriterlerin Öncelik Vektörü 36
6.5. Depoların Öncelik Vektörü 37
6.6. P_1 önceliğine göre depo seçimi..... 45
6.7. P_2 önceliğine göre depo seçimi..... 45
6.8. P_3 önceliğine göre depo seçimi..... 46
6.9. P_4 önceliğine göre depo seçimi..... 46
6.10. P_5 ve P_6 önceliklerine göre depoların seçimi..... 46
6.11. Problemin çözümüne ait son tablo 47
6.12. Senaryo çözümlerde amaçlara verilen ağırlıklar……..48
6.13. Senaryo Çözümleri 49

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL Sayfa

2.1. Lojistik Faaliyetler 5
2.2. Lojistik Ağ Tasarımı 7
4.1. AHS Modeli için Hiyerarşi Yapısı 21

KISALTMALAR DİZİNİ

AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
KV	Karar Verme
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
CI	Tutarlılık Göstergesi
CR	Tutarlılık Oranı
HP	Hedef Programlama
RI	Standart Düzeltme Değeri

1. GİRİŞ

Küreselleşen dünyada gün geçtikçe artan rekabet ortamında, işletmeler hayatta kalabilmek için hedef pazarlarını sürekli genişletmek ve lojistik faaliyetlere önem vermek zorundadırlar. İşletmeler açısından lojistik planlama sürecinde karşılaşılan en temel problemlerden biri lojistik ağ tasarımı problemleridir. Değişen dinamik pazar yapısına uygun lojistik ağların meydana getirilmesi ve planlanması son derece zor ve karmaşık sorunları da ortaya çıkarmaktadır. Lojistik ağ tasarımı problemlerinde ağ üyeleri ve üyeler arasındaki ilişkiler belirlenmekte, bunun yanı sıra stratejik seviyede kararlar alınmaktadır.

Bu çalışmada, lojistik ağ tasarımı problemine yönelik lojistikle ilgili gerçek hayat problemlerini dikkate alan ve üretici işletmelerin lojistik planlama ihtiyaçlarını karşılamak üzere analitik hiyerarşi süreci ve hedef programlamanın birlikte kullanıldığı bir model oluşturulmuştur. Oluşturulan model öncelikli hedef programlama ile formüle edilmiştir. Geliştirilen modellerin gerçek bir problem üzerinde uygulamaya dönüştürülmesi yapılan çalışmaların daha anlamlı hale gelmesini sağlamaktadır. Bu nedenle modelin gıda sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Çalışma yedi bölümden meydana getirilmiştir. İlk bölümde yer alan giriş kısmından sonra ikinci bölümde lojistik ve lojistik ağ tasarımı kavramları şekillerle ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Bununla birlikte lojistik ağ tasarımının aşamaları ve lojistik ağ türleri hakkında bilgi verilmiştir.

Tezin üçüncü bölümü olan literatür kısmında lojistik ağ tasarımı konusunda yapılmış olan çalışmalar incelenmiştir. Lojistik ağ tasarımı problemleriyle ilgili literatürde yer alan çalışmalar incelenmiş ve bu problemlerde hangi modellerin uygulandığı analiz edilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde analitik hiyerarşi süreci metodu incelenmiştir. AHS'yi oluşturan temel kavramlar ve aksiyomların anlatıldığı bölümde AHS'nin kullanıldığı alanlar ve AHS metodu ile yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

Tezin beşinci bölümünde hedef programlama konusu anlatılmıştır. Hedef programlama tekniği kullanılarak yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bunun yanı sıra literatürde AHS ve hedef programlamanın beraber kullanıldığı projeler konusunda da bilgi verilmiştir.

Çalışmanın altıncı bölümü örnek bir uygulamadan oluşmuştur. Bu bölümde gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın depo yeri seçim süreci analiz edilmiştir. İşletmenin sahip olduğu depo alternatifleri arasında nasıl bir tercih yapacağı ve nelere dikkat edileceği konuları irdelenmiştir. Uygulamanın birinci kısmında depoların birbirlerine göre öncelikleri AHS kullanılarak hesaplanmıştır. İkinci kısmı oluşturan hedef programlama aşamasında ise bulunan değerler kullanılarak GAMS programı ile çözüme ulaşılmıştır.

Son olarak yedinci bölümde çalışmanın sonuçları analiz edilerek, ileride yapılabilecek çalışmalarla ilgili öneriler sunulmuştur.

2. LOJİSTİK

Lojistik kelimesi köken olarak Yunancaya dayanmakta ve “hesaplaşma, sayma” anlamlarına gelmektedir. İlk kez 1905 yılında “ordulara ait malzeme ve personelin taşınma, tedarik, bakım ve yenilenmesi” şeklinde askeri bir fonksiyonu tanımlamak amacı ile kullanılmıştır (Kobu, 2010). Literatürde lojistik kavramını açıklayan pek çok farklı kavram vardır. Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır.

Lojistik, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere, üretim ve tüketim noktaları arasındaki mal, hizmet ve bilgilerin çift yönlü akışlarına yönelik lojistik faaliyetlerin etkinlik ve verimliliklerin artırılmasıdır (Tanyaş, 2006). Diğer bir tanıma göre malzemenin yönetimi ile bunun ne şekilde ve nasıl dağıtılacağını incelemektedir (Rusthon vd. 2010).

Askeri manada lojistik ise, muharip unsurlara strateji ve taktiğine uygun ve gerekli olan ikmal maddeleri ile hizmet desteğini sağlamak için yapılan faaliyetlerdir. Bu kapsamda orduların erzak ve mühimmat desteğinin planlanarak hareket ettirilmesi sanatı olarak değerlendirilmektedir (Tanyaş, 2002).

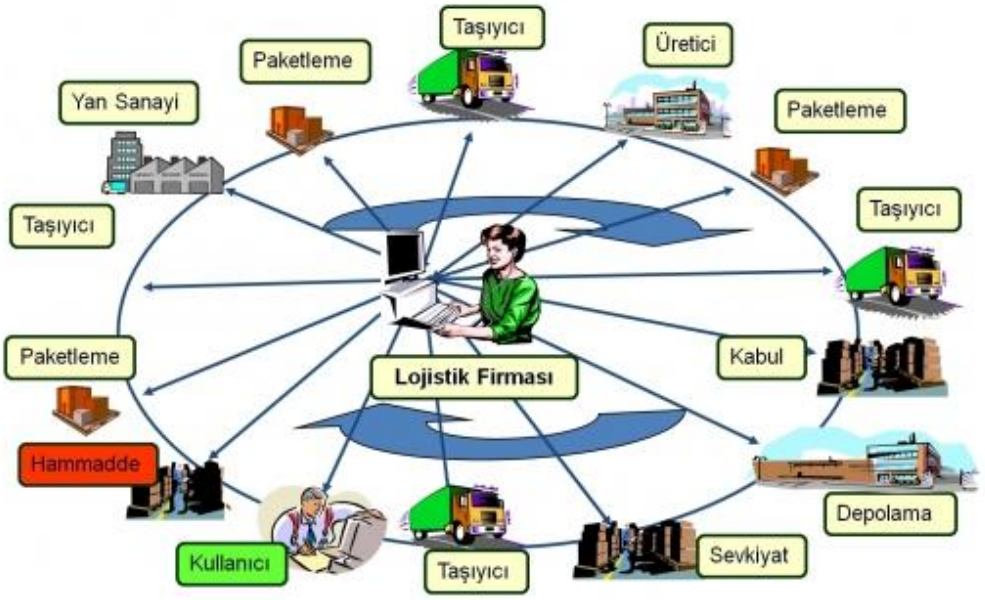
Lojistiğin en fazla kabul gören tanımlardan biri Lojistik Yönetimi Konseyi (Council of Logistics Management, 2014) tarafından şu şekilde yapılmıştır. “Müşteri ihtiyaçlarını karşılamak için ilk noktadan son tüketim noktasına kadar her türlü hammadde, yarı mamul, bitmiş ürün, servis ve ilgili tüm bilgilerin (içsel, dışsal, içeriye ve dışarıya tüm hareketler dahil olmak üzere) etkin ve verimli akışını ve depolanmasını sağlamak için gerçekleştirilen planlama, uygulama ve kontrol süreçlerinin tümü lojistik olarak tanımlanır.”

Lojistik yönetimi ve tedarik zinciri içindeki faaliyetler yeryüzünde eski çağlardan beri kullanılagelmektedir (Yıldıztekin, 2001). Ancak, lojistiğin bir bilim dalı olarak önemi 1900’lerin başlangıcında zirai ürünlerin taşınması ile

gözle görülür hale gelmiştir. (Bowersox ve Closs, 1996). İçinde bulunduğumuz yüzyılda ve bir önceki asırda iş dünyasında işletmeler üç ana stratejik gelişmeye ayak uydurmak zorunda kalmıştır. Bunlar maliyetlerin düşürülmesi, yüksek kalite ve tüketici memnuniyeti olarak sayılabilir. Bu şekilde tüketiciye istediği yer ve zamanda talep ettiği ürünü arz edebilmek çok önem kazanmıştır (Ruhan, 2001). Bununla birlikte günümüzde müşteriler lojistik firmalarından sadece bir malı bir yerden bir yere götürmelerini değil, tüm teknolojik donanımlara sahip şekilde bilgi akışını da sağlamalarını beklemektedirler. (Sezen ve Erdoğan, 2009).

Küreselleşen dünyada rekabetin giderek artmasıyla pazar paylarının, müşterilerin, beklentilerin ve bunlara bağlı olarak kurumsallaşmayla beraber işe bakış algısının değişmesiyle lojistiğin önemi daha çok öne çıkmaktadır. İşletmelerin ürettiği malların yer değiştirmesi geçmişe kıyasla daha hızlı bir şekilde olmak zorundadır. Bundan dolayı lojistik, günümüzde işletmelerin rekabet düzeyini etkileyen önemli bir unsur haline gelmiştir.

Lojistik, 21.yüzyılda amaca ulaşmak için tüm organizasyonu ve kaynaklarını en uyumlu şekilde hareket ettirebilme yeteneği olarak iş dünyasının gündemine girmiştir. Bu çerçevede satın alma, nakliye (kara, deniz, hava, demiryolu), gümrük, sigorta, elleçleme (malzeme aktarımı), depolama, talep tahmini, envanter yönetimi, lojistik bilgi sitemi, yedek parça desteği, dağıtım, iade işlemleri, üretime malzeme verme, katma değerli işlemler (etiketleme, fiyat-barkod, paketleme, müşteri taleplerine göre ürün hazırlama vs.), rota planlaması ve sevkiyat gibi çok çeşitli faaliyetler günümüzde lojistik ile eşanlamlı hale gelmiştir (Kurtuluş, 2007). Bir lojistik firmasının kapsadığı faaliyetler Şekil 2.1.'de (www.beykoz.edu.tr/tr) daha net bir şekilde görülebilmektedir.



Şekil 2.1. Lojistik Faaliyetler

Bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere lojistik, tedarikçiden müşteriye doğru olan akıştaki maliyet/hizmet ilişkisini içeren taşıma, stoklama, depolama alanları, paketleme ve diğer ilgili faaliyetlerin entegrasyonunu gerçekleştirecek kararlar verilerek planlamasının yapıldığı bir sistem olarak görülebileceği anlaşılmaktadır (Duyguvar, 2010).

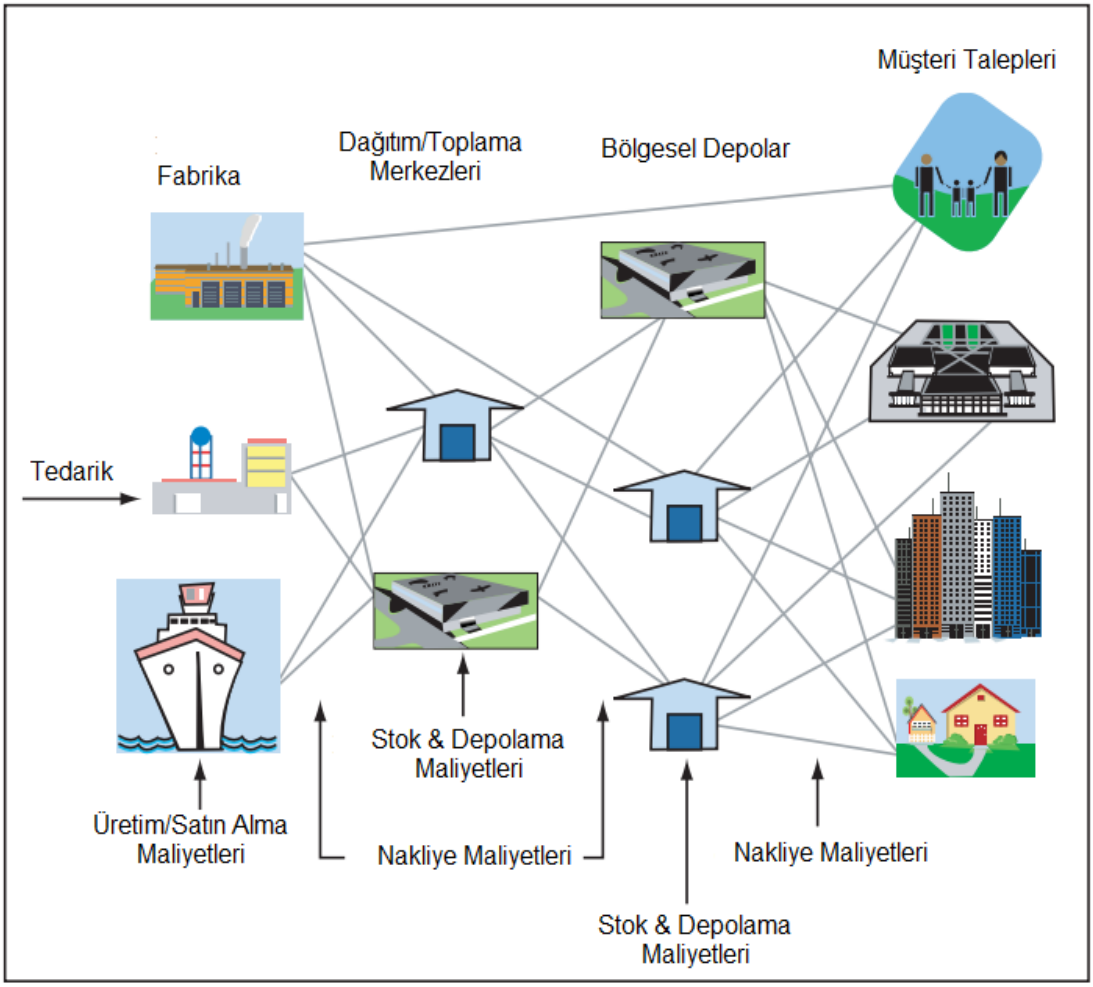
2.1. Lojistik Ağ Tasarımı

Lojistik ağ tasarımı işletmenin uzun vadede yatırımlarını ne şekilde yapmasını belirleyen, stratejik seviyede öneme sahip bir planlar bütünüdür. En önemli işletme fonksiyonlarından birisi olan lojistik faaliyetler, üretim merkezleri, dağıtım merkezleri, talep noktaları, toplama - denetleme merkezleri, geri dönüşüm, imha ve yeniden işleme merkezleri ile ortaya çıkan sistemler, alt sistemler, operasyonlar ve bunların birbirleriyle olan ilişkilerini içeren karmaşık bir bütündür. (Paksoy, 2005). İşletmenin stratejik seviyede vermesi gereken kararlar aşağıda belirtilmiştir. Bunlar;

- Dağıtım noktaları ve depo yerlerinin belirlenmesi, kapasitelerinin tespit edilmesi,
- Dağıtım rotalarının belirlenmesi,
- Kaynağın ne şekilde ve nasıl tedarik edileceğine karar verilmesi,
- Müşteri beklentilerinin incelenmesi (Çağlar, 2009).

Lojistik ağ yapısı, müşteri hizmet seviyesi de dikkate alınarak, müşteri beklenti ve taleplerini en iyi karşılayacak şekilde planlanmalıdır. Lojistik ağ yapısı ile ilgili tasarım yapılırken kısa ve uzun vadede meydana gelebilecek ekonomik, politik, teknolojik ve stratejik etkilerin analiz edilmesi ve oluşabilecek çeşitli durumların dikkate alınması gerekmektedir. Lojistik ağ yapısını etkileyen önemli faktörlerden bir diğeri de hizmetin özelliğidir. Etkin bir lojistik sisteminin kurulmasında belirleyici olan sunulan hizmetin özellikleri, müşteri memnuniyeti, talebin öngörülebilirliği, hizmet yelpazesinin genişliği, sağlanan hizmetin diğer faaliyetlerle uyumu, talebin karşılanabilme oranı ve hızı, tedarik süresi, vb. olarak sıralanabilir. (Çağlar, 2009).

Yukarıda tanımlanan ve Şekil 2.2.'de (http://ocw.mit.edu) gösterilen bu karmaşık yapının tasarımı, modelinin oluşturulması ve hayata geçirilmesi, işletmenin maksimum etkinlik ve verimliliğe sahip olmasında oldukça belirleyici bir role sahiptir. Hızlı bir şekilde, çok çeşitli ürünün, arzulanan fiyat ve kalitede sunumunun sağlanabilmesi için ağ elemanlarının mümkün olduğunca azaltılması gerekmektedir. Böylelikle, daha yalın bir hale gelecek olan lojistik ağın optimizasyonu kolay bir şekilde gerçekleştirilebilecektir (Paksoy, 2005).



Şekil 2.2. Lojistik Ağ Tasarımı

2.1.1. Lojistik Ağ Tasarımı Aşamaları

Lojistik ağ tasarımı problemlerinde çözümden daha önemli olan, durum analizinin yapılması, ihtiyaçların doğru bir şekilde belirlenmesi, problemin çok iyi bir şekilde tanımlanması ve modellenmesidir. Bu bağlamda, Lee ve Kim (2002) tarafından ortaya konmuş olan lojistik ağ tasarımı aşamalarını Paksoy (2005), problemin tanımlanması, hedeflerin belirlenmesi ve model formülasyonu şeklinde üç adımda ifade etmiştir (Paksoy, 2005).

Aşama 1: Problemin Tanımlanması

Bir çalışma, ihtiyaçları giderecek şekilde hazırlanmamışsa, kurulacak olan modelin detaylı ve eksiksiz olması bir anlam ifade etmez. Etkili bir çalışma yapabilmek için, ilgili sistemin detaylı bir şekilde incelenmesi ve çalışmanın buna göre hazırlanması gerekir. İyi bir model, sistemin diğer parçalarını da kolayca içine alabilecek şekilde tasarlanmış olmalıdır. Ancak, içinde gereksiz ve fazla bilgilerin bulunduğu bir model bilgisayar üzerinde diğer modellere göre daha yavaş çalışabilir ve maliyeti yükseltebilir. Bu nedenle, ihtiyaçların doğru belirlenmesine dikkat edilmelidir (Paksoy, 2005).

Aşama 2: Amaçların Belirlenmesi

Tedarik zinciri modelinin amaçları, üzerinde çalışılacak problemin durumuna göre belirlenir. Geliştirmede kullanılan yöntemlerin, çalışmanın amacının belirlenmesindeki rolü büyüktür. Amaçlar, değişen koşullara uyum sağlayacak şekilde belirlenmeli ve gelişimi engelleyecek şekilde dar planlanmamalıdır (Paksoy, 2005).

Aşama 3: Model Formülasyonu

Amaçların ve problemin belirlenmesinden sonra, modeli kuracak olan kişi modelin temel çatısını geliştirir. Bu çatı genellikle, problemlerin varsayımlarını ve kullanılan elemanları içerir. Toplanan verilerin doğruluğunun, elde edilen sonuç üzerindeki etkisi büyüktür. Yapılan ilk plan içerisinde; gerekli olan verilerin, bilgi kaynaklarının ve bu bilgilerin nasıl elde edilebileceği belirtilmelidir. Öncelikle çalışmanın hedefleri ile ilgili olan bu bilgilerin çıkartılması gerekir. Tecrübeli bir model kurucu, çalışmada yer alan diğer kişilere hangi verilerin gerekli hangilerinin gereksiz olduğu konusunda yardım etmelidir. Sistemin taklidini yapmak veya sistemin bir kopyasını çıkarmak için harcanan çaba genellikle gereksizdir. Detayların gerekli olduğu zaman eklenmesi, çalışmanın hedefine ulaşması açısından takip edilmesi gereken en iyi yoldur. Teknik karışıklıklar modelle, modelin kurulma amacı arasındaki ilişkiden daha az öneme sahiptir (Paksoy, 2005).

2.1.2. Lojistik Ağ Türleri

Lojistik ağ türlerini üç ana başlık altında inceleyebiliriz. Bunlar ileriye doğru, tersine ve bütünleşik lojistiktir. İslamoğlu (2002) ileriye doğru lojistiği, üretilen ürünlerin pazara, maksimum müşteri tatmini – en az maliyet dengesini gözeterek dağıtım kanalları kullanılarak veya aracısız olarak gönderilmesi olarak açıklamıştır. Tersine lojistik, üretim sektöründe son müşteriden satıcıya veya hizmet sağlayıcıya geri gelen ürünlerin hareketi, depolanması ve elleçlenmesi sürecini ifade etmektedir. Tersine lojistik, ürünlerin geri dönüşüm faaliyetlerini ve tekrar işlem görmesini de kapsamaktadır (Keskin, 2008). Bütünleşik lojistik ise ileriye doğru ve tersine lojistik faaliyetlerinin birlikte ele alındığı ve tüm sistemlerin bir bütünün parçası olarak kabul edilerek incelendiği bir lojistik ağ şeklidir (Deste, 2013).

3. LİTERATÜR

Çalışmanın bu bölümünde, lojistik ağ tasarımı problemleriyle alakalı olarak daha önce çalışmalar incelenmiş ve genel bir literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan literatür taraması sonucu çok sayıda farklı kaynağa ulaşılarak lojistik ağ tasarımı ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Konuyla ilgili literatürün çok zengin olması dolayısıyla, ilişkili bütün eserlere bu çalışma kapsamı içerisinde değinmek mümkün değildir. Çalışmanın literatür taraması aşamasında incelenen kaynaklar aşağıda kronolojik olarak sıralanmıştır.

Yan vd. (2003) yapmış oldukları çalışmada, tedarik zinciri tasarımı için malzeme listelerini de dikkate alarak, mantıksal kısıtlamalar altında stratejik bir üretim dağıtım modeli önermişlerdir. Tedarikçiler, üretici ve dağıtım merkezleri gibi tedarik zincirinin ana öğeleri ile malzeme listeleri arasındaki ilişkileri temsil etmek için kullanılan bu mantıksal kısıtlamalar, karma tamsayılı programlama (mixed integer programming (MIP) ile ifade edilmiştir. Sonuç olarak, malzeme listelerinin tedarik zinciri stratejik tasarımındaki tedarikçi seçimi üzerindeki rolü ve etkisi ortaya konulmuştur.

Güler vd. (2004) yaptıkları bu çalışmada, gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın, sahip olduğu fabrikalarda üretmiş olduğu 150 kadar ürününün fabrikalardan distribütörlere olan dağıtımının zamanında ve eksiksiz yapılmasını sağlayarak hizmet düzeyini artırmak ve bunu mümkün olan en düşük maliyet ile gerçekleştirmeyi amaçlamaktadırlar.

Kılıç (2005), beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin lojistik ağ tasarımını karma tamsayılı programlama modeli ile çözmeye çalışmıştır. Model dört farklı senaryo için çözülmüş ve her bir senaryo için optimum depo ve tesisin konumları belirlenmiştir.

Cordeau vd. (2006) çalışmalarında lojistik dağıtım ağı problemini tek bölge ve tek periyotlu deterministik bir yapıda formüle etmişlerdir. Bu yeni

formülasyonun esnek bir yapısı vardır. Aynı zamanda yerleşim yeri ve depoların kapasiteleri ve lokasyonları, tedarikçi, nakliye seçenekleri, ürün akışı ve ürün yelpazesi ile entegre bir şekilde çözüm üretilmektedir.

Altıparmak vd. (2006) bu çalışma ile, çok amaçlı tedarik zinciri ağ tasarımı problemlerinin optimizasyonunu genetik algoritma yaklaşımı ile değerlendirmişlerdir.

Ho (2007), çalışmasında lojistik dağıtım ağı tasarımı probleminde kullanacağı depoları belirlemek için müşterilerin bakış açılarını dikkate almadan maliyeti veya toplam teslim zamanını minimize etmeyi amaçlamıştır. Yapılan çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve hedef programlama modeli birleştirilerek kullanılmıştır. Tanımlanan problemin ilk aşamasında AHS'yi kullanılarak depoların birbirine göre önem sıralaması ve ağırlığını belirlemiştir. Daha sonra önceliklendirilmiş sonuçlara göre hedef programlama ile sonuca ulaşılmıştır. AHS'nin çözümünde Expert Choice, hedef programlama modelinin çözümünde ise LINDO programı kullanılmıştır.
Kara vd. (2007), çalışmalarında ömrü tükenmiş malzemeleri toplanmasında kullanılmak üzere tersine lojistik ağı tasarımında simülasyon modeli geliştirmişlerdir.

Ko ve Evans (2007) yaptıkları çalışma ile toplam maliyeti ve çevrim zamanını minimize edecek karma tamsayılı optimizasyon modeli önermişlerdir.

Du ve Evans (2008) çalışmalarında maliyetleri minimize etmeyi amaçlamanın haricinde, müşteri beklentilerinin maksimum seviyede karşılanmasını hedeflemişlerdir.

Ho ve Emrouznejad (2009), bütünleşik çok kriterli karar verme yaklaşımıyla modern lojistik dağıtım ağ tasarımında, SAS/OR yazılımları içerisindeki optimizasyon süreçlerinin nasıl kullanıldığını araştırmışlardır. Geleneksel optimizasyon teknikleri aksine, bu çalışmada önerilen yaklaşım analitik hiyerarşi süreci (AHS) ve amaç programlama (GP) 'nın birleştirilerek

kullanılmasıdır. AHS'nin buradaki kullanılış amacı, depoların birbirine göre olarak önem ağırlıklarının veya önceliklerinin belirlenmesidir.

Çağlar (2009), çalışmasında üçüncü parti lojistik hizmeti veren firmalar üzerinde durmuştur. İlk olarak siparişlerin araçlara atanması problemini GAMS yazılımı ile çözmüş, buradan elde ettiği verileri optimizasyon probleminin ikinci aşamasında kullanılarak araç rotalarını C# programın kullanarak oluşturmuştur.

Lin vd. (2009), bütünleşik çok aşamalı lojistik ağ tasarımı probleminin doğrudan sevkiyat ve teslimin söz konusu olduğu melez evrimsel bir algoritma ile çözümü formüle edilmiştir.

Özceylan (2010) yapmış olduğu çalışmada, tedarik zinciri yönetiminde ağ tasarımı problemini incelemiş ve bununla ilgili olarak model tasarımı konularına değinmiştir. Maliyetlerin kontrol edilebilir hale getirilmesi ve verimlilik artışı gibi hedefler doğrultusunda, tedarik zinciri üzerindeki genel ve özel kısıtlar dikkate alınarak matematiksel modeller geliştirilmiştir. Geliştirilmiş olan her bir model farazi veriler doğrultusunda, sayısal örneklerle test edilerek değerlendirilmiştir.

Ho vd. (2010) yapmış oldukları çalışma ile, bir şirketin günümüzde müşteri odaklı tedarik zincirinde; rekabet ortamında yerini koruyabilmesi ve gelişebilmesi adına maliyetleri minimize etmesi kadar müşteri beklentilerini de maksimum oranda karşılayabilmesinin önemli olduğunu göstermektedirler. Yapılan çalışmada optimal lojistik dağıtım ağının tasarımına yardımcı olmak adına Analitik hiyerarşi süreci (AHS) ve bir tamsayılı doğrusal programlama (TDP) modeli birleştirilerek bir çok ölçütlü optimizasyon yaklaşımı geliştirilmiştir. Yaklaşımda AHP, göreli önem ağırlıkları yada bazı kritik müşteri odaklı kriterlerine göre Alternatif depoların önceliklerini belirlemek için kullanılır. AHP önceliklendirme sonuçları Tamsayılı Doğrusal Programlama modelinin girdisi olarak

kullanılır, amaç mümkün olan en düşük maliyetle en iyi depoları seçmektir. Çalışmada Expert Choice ve LINDO programları kullanılmıştır.

El – Sayed vd. (2010), çalışmalarında ileri – tersine lojistik ağ tasarımı modeli geliştirmişlerdir. Bu tasarımda ileri yönde üç katman (tedarikçi, tesis, dağıtım merkezi) ve tersine yönde iki katman (demontaj ve yeniden dağıtım merkezi) bulunmaktadır. Problemin modeli karma tamsayılı doğrusal programlama ile kurulmuştur.

Şengül (2010) yapmış olduğu çalışma ile, ambalaj atıklarının geri dönüşümünde kullanılmak üzere tersine lojistik ağ tasarımı problemi için karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır. Geliştirilmiş olan bu model altı farklı senaryo için LINGO optimizasyon programı yardımıyla çözülmüştür.

Alaykıran (2011) çalışmasında, çok ürünlü tersine lojistik ağ tasarımı problemini farklı geri kazanım seçenekleriyle birlikte ele alarak incelemiştir. Yapılan çalışmada asıl amaç maliyetlerin minimize edilmesi olmakla birlikte açılmak istenen aday tesisler içerisinden seçim yapabilmektir. Çalışmada oluşturulan problemin çözümünde kullanılmak üzere bir karma tamsayılı matematiksel model geliştirilmiştir. Ayrıca problemin büyük boyutlu örneklerinde uygulanabilecek tavlama benzetimi temelli bir çözüm yaklaşımı sunulmuştur.

Danacı (2011) çalışmasında askeri lojistik ağ tasarımını aksiyometik tasarım ilkeleri ile gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışmada örnek askeri sistem olarak Amerika Birleşik Devletleri savunma bakanlığının yayınlamış olduğu raporlardan faydanılmıştır.

Demirel vd. (2011), bütünleşik bir lojistik ağı tasarımında kullanılmak üzere kapasite kısıtlı, çok aşamalı ve çok ürünlü bir karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Problemde, lojistik faaliyetlerde yer alacak tesislerin sayılarının ve yerlerinin belirlenmesi ve bunu yaparken

müşteri taleplerinin minimum maliyetle karşılanmasını hedefleyen bir model önerilmiştir. Oluşturulan modelin karmaşık yapısından dolayı, sezgisel yöntem ile doğrusal programlamayı birlikte kullanan genetik algoritma tabanlı melez bir çözüm yöntemi geliştirilmiştir. Üretilen farklı boyuttaki test problemleri için GAMS-CPLEX sonuçları ile geliştirilen yöntemden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Peng vd. (2011), normal şartlar altında olabilecek en güvenli ağların tasarlanmasını amaçlayan ve stratejik bir tedarik zinciri yönetimi problemi olan bir lojistik ağ tasarımı problemi üzerinde çalışmışlardır. Hiçbir aksamanın olmadığı durumları dikkate alarak, maliyeti minimize edecek karma tamsayılı programlama modeli geliştirmişler ve çözüm için genetik algoritma, yerel arama ve en kısa takviye yol metotlarını temel alan melez bir meta-sezgisel algoritma önermişlerdir.

Özbek ve Eren (2013), yaptıkları bu çalışma ile bir işletme için en uygun 3. Parti lojistik firma seçimi için model geliştirmişlerdir. Oluşturulan modelde çok ölçütlü karar verme tekniklerinden analitik ağ süresi (AAS) metodunu kullanmışlardır.

Kılıç (2013), önermiş olduğu lojistik dağıtım ağı modelinde, iki aşamalı stokastik programlama metodu kullanmıştır. Modelin birinci aşamasında tesis yeri seçimine kararı verilirken, diğer aşamada ise, taşınacak ve depolanacak ürün miktarları ve karşılanamayan talep miktarları ile ilgili karar verilmiştir.

Deste (2013) yapmış olduğu çalışmada, lojistik ağ tasarımı ve araç rotalama problemlerinin bütünleşik olarak ele alındığı bir model önermiştir. Önerilen modelin tavukçuluk sektöründe faaliyet gösteren bir tesiste uygulanması hedeflenerek, tanımlanan problem için karma tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Öncelikle küçük ölçekli örnek bir problem üzerinde test edilen bu modelin, daha sonra sektörel uyarlaması ve bir işletmede uygulaması gerçekleştirilmiştir. Geliştirilmiş olan modellerin GAMS programı kullanılarak CPLEX çözücüsü ile çözülmesi sağlanmıştır.

Ayvaz (2013) çalışmasında, miktar ve kalite belirsizliği altında tersine lojistik ağ tasarımı için bir stokastik programlama modeli önerisi geliştirmiştir. Yapılan çalışmanın ilk aşamasında tüm model parametrelerinin bilindiği varsayımı altında karmaşık tamsayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiş, ikinci aşamada ise bu modele miktar ve kalite belirsizlikleri ilave edilerek çok aşamalı, çok ürünlü, kapasite ve tesis sayısı kısıtlı iki aşamalı stokastik programlama modeli önerilmiştir. Bu modellerin çözümünde GAMS 23.5.1/CPLEX 12.2 optimizasyon programı kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Costantino vd. (2014) yaptıkları bu çalışmada bir çok kriterli karar verme yöntemi olan Analitik Ağ Süreci (AAP)'yi kullanarak lojistik dağıtım ağ tasarımının seçimini ve değerlendirilmesini yapmışlardır.

Özer (2014) çalışmasında otomotiv sektöründe çok amaçlı ağ tasarımı probleminde çok kriterli karar verme yöntemleri hedef programlamayı birlikte kullanmıştır.

Neumüller vd. (2015) yaptıkları çalışmada dağıtım merkezi seçiminde sosyal, ekonomik ve sürdürülebilirlik kriterlerinin birleştirilmesini öngören bir metot önermişlerdir. Yöntemde Analitik Ağ Süreci yöntemi(AAP) kullanılmıştır.

Küreselleşen dünyada müşterinin talep ettiği ürüne istediği zaman ve mekanda ulaşmak istemesi sonucu, lojistik daha da önem kazanmıştır. Bunun sonucu olarak, lojistik alanında yapılan çalışmalarda ciddi bir artış olduğu gözlenmiştir.

Yapılan literatür taraması sonucu, lojistik ağ tasarımı problemlerinin birbirinden çok farklı unsurları içerdiği ve bunların değişik yaklaşımlarla ve modellerle ifade edildiği gözlemlenmiştir. Lojistik problemlerinin bu kadar değişik metotlarla ifade edilmesinde sebep olarak her işletmenin sahip olduğu imkan ve kabiliyetlerinin birbirinden çok farklı olması gösterilebilir. Ağ tasarımı problemlerinde dikkat çeken bir belirsizlik de lojistik ve tedarik zinciri

kavramlarının birbirine karıştırılmasından kaynaklanmaktadır. Bu kavramlar, bazı çalışmalarda aynı tür problemleri ifade etmek için kullanılırken diğer bazı çalışmalarda ise, lojistik ağ tasarımı problemlerini de içine alan, daha kapsamlı bir problem yapısı için tedarik zinciri ağ tasarımı tanımlaması yapılmaktadır.

4. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

Tarihteki en ilkel topluluklardan bugünkü modern topluluklara kadar, gerek topluluk gerekse bu toplulukta bulunan bireyler çeşitli durumlarda karar verme durumunda kalmışlardır. Başka bir deyişle, karar verme ve bu sonucu doğuracak süreç hakkında zihinsel faaliyette bulunmak insan hayatında bir vazgeçilmezdir (Harcar,1992). Ulaşılmak istenen amacı birden fazla parametrenin belirlediği ve seçim için dikkate alınacak alternatiflerin her birinin kendine özgü avantajlarının bulunduğu durumlarda karar verme işi çok karışık bir durum olduğundan, böyle durumlarda kararı verecek olan kişi ya tüm bu kararsızlık probleminden kurtulmak için doğru olup olmadığını dikkate almadan bir karara varacak; ya da uzun ve rasyonel olmayan analizler sonunda kuşku içerisinde bir karara varmış olacaktır. Karar verme süreçlerinde yaşanan tüm bu problemlerin önüne geçmek maksadıyla çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri geliştirilmeye başlanmıştır. (Herişçakar, 1999).

Günümüzde ÇKKV problemleri hayatın her alanında her an karşımıza çıkmaktadır. Bir ev satın alma probleminde hangi evin satın alınacağı kararı, mağaza yeri seçimi, tedarikçi seçimi gibi problemler çok kriterli karar verme problemlerine örnek olarak verilebilir. Bu örneklerde olduğu gibi ÇKKV problemlerinde karar verici daima birden çok alternatifle karşı karşıya kalmaktadır. Farklı kriterlere göre değerlendirmeler yaparak kendisine göre en uygun çözümü tercih etmektedir (Saat, 2000).

ÇKKV problemlerinden olan AHS'de, ilk olarak amaç ortaya konur ve bu amaç doğrultusunda kriterler oluşturulur. Bundan sonra her bir kriter için alternatifler meydana getirilir. Sonuç olarak karar için hiyerarşik bir yapı belirlenmiş olur (Scholl, vd. 2005). İkili karşılaştırmalar aşaması ise AHS'nin ikinci temel adımını oluşturmaktadır. İkili karşılaştırma terimi iki faktörün/kriterin birbirlerine göre değerlendirilmesi anlamına gelmektedir ve bu aşama karar vericinin yargısına dayanmaktadır. AHS'nin bu aşamasının

amacı, hiyerarşideki elemanların bir üst kademedeki elemana göre göreli önemlerinin belirlenmesidir (Chandran vd. 2005).

AHS; Analitik, Hiyerarşi ve Proses olmak üzere üç temel kavramdan oluşmaktadır.

Analitik: Analitik karar verme, sorunların hiyerarşik bir biçimde anlamlı daha alt bölümlere ayrıştırılarak daha etkin çözümlenebileceği esasına dayanır. Analitik, sorunlara temel bilim teori ve yöntemleri altında, matematiksel ve mantıksal yaklaşımlarla yanıt aramak anlamına gelmektedir. Analitik çözümde sadece matematiğin değil iktisat teorisinin de temel kuralları kullanılmaktadır. Sonuç olarak bu yöntemle alınmış olan kararların kabul görme ve anlaşılma olasılığı daha yüksektir.

Hiyerarşi: İnsan beyninin karmaşık durumları nasıl çözümlediğini gösteren bir model olan AHS'de hiyerarşi, kişinin sorunu anlayışına bağlı olarak amaçlar, kriterler, alt kriterler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi karakterize eder. Çok karmaşık olan bir problemin basit, anlaşılır bir hiyerarşik yapıda ifade edilmesi de karar vericinin hiyerarşiyi oluşturan her bir öğeyi sistematik bir şekilde çözümleyerek sentez etmesinde ve birbirinden bağımsız olarak tek tek değerlendirmesinde kolaylık sağlar.

Proses: Karar probleminin belirlenmesinden çözümlenmesine kadar geçen tüm karar verme süreci aşamalarını ifade eder. Bilindiği üzere çok kriterli karar problemleri ayrıntılı bir araştırma, tartışma, öğrenme ve kişinin önceliklerini ortaya çıkarma sürecini kapsar. Saaty'e göre AHS, bu süreçte karar vericiye yardım etmek ve süreci kısaltmak için kullanılır (Aydın, 2008).
Saaty AHP'nin temelini meydana getiren 4 temel aksiyom tanımlamıştır.

Aksiyom 1

Terslik Koşulu: Karar verici, ikili karşılaştırmalar yapabilmeli ve tercihlerinin derecesini belirleyebilmelidir. Bu tercihlerin derecesi terslik koşulunu yerine getirmektedir. Eğer A, B'nin w katı olarak tercih ediliyorsa, B'nin A'ya göre tercih derecesi 1 /w olmaktadır.

Aksiyom 2

Homojenlik: Bu aksiyom benzer öğelerin karşılaştırılabilmesi için gereklidir. Örneğin bir pirinç tanesi ile karpuzu büyüklüğü açısından karşılaştırmayız. Bundan dolayı karşılaştırılan öğeler homojen olmadığı zaman öğelerin kümelenmesi gerekmektedir.

Aksiyom 3

Bağımsızlık: Tercihler ifade edildiğinde, kriterlerin alternatiflerden bağımsız olduğu varsayılır.

Aksiyom 4

Beklentiler: Beklentilerle uyuşması beklenen sonuç için tüm fikirlerin hiyerarşide yer alması gerekir (Saaty, 1986).

AHS birbirinden farklı birçok problemde kullanılabilecek bir metottur ve özellikle birden fazla kriterin olduğu karmaşık ve girift durumlarda seçenekler arasından seçim yapabilmemize yardımcı olmaktadır.

AHS, geliştirildiği 1970'li yıllardan günümüze kadar çok çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Bunlara örnek olarak pazarlama, hayvancılık, bilgi teknolojilerinin seçimi, nükleer teknoloji, üretim, satış, matematik, çevre bilimleri, askeri bilimler, havacılık, satın alma ve daha birçok alanın dahil edilmesi mümkündür. (Kadak 2006).

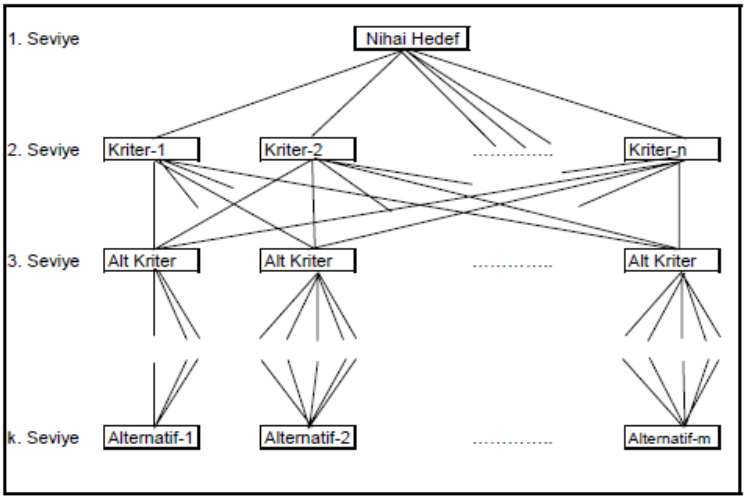
Bali ve Gencer (2005) Kara Harp Okuluna öğretim elamanı seçiminde, Teymur ve Tüzüner (2006) ilaç firmasına satış mümessili seçiminde, Yüksel ve Akın (2006) işletmelerde strateji belirlemesini, Eleren (2007) beyaz eşya sektöründe, Palaz ve Kovancı (2008) Türk Deniz Kuvvetleri için denizaltı seçimi probleminde, Gencer vd. (2008) tarafından Türk Silahlı Kuvvetleri için hafif makineli tüfek seçimi probleminde, Aydın vd. (2009) Ankara'da optimal hastane yeri seçiminde, Sarucan vd. (2010) rüzgar türbini seçiminde, Özmen ve Birgün (2011) radyo frekansı ile tanımlama sistemi seçiminde, Şengül vd. (2012) bulanık AHS ile belediyelere toplu taşıma araç seçiminde, Özbek ve Eren (2013) üçüncü parti lojistik firması seçiminde, Koyuncu ve Özcan (2014) otomotiv sektörüne personel seçiminde, Davras ve Karaatlı (2014) otel işletmelerinde tedarikçi seçimi sürecinde, Bayhan ve Bildik (2014) akıllı telefon seçiminde, Acun ve Eren (2015) Spor Toto Süper Liginde forvet oyuncularının performanslarının değerlendirilmesinde analitik hiyerarşi süreci metodunu kullanmışlardır.

AHS'nin Aşamaları

Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması:

Bu aşama, karar hiyerarşisinin kurulması anlamındadır. Önce amaç ortaya konur, daha sonra bu amaca uygun olarak belirlenen kriterlere bağlı olarak alt kriterler tespit edilir. Böylece problem tanımlanarak, karar vericinin varmak istediği amaç tanımlanmış olmaktadır (Kuruüzüm, 2001).

Amaç, kriterler ve alternatifler yapısındaki bir problemi şematik olarak Şekil 4.1.'deki (Zahedi, 1986) gibi ifade etmek mümkündür (Saaty, 1994).



Şekil 4.1. AHS Modeli için Hiyerarşi Yapısı

Adım 2: Önceliklerin Belirlenmesi:

Karar verme sürecinde problem hiyerarşik bir model şeklinde ifade edildikten sonra hiyerarşiyi oluşturan elemanlar karşılaştırılarak birbirlerine göre üstünlüklerinin veya ağırlıklarının tespit edilmesi gerekmektedir. Önceliklendirme; bir dizi soru-cevap yardımı ile her seviyedeki elemanlar arasında oluşturulan ikili karşılaştırmalar ile elemanların birbirlerine göre önemlerinin belirlenerek, bu önemlerin genel amaca olan katkısının belirlenmesidir (Keçek ve Yıldırım, 2010).

Adım 3: İkili Karşılaştırma Matrisi:

Hiyerarşik yapı içindeki kriterlerin ikili olarak birbirleriyle karşılaştırılmasını ifade etmektedir. Birbirlerinden farklı kriterler Çizelge 4.1.'de (Saaty, 1990). gösterildiği şekliyle ikili karşılaştırmalar yapılarak bir matris oluşturulur. Matristeki wi / wj amaca ulaşmak için i kriterinin j kriterinden ne kadar daha önemli olduğunu göstermektedir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki matris değerleri 1 değerini almaktadır (i=j) (Vargas, 1990).

Çizelge 4.1. Kriterler için İkili Karşılaştırmalar Matrisi Oluşturulması

	Kriter 1	Kriter 2…	Kriter j
Kriter 1	w1/w1	w1/w2	w1/wj
Kriter 2…	w2/w1	w2/w2	w2/wj
Kriter j	wj/w1	wj/w2	wj/wj

Matematiksel olarak bu ilişki; wi / wj = aij (i,j = 1,2,….,n) (wi: i.nci alternatifin ağırlığı, wj: j.nci alternatifin ağırlığı) ile ifade edilir. A ikili karşılaştırmalar matrisi, aşağıdaki gibi gösterilebilir:

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

Hiyerarşi n tane kriter içeriyorsa, toplam n(n-1)/2 adet ikili karşılaştırma yapılmalıdır. Öznel olan değerlendirmelerde, Çizelge 4.2.'de (Saaty, 1980) verilen değerler kullanılarak ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilir (Günden ve Miran, 2008).

Çizelge 4.2. Analitik Hiyerarşi Sürecinde Kullanılan Ölçek

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önem	Her iki elemanın da bir üst seviyedeki kritere katkısı eşit düzeydedir.
3	Az Önem	Tecrübe ve yargı bir elemanın diğer elemana göre biraz daha önemli olduğunu belirtir.
5	Yüksek Önem	Tecrübe ve yargı bir elemanın diğer elemana göre oldukça önemli olduğunu ifade etmektedir.
7	Çok Yüksek Önem	Tecrübe ve yargı bir elemanın diğer elemana göre çok önemli olduğunu belirtmektedir.
9	Son Derece Önemli	Bir eleman diğer elemana göre mutlak önem derecesine sahiptir.
2,4,6,8	Ara Değerler	İki eleman arasındaki önem derecesini yukarıdaki belirtilmiş olan değerler tam olarak ifade edemediği zaman kullanılırlar.

Adım 4: Öncelik Vektörünün Oluşturulması:

Bu aşamaya sentezleme aşaması da denilmektedir. Ağırlık veya öncelik vektörlerinin hesaplanabilmesi için ilişki matrislerinin normalleştirilmesi gerekmektedir. Normalleştirme işlemi her bir sütun değerinin ayrı ayrı ilgili sütun toplamına bölünmesi ile gerçekleştirilir. Bundan sonra normalleştirilmiş matrisin satır değerlerinin ortalamasının alınması ile her bir kriter, alt kriter ve alternatifin ağırlıkları veya öncelik vektörü elde edilmiş olur. Kriterlerin her biri için, bir alt seviyesini oluşturan alternatiflerin ikili karşılaştırmalar matrisinden ilgili kriterin öz vektörü (öncelik vektörü) tespit edilir. Bir üst seviyede yer alan kriterlerin ağırlık vektörleri elde edilmiş olan öncelik vektörleri ile çarpılarak en üst seviyede olan amaç için genel öncelik vektörü bulunmuş olur (Yılmaz, 2000).

Adım 5: Tutarlılık Oranının Hesaplanması:

Saaty tarafından ikili karşılaştırma işleminin tutarlılığını ölçmek için "Tutarlılık Oranı" kavramı ortaya konulmuştur. Bu oranın bulunmasında, elde edilen değer için üst limit 0.10 olarak değerlendirilmiştir. Tutarlılık oranının 0.10'dan daha büyük bir değer çıktığı durumlarda, bu ikili karşılaştırmaların doğru olarak yapılamadığı anlamına gelmektedir. Bundan sonra yapılması gereken şey karşılaştırma matrisinin tekrar düzenlenmesidir (Saaty, 1994). Tutarlılık analizinde amaç sadece "A, B'den daha önemli, B'de C'den daha önemli ise A C'den de önemlidir" şeklinde bir ifade elde etmek değildir. Burada ki asıl amaç, önem düzeylerinin sayısal olarak ifade edilerek oransal bir takım değerlere ulaşmaktır (Saaty ve Özdemir, 2003).

Tutarlılık oranı altta gösterildiği şekliyle hesaplanabilmektedir.

Tutarlılık Oranı: Tutarlılık Göstergesi / Rassallık Göstergesi

Rassallık göstergesi değerleri Çizelge 4.3.'de (Miroslaw ve Ewa, 2004). gösterilmiştir. Rassallık göstergesi en çok 15 boyutlu matrisler için hesaplanmaktadır.

Çizelge 4.3. Rassallık Göstergesi Değerleri

n	Rassallık Göstergesi	n	Rassalık Göstergesi	n	Rassalık Göstergesi
1	0	6	1,24	11	1,51
2	0	7	1,32	12	1,48
3	0,58	8	1,41	13	1,56
4	0,9	9	1,45	14	1,57
5	1,12	10	1,49	15	1,59

Adım 6: Nihai Sıranın Belirlenmesi:

Bu aşamada hiyerarşinin en alt düzeyinde işleme alınacak seçenekler bulunmaktadır. Bu nedenle seçeneklerin her alt kriter bazında ikili karşılaştırmaları yapılmaktadır. Daha sonra bütün ağırlıklar birleştirilerek seçeneklerin genel ağırlıkları belirlenir (Keçek ve Yıldırım, 2010).

Adım 7: Duyarlılık Analizi:

AHS'nin bu aşamasında, alternatiflerin sıralamasının ve nihai kararın, yargılardaki değişikliklere karşı ne kadar duyarlı olduğu analiz edilmektedir. İkili karşılaştırmaların oluşturulmasında yargıların kişiden kişiye göre farklılık gösterebileceği veya kişilerin düşüncelerinin zamanla farklılaşabileceği dikkate alınmaktadır (Keçek ve Yıldırım, 2010).

5. HEDEF PROGRAMLAMA

Nasıl ki her insanın amacı birbirinden farklı olabildiği gibi iktisadi manada da yatırımcılar farklı amaçlar hedefleyebilmektedirler. Amaçlar işletmelerin yer aldıkları sektörlere ve beklentilerine göre değişiklik gösterebilir. Bazı firmalar maksimum kar hedefiyle çalışırken, bazısı da minimum maliyet politikası belirlemiştir. Bazısı ise bu amaçlardan sadece birini başarmak yerine birden fazla amacı başarmayı hedeflemektedir (Öztürk, 2007). Çelişkili amaçların mevcudiyetinde doğrusal programlamanın bu tip problemleri çözmede yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Doğrusal programlamanın uzantısı olan Hedef Programlama ile karar verici karşısına çıkan çok amaçlı problemlerin çözümünü gerçekleştirebilmektedir (Rıfai, 1996).

Doğrusal Programlamada problemin tek bir amacı vardır ve bu amaca yönelik programın sunduğu çözüm de tektir, hedef programlamada ise birden fazla hedefe ulaşılmaya çalışılır (Schneiderjans, 1994). Hedef Programlama doğrusal programlamanın özel şeklidir. Hedef Programlama, doğrusal programlamada olduğu gibi amaç fonksiyonunu maksimize veya minimize etmek yerine hedefler arasındaki sapmaların minimizasyonunu gerçekleştirir. Bu sapmalar her bir hedefin arzu edilen seviyelere yakınlığını göstermektedir (Lee ve Moore 1975). Hedef programlama ile doğrusal programlamanın kıyaslanması Çizelge 5.1.'de (Sarıay, 2012) gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Hedef programlama ile doğrusal programlamanın kıyaslanması

Özellikler	Doğrusal Programlama	Hedef Programlama
Çözüm Yaklaşımı	Optimizasyonluk Prensibi	Tatmin Olma Prensibi
Karar Ortamı	Tek Bir Amaç Fonksiyonu (Tek Boyutlu)	Çok Boyutlu Çoklu alt hedefli tek amaçlı Çoklu alt hedefli çok amaçlı
Çözüm Kümesi	Tek bir çözüm	Çoklu çözüm bölgesi
Eklenen Karar Değişkenleri	Yapay değişkenler	Pozitif ve negatif sapma değişkenleri

Hedef Programlamayı diğer eniyileme metodlarından ayıran en temel özellik Herbert Simon tarafından ortaya konulan optimizasyona alternatif olan "tatminkarlık" felsefesine bağlı olmasıdır. Bu öneride yöneticiler amaç fonksiyonlarını maksimize yapmaya çalışmazlar, çünkü ihtilaflı amaçlar ve yönetimsel tercihler nedeniyle bunu matematiksel olarak gerçekleştirmek çok zordur. Yöneticiler bu nedenlerden dolayı hedeflerini en yakın değerde gerçekleştirmeye çalışırlar (Ignizio ve Romero 2003).

5.1. Hedef Programlamada Kullanılan Kavramlar

Amaç; karar vericilerin taleplerini genel olarak ifade eden kavramdır.

Amaç fonksiyonu; herhangi bir amaç için belirlenen hedeften sapmaları minimize eden fonksiyona denir.

Hedef; amaçların somutlaştırılarak sayısal bir değer olarak tanımlanmış olan haline denilmektedir.

Hedef kısıtları; ulaşılmaya çalışılan hedef değerlerini ifade ederler. Sistem kısıtları kadar katı ve kesin değildirler. Sistem kısıtlarının çözümü gerçekleştirildikten sonra hedef kısıtlarının başarılması hedeflenir.

Sistem Kısıtları; herhangi bir sapma olmadan gerçekleştirilmesi gereken, karar değişkenlerinde yer alan kısıtlayıcılardır. Modelin çözümünde öncelikle gerçekleştirilmesi gereken kısıtlardır.

Karar Değişkenleri; karar verici tarafından değeri bulunmak istenen bilinmeyenler olarak ifade edilir ve x_i ile gösterilir.

Sapma değişkenleri; karar verici tarafından hedeflenmiş olan başarı düzeyi ile gerçekleşen başarı arasındaki farka karşılık gelir. Sapma değişkenleri sıfırdan küçük bir değer alamazlar. Hedef tam anlamıyla sağlanmışsa her iki sapma değişkeninin değeri sıfırdır. Hedefin altında bir başarı gerçekleşmiş ise negatif sapma, hedefin üzerinde bir başarı sağlanmışsa pozitif sapma meydana gelir. Sapma değişkenleri d_i^+ ve d_i^- ile gösterilir.

Sağ taraf sabitleri; modeldeki eşitlik veya eşitsizliklerin sağ tarafında yer alan kaynak miktarı olarak ifade edilir ve b_i ile gösterilir.

5.2. Hedef Programlamanın Varsayımları

Hedef programlama kullanılarak oluşturmak istediğimiz çözüm için kabul edilmesi gereken varsayımlar aşağıda belirtilmiştir.

Varsayım 1

Doğrusallık: Bu varsayım göre girdiler ve çıktılar arasında oransal bir ilişki olduğu kabul edilmektedir. Buna göre denklemde girdilerin arttığı oranda çıktılar da artmakta, aynı şekilde girdilerde meydana gelen azalma oranında çıktılarda da azalma gerçekleşmektedir.

Varsayım 2

Toplanabilirlik: Farklı işlemlerde kullanılan kaynakların toplamının her bir işlem için girdilerin ayrı ayrı toplamına eşitliği olarak tanımlanır.

Varsayım 3

Sınırlılık: Problemde kullanılan kaynaklar kısıtlı olduğunu ifade eder.

Varsayım 4

Negatif Olmama: Bu varsayım modelde kullanılan bütün değişkenlerin değerlerinin sıfır veya sıfırdan büyük olması gerektiğini belirmektedir.

Varsayım 5

Amaçlara Öncelik: Karar vericinin modelde amaçlar arasında sıralama yapmasıdır. Buna göre karar vericiye göre en önemli amaç P_1, daha sonraki önem derecesindeki amaçlar sırasıyla P_2,P_3, P_4…olarak adlandırılır.

Literatürde birçok farklı sınıflandırması mevcut olan hedef programlamanın uygulamada en çok karşılaşılan türleri öncelikli ve ağırlıklı hedef programlamadır. Yapmış olduğumuz çalışmada öncelikli hedef programlama kullanılmıştır.

5.3. Öncelikli Hedef Programlama

Öncelikli hedef programlama, Lexicographic Hedef Programlama veya Priemtive Goal Programming olarak da adlandırılır. Burada, belirlenen hedeflere ilişkin hiyerarşik bir yapının meydana getirilmesi ve hedeflerin en önemliden daha az önemliye doğru sıralanması söz konusudur (Karayeğit, 2010). Karar vericinin hedefler arasındaki sıralaması $P_1 \gg P_2 \gg P_3 \gg P_4 \ldots \gg P_n$ şeklinde gösterilir.

Öncelikli çok hedefli programlama yöntemi önem derecelerine göre hedeflerin sıralanmasıyla başlar. Model daha sonra, yüksek öncelikli hedefin optimum değerinin düşük öncelikli hedef tarafından kötüleştirilmesine izin verilmeyecek şekilde her seferinde sıradaki hedef için en iyi sonucu bulur (Öztürk, 2007).

Öncelikli Hedef Programlamanın Matematiksel Formülasyonu

Değişkenler:

x_j : j. karar değişkeni

A_{ij} : i. hedefin j. karar değişkeni katsayıları

b_i : i. hedef için hedeflenen değer

d_i^+ : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

d_i^- : i. hedefin negatif sapma değişkeni

Amaç Fonksiyonu

Min z = $\sum_{i=1}^{m} P_n(d_i^- + d_i^+)$ $P_1 \gg P_2 \gg P_3 \gg P_4 \ldots \gg P_n$

Kısıtlar

$\sum_{j=1}^{n} A_{ij}x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i$

$d_i^+, d_i^-, x_j \geq 0$ i=1,2,…,m j=1,2,…,n

Hedef programlama tekniğinden yararlanılarak birbirinden çok farklı alanlarda çalışmalar yapılmıştır. Bunlar;

Wuttipornpun vd. (2005) malzeme ihtiyaç planlaması probleminde, Akyüz (2006) portföy optimizasyonunu bulmada, Eskimez (2006) bankalarda sıra yönetim sistemi verimliliğini değerlendirmede, Demirtaş ve Üstün (2007) tedarikçi seçimi ve en uygun sevkiyat miktarı belirleme problemlerinde, Tsai ve Hsu (2008) sosyal sorumluluk projeleri seçiminde, Özcan ve Toklu (2009) çift taraflı montaj hattı dengeleme probleminde, Paksoy ve Chang (2010) tedarik zinciri ağ tasarımı probleminde, Körpeli vd. (2012) Kırıkkale Üniversitesi yemekhanesinde menü planlamasında, Bağ vd. (2012) hemşire çizelgeleme probleminde, Orhan vd. (2012) uçak rotalama ve bakım planı çizelgelemesinde, Sofyalıoğlu ve Öztürk (2013) tedarik zincirinde en etkin dağıtım planlaması parametrelerini bulabilmede, Aksakal ve Dağdeviren (2015) personel atama probleminde hedef programlamayı kullanmışlardır.

Literatürde hedef programlama ile AHS metodunun birlikte kullanılmasıyla yapılmış olan bazı çalışmalar ise şunlardır;

Schniederjans vd. (1995) ise en iyi ev seçiminde, Badri (1999) kuruluş yeri seçiminde, Dağdeviren ve Eren (2001) tedarikçi firma seçiminde, Yurdakul (2004) bilgisayar tabanlı üretim teknolojisi seçiminde, Terzi vd. (2006) otomobil satın alma problemlerinde karar destek modelinin oluşturulmasında, Bertolini ve Bevilacqua (2006) rafinerilerdeki pompaların sürekliliğini sağlanması üzerine en iyi stratejiyi geliştirmek üzere, Chuang vd. (2007) Tayvan'daki bir hastanede görev yapan hemşirelere optimum çalışma sürelerinin bulunmasında, Girginer ve Kaygısız (2009) istatistiksel yazılım seçiminde, Bulmuş (2010) Sivas iline en uygun tarımsal sektörlerin belirlenmesinde, Jung (2011) bütünleşik üretim planlama problemlerinde Karaatlı ve Davras (2014) tedarikçi seçiminde, Öztürk (2015) tesis yeri seçimi problemlerinde analitik hiyerarşi süreci/bulanık analitik hiyerarşi süreci metodu ile hedef programlama yöntemlerini birlikte kullanmışlardır.

6. UYGULAMA

Uygulama kapsamında gıda sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın depo yeri seçim süreci analiz edilecektir. Uygulamada gıda ürünlerinin lojistik ağ tasarımı probleminde analitik hiyerarşi süreci ve hedef programlama metodu kullanılarak model oluşturulmuştur. Modelin oluşturulmasında William HO'nun 2007'de yayınlanan çalışmasından esinlenilmiştir. Modelde lojistik ağ tasarımı probleminde depo seçimi incelenmiştir. Depo seçimi iki aşamada ele alınmıştır. İlk aşamada depoların ağırlıkları belirlenen kriterlere göre Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ile bulunmuştur. İkinci aşamada ise öncelikli hedef programlama ile çözüme ulaşılmıştır.

Uygulama yapılan firma Doğu Anadolu Bölgesinde peynir üretimi gerçekleştirmektedir. Firma üretmiş olduğu peynirlerin tüketiciye/ perakendeciye en kısa sürede ve en uygun şartlarda ulaşmasını istemektedir. Problemde öncelikli hedef programlama kullanılmış ve modelde on farklı hedef yer almıştır. Firma Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde yedi farklı depo alternatifi arasından seçim yapmak istemektedir. Firmamız bu amacı gerçekleştirirken asıl pazar payını oluşturan yirmi adet müşteriye ait taleplerin tam olarak karşılanmasını istemektedir. Firmanın sahip olduğu depo alternatiflerinin ceza maliyetine maruz kalmaması için kullanması gereken minimum kapasite kullanım miktarları bulunmaktadır. Ayrıca belirli bir miktardan fazla depolama imkanına izin vermeyen maksimum kapasite kullanım miktarları belirtilmektedir. Firmanın en önemli önceliklerinden biri de seçilen depoların sahip oldukları maksimum kapasitelerinin üzerine çıkmamalarıdır. Firmanın ikinci sıradaki önceliği de seçilecek depoların sabit maliyelerinin toplamının 20.000 TL'yi aşmamasıdır. Diğer bir hedef de seçilen depolarda ceza maliyetine izin verilmemesidir. Ceza maliyeti ise deponun minimum kapasitesinden de az kullanılmasıdır. Daha sonra sırayla yedi tane deponun öncelikleri amaç fonksiyonunda hedef olarak yer almaktadır.

Yapılan uygulamada ilk önce depo yeri seçimi için kriterler belirlenerek, bunların birbirlerine göre önem dereceleri oluşturulmuştur. Daha sonra seçimi yapılacak depoların ağırlıkları Analitik Hiyerarşi Süreci ile hesaplanmıştır. Elde edilen değerler öncelikli hedef programlama yönteminde kullanılmıştır.

Firmamızın açmak istediği depolar için belirlemiş olduğu kriterler Çizelge 6.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.1. Depo Yeri Seçimi Kriterleri

No.	Kriterler
1	Toplam Teslimat Süresi
2	Toplam Lojistik Maliyeti
3	Siparişin Karşılanma Güvenilirliği
4	Çevre Güvenliği
5	Pazara Yakınlık
6	Üretim Yerine Yakınlık
7	Kapasite esnekliği

Çizelge 6.1'de verilen kriterlerin açıklamaları aşağıda belirtilmiştir.

Toplam Teslimat Süresi: Üretimi gerçekleştirilen ürünün tüketiciye/perakendeciye ulaşması için geçen toplam zamanı ifade etmektedir. Bu kriterin müşteri memnuniyeti ve pazarda rekabet edebilme açısından önemi yüksektir.

Toplam Lojistik Maliyeti: Bu kriter firmanın gerçekleştirmiş olduğu sevkiyatın (fabrikadan tüketiciye) maliyeti olarak değerlendirilmiştir. İşletmelerin amacı kar etmek olduğu üzere bu kriterin de önem derecesi yüksektir.

Siparişin Karşılanma Güvenilirliği: Firmaya gelen siparişlerin karşılanma yüzdesi o firmanın pazar payını ve pazardaki rekabet gücünü doğrudan etkileyen faktörlerdendir. Bu kriter ile firmaya gelen taleplerin ne kadar sürede ve hangi oranda karşılanacağı analiz edilmektedir.

Çevre Güvenliği: Depo yeri seçiminde tanımlamış olduğumuz çevre güvenliği kriteri seçilecek olan deponun çevresel güvenliğini ifade etmektedir. Çevresel güvenlik konusunu açıklayacak olursak, seçilecek deponun bulunduğu bölgedeki terör olayları(kundaklama, sabotaj vb.), hırsızlık vakaları ve doğal afetlere karşı dayanıklılığı (deprem, sel, yangın vb) olarak belirtebiliriz.

Pazara Yakınlık: İşletme seçeceği deponun tüketiciye yakın olmasını istemektedir. Bu sayede muhtemel siparişleri karşılayabilmeyi amaçlamaktadır.

Üretim Yerine Yakınlık: Firmamız gıda sektöründe ve özellikle peynir üretiminde faaliyet gösterdiği için ürünlerin bozulmadan soğuk hava zinciri kırılmadan depolara ulaştırılması gerekmektedir. Bundan dolayı depo yeri seçiminde üretim yerine yakın olma bir kriter olarak belirlenmiştir.

Kapasite Esnekliği: Bu kriter üretimi ve siparişlerin karşılanma oranını etkileyen bir faktördür. Seçilecek depoların kapasitelerine göre pazarın taleplerine karşılık verilebilir. Burada dikkat edilecek olan husus; seçilecek deponun sabit maliyeti ile minimum kapasitesinin altına düştüğü zaman katlanacağı ceza maliyeti arasındaki orandır. Ayrıca belirlemiş olduğumuz depoların her birine ait maksimum kapasiteler de belirtilmektedir. Bu kriter ile bu oranlara göre depolar arasında karşılaştırma yapılmaktadır.

Uygulamada 7 deponun yukarıda bahsedilen kriterlere göre ağırlıkları AHS yöntemi ile bulunmuştur. İlk önce Çizelge 6.2.'de gösterildiği kriterlerin birbirlerine göre önem sıralamaları verilmiştir.

Çizelge 6.2. Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7
1	1,00	0,50	0,33	0,50	3,00	3,00	5,00
2	2,00	1,00	2,00	0,50	4,00	4,00	5,00
3	3,00	0,50	1,00	2,00	2,00	5,00	5,00
4	2,00	2,00	0,50	1,00	2,00	2,00	4,00
5	0,33	0,25	0,50	0,50	1,00	1,00	3,00
6	0,33	0,25	0,20	0,50	1,00	1,00	3,00
7	0,20	0,20	0,20	0,25	0,33	0,33	1,00

Oluşturulan İkili Karşılaştırmalar Matrisinde her bir hücre değeri bulunduğu sütun değerlerinin toplamına bölünerek Çizelge 6.3.'deki matris oluşturulur. Bu matris ile faktörlerin oransal değerleri bulunur.

Çizelge 6.3. Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımları

Kriterler	1	2	3	4	5	6	7
1	0,1128	0,1064	0,0704	0,0952	0,2250	0,1837	0,1923
2	0,2256	0,2128	0,4225	0,0952	0,3000	0,2449	0,1923
3	0,3383	0,1064	0,2113	0,3810	0,1500	0,3061	0,1923
4	0,2256	0,4255	0,1056	0,1905	0,1500	0,1224	0,1538
5	0,0376	0,0532	0,1056	0,0952	0,0750	0,0612	0,1154
6	0,0376	0,0532	0,0423	0,0952	0,0750	0,0612	0,1154
7	0,0226	0,0426	0,0423	0,0476	0,0250	0,0204	0,0385

Çizelge 6.3. üzerinde yer alan her bir satırın ortalaması alınarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Kriterlerin ağırlıkları Çizelge 6.4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.4. Kriterlerin Öncelik Vektörü

Kriterler	Ağırlıklar ($\mathbf{w_i}$)
Toplam Teslimat Süresi	0,1408
Toplam Lojistik Maliyeti	0,2419
Siparişin Karşılanma Güvenilirliği	0,2408
Çevre Güvenliği	0,1962
Pazara Yakınlık	0,0776
Üretim Yerine Yakınlık	0,0686
Kapasite esnekliği	0,0341

Kriterlerin öncelik vektörü (Çizelge 6.4.) oluşturulduktan sonra faktörlerin kıyaslanmasındaki tutarlılık ölçülür. Bunun için Çizelge 6.1. ile belirtmiş olduğumuz kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ile Çizelge 6.4.'de hesaplanan değerlerin matris çarpımı gerçekleştirilir ve çıkan sütun vektörü Çizelge 6.4.'e bölünerek lambda değeri hesaplanmıştır. Daha sonra tutarlılık göstergesi (CI) $CI = \frac{\lambda - n}{n-1}$ formülü ile bulunmuştur. Formülde n kriter sayısını ifade etmektedir. Son olarak tutarlılık oranı (CR), tutarlılık göstergesinin (CI) random göstergeye (RI) bölünerek elde edilir. Problemimizde RI değeri kriter sayımız yedi tane olduğu için 1,32 olarak alınmıştır. Sonuç olarak Tutarlılık Oranı (CR) = 0,0675 olarak bulunmuştur. Bu değer 0.10'dan küçük olduğu için sonucumuzun tutarlı olduğu gözükmektedir.

Yukarıda ayrıntılı bir şekilde anlatılan işlemleri her bir kriter için depoların birbirleriyle karşılaştırılmasına da uyguladığımızda depo yeri seçimi için çıkan sonuç Çizelge 6.5.'de verilmiştir.

Çizelge 6.5. Depoların Öncelik Vektörü

Depolar	Ağırlıklar ($\mathbf{w_i}$)
Depo 1	0,101243
Depo 2	0,124345
Depo 3	0,130715
Depo 4	0,148368
Depo 5	0,186344
Depo 6	0,123498
Depo 7	0,185487

Çizelge 6.5.'de çıkan sonucu yorumladığımızda 5 numaralı depo ile 7 numaralı deponun ağırlıklarının birbirine çok yakın olduğu ve bundan sonraki aşama olan öncelikli hedef programlamada öncelik sıralarının diğer depolara göre daha önde olacağı ortaya çıkmıştır. Geride kalan diğer depoların ağırlıklarının birbirlerine çok yakın olduğu gözlemlenmektedir.

Uygulamamızın ikinci aşamasında öncelikli hedef programlama ile çözüm gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada 7 tane depodan belirlenen 20 adet tüketiciye/perakendeciye olan lojistik faaliyeti incelenmiştir. Problemde yer alan parametreler için EK.1'e bakınız.
i= depo (m = 7 adet)
j= müşteridir. (n = 20 adet)

Modelimizde 4 tane karar değişkeni bulunmaktadır. Bunlar;

x_{ij}: i. depodan j. Müşteriye olan teslimatı ifade etmektedir.

$u_i = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$ değerlerini almaktadır. $u_i = 1$, i. depodan yapılan tahsisat miktarının o deponun minimum kapasitesinden az olduğu durumu, $u_i = 0$ ise aksi durumu ifade etmektedir.

$v_i = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$ değerlerini almaktadır. $v_i = 1$, i. deponun seçilmesi anlamına, $v_i = 0$ ise o deponun seçilmemesi anlamına gelmektedir.

$w_i = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}$ değerlerini almaktadır. $w_i = 1$ değerini, $u_i = v_i = 1$ olduğunda almaktadır.

Modelde kullanmış olduğumuz kısıtları sistem kısıtları, kaynak kısıtları ve AHS öncelik kısıtları olmak üzere üç ana başlık altında toplayabiliriz.

Sistem Kısıtları:

Bu kısıt seçilecek olan depo sayısının en fazla toplam depo sayısı kadar olabileceğini ifade etmektedir.

$$\sum_{i=1}^{m} v_i \leq m \quad (6.1)$$

$$v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5 + v_6 + v_7 \leq 7 \quad (6.2)$$

i. depodan müşterilere olan dağıtımın toplamı o deponun minimum kapasitesine eşit ya da minimum kapasitesinden fazla olmalı anlamına gelmektedir. Kısıtların açık formu 6.3 ile 6.10 arasındadır.

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} + Mu_{\text{i}} \geq q_{\text{i}}, \forall i \quad (6.3)$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} + x_{111} + x_{112} + x_{113} + x_{114} + x_{115} + x_{116} + x_{117} + x_{118} + x_{119} + x_{120} + 100000u_1 \geq 14 \quad (6.4)$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{210} + x_{211} + x_{212} + x_{213} + x_{214} + x_{215} + x_{216} + x_{217} + x_{218} + x_{219} + x_{220} + 100000u_2 \geq 23 \quad (6.5)$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + x_{310} + x_{311} + x_{312} + x_{313} + x_{314} + x_{315} + x_{316} + x_{317} + x_{318} + x_{319} + x_{320} + 100000u_3 \geq 20 \quad (6.6)$$

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} + x_{48} + x_{49} + x_{410} + x_{411} + x_{412} + x_{413} + x_{414} + x_{415} + x_{416} + x_{417} + x_{418} + x_{419} + x_{420} + 100000u_4 \geq 12 \quad (6.7)$$

$$x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} + x_{57} + x_{58} + x_{59} + x_{510} + x_{511} + x_{512} + x_{513} + x_{514} + x_{515} + x_{516} + x_{517} + x_{518} + x_{519} + x_{520} + 100000u_5 \geq 11 \quad (6.8)$$

$$x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} + x_{65} + x_{66} + x_{67} + x_{68} + x_{69} + x_{610} + x_{611} + x_{612} + x_{613} + x_{614} + x_{615} + x_{616} + x_{617} + x_{618} + x_{619} + x_{620} + 100000u_6 \geq 15 \quad (6.9)$$

$$x_{71} + x_{72} + x_{73} + x_{74} + x_{75} + x_{76} + x_{77} + x_{78} + x_{79} + x_{710} + x_{711} + x_{712} + x_{713} + x_{714} + x_{715} + x_{716} + x_{717} + x_{718} + x_{719} + x_{720} + 100000u_7 \geq 27 \quad (6.10)$$

Hangi depo/depoların seçileceğini belirten kısıtlardır, 6.11-6.18 arasındadır.

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} - Mv_{\text{i}} \leq 0, \forall i \quad (6.11)$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} + x_{111} + x_{112} + x_{113} + x_{114} + x_{115} + x_{116} + x_{117} + x_{118} + x_{119} + x_{120} - 100000v_1 \leq 0 \quad (6.12)$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{210} + x_{211} + x_{212} + x_{213} + x_{214} + x_{215} + x_{216} + x_{217} + x_{218} + x_{219} + x_{220} - 100000v_2 \leq 0 \quad (6.13)$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + x_{310} + x_{311} + x_{312} + x_{313} + x_{314} + x_{315} + x_{316} + x_{317} + x_{318} + x_{319} + x_{320} - 100000v_3 \leq 0 \quad (6.14)$$

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} + x_{48} + x_{49} + x_{410} + x_{411} + x_{412} + x_{413} + x_{414} + x_{415} + x_{416} + x_{417} + x_{418} + x_{419} + x_{420} - 100000v_4 \leq 0 \quad (6.15)$$

$$x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} + x_{57} + x_{58} + x_{59} + x_{510} + x_{511} + x_{512} + x_{513} + x_{514} + x_{515} + x_{516} + x_{517} + x_{518} + x_{519} + x_{520} - 100000v_5 \leq 0 \quad (6.16)$$

$$x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} + x_{65} + x_{66} + x_{67} + x_{68} + x_{69} + x_{610} + x_{611} + x_{612} + x_{613} + x_{614} + x_{615} + x_{616} + x_{617} + x_{618} + x_{619} + x_{620} - 100000v_6 \leq 0 \quad (6.17)$$

$$x_{71} + x_{72} + x_{73} + x_{74} + x_{75} + x_{76} + x_{77} + x_{78} + x_{79} + x_{710} + x_{711} + x_{712} + x_{713} + x_{714} + x_{715} + x_{716} + x_{717} + x_{718} + x_{719} + x_{720} - 100000v_7 \leq 0 \quad (6.18)$$

Hangi depo/depoların ceza maliyeti ödeyeceğini belirten kısıtlardır, 6.19-6.26 arasındadır.

$$w_i - u_i - v_i = -1, \forall i \quad (6.19)$$

$$w_1 - u_1 - v_i = -1 \quad (6.20)$$

$$w_2 - u_2 - v_2 = -1 \quad (6.21)$$

$$w_3 - u_3 - v_3 = -1 \quad (6.22)$$

$$w_4 - u_4 - v_4 = -1 \quad (6.23)$$

$$w_5 - u_5 - v_5 = -1 \quad (6.24)$$

$$w_6 - u_6 - v_6 = -1 \quad (6.25)$$

$$w_7 - u_7 - v_7 = -1 \quad (6.26)$$

Kaynak Kısıtları:

P_1 önceliğinin ilk kısmında i. depodan yapılan dağıtım miktarının toplamı o deponun maksimum kapasitesine eşit olması için sapma değerlerinin minimize edilmesi isteniyor ve bu kısıtların açık formu 6.28-6.34'dür.

Öncelik 1 (P_1) :

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} - d_i^+ + d_i^- = Q_i, \forall i \tag{6.27}$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{110} + x_{111} + x_{112} + x_{113} + x_{114} + x_{115} + x_{116} + x_{117} + x_{118} + x_{119} + x_{120} - d_1^+ + d_1^- = 42 \tag{6.28}$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{210} + x_{211} + x_{212} + x_{213} + x_{214} + x_{215} + x_{216} + x_{217} + x_{218} + x_{219} + x_{220} - d_2^+ + d_2^- = 55 \tag{6.29}$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + x_{310} + x_{311} + x_{312} + x_{313} + x_{314} + x_{315} + x_{316} + x_{317} + x_{318} + x_{319} + x_{320} - d_3^+ + d_3^- = 60 \tag{6.30}$$

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} + x_{48} + x_{49} + x_{410} + x_{411} + x_{412} + x_{413} + x_{414} + x_{415} + x_{416} + x_{417} + x_{418} + x_{419} + x_{420} - d_4^+ + d_4^- = 50 \tag{6.31}$$

$$x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} + x_{57} + x_{58} + x_{59} + x_{510} + x_{511} + x_{512} + x_{513} + x_{514} + x_{515} + x_{516} + x_{517} + x_{518} + x_{519} + x_{520} - d_5^+ + d_5^- = 38 \tag{6.32}$$

$$x_{61} + x_{62} + x_{63} + x_{64} + x_{65} + x_{66} + x_{67} + x_{68} + x_{69} + x_{610} + x_{611} + x_{612} + x_{613} + x_{614} + x_{615} + x_{616} + x_{617} + x_{618} + x_{619} + x_{620} - d_6^+ + d_6^- = 35 \tag{6.33}$$

$$x_{71} + x_{72} + x_{73} + x_{74} + x_{75} + x_{76} + x_{77} + x_{78} + x_{79} + x_{710} + x_{711} + x_{712} + x_{713} + x_{714} + x_{715} + x_{716} + x_{717} + x_{718} + x_{719} + x_{720} - d_7^+ + d_7^- = 65 \tag{6.34}$$

P_1 önceliğinin ikinci kısmında ise her bir müşterinin talebinin tam olarak karşılanması beklenmektedir. Bu kısıtlar 6.35-6.55 arasındadır.

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} - d_{j+m}^{+} + d_{j+m}^{-} = D_j, \forall j \tag{6.35}$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} + x_{61} + x_{71} - d_8^{+} + d_8^{-} = 10 \tag{6.36}$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} + x_{62} + x_{72} - d_9^{+} + d_9^{-} = 7 \tag{6.37}$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} + x_{63} + x_{73} - d_{10}^{+} + d_{10}^{-} = 11 \tag{6.38}$$

$$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} + x_{54} + x_{64} + x_{74} - d_{11}^{+} + d_{11}^{-} = 14 \tag{6.39}$$

$$x_{15} + x_{25} + x_{35} + x_{45} + x_{55} + x_{65} + x_{75} - d_{12}^{+} + d_{12}^{-} = 8 \tag{6.40}$$

$$x_{16} + x_{26} + x_{36} + x_{46} + x_{56} + x_{66} + x_{76} - d_{13}^{+} + d_{13}^{-} = 8 \tag{6.41}$$

$$x_{17} + x_{27} + x_{37} + x_{47} + x_{57} + x_{67} + x_{77} - d_{14}^{+} + d_{14}^{-} = 7 \tag{6.42}$$

$$x_{18} + x_{28} + x_{38} + x_{48} + x_{58} + x_{68} + x_{78} - d_{15}^{+} + d_{15}^{-} = 9 \tag{6.43}$$

$$x_{19} + x_{29} + x_{39} + x_{49} + x_{59} + x_{69} + x_{79} - d_{16}^{+} + d_{16}^{-} = 12 \tag{6.44}$$

$$x_{110} + x_{210} + x_{310} + x_{410} + x_{510} + x_{610} + x_{710} - d_{17}^{+} + d_{17}^{-} = 8 \tag{6.45}$$

$$x_{111} + x_{211} + x_{311} + x_{411} + x_{511} + x_{611} + x_{711} - d_{18}^{+} + d_{18}^{-} = 17 \tag{6.46}$$

$$x_{112} + x_{212} + x_{312} + x_{412} + x_{512} + x_{612} + x_{712} - d_{19}^{+} + d_{19}^{-} = 15 \tag{6.47}$$

$$x_{113} + x_{213} + x_{313} + x_{413} + x_{513} + x_{613} + x_{713} - d_{20}^{+} + d_{20}^{-} = 11 \tag{6.48}$$

$$x_{114} + x_{214} + x_{314} + x_{414} + x_{514} + x_{614} + x_{714} - d_{21}^{+} + d_{21}^{-} = 8 \tag{6.49}$$

$$x_{115} + x_{215} + x_{315} + x_{415} + x_{515} + x_{615} + x_{715} - d_{22}^{+} + d_{22}^{-} = 12 \tag{6.50}$$

$$x_{116} + x_{216} + x_{316} + x_{416} + x_{516} + x_{616} + x_{716} - d_{23}^{+} + d_{23}^{-} = 11 \tag{6.51}$$

$$x_{117} + x_{217} + x_{317} + x_{417} + x_{517} + x_{617} + x_{717} - d_{24}^{+} + d_{24}^{-} = 13 \tag{6.52}$$

$$x_{118} + x_{218} + x_{318} + x_{418} + x_{518} + x_{618} + x_{718} - d_{25}^{+} + d_{25}^{-} = 12 \tag{6.53}$$

$$x_{119} + x_{219} + x_{319} + x_{419} + x_{519} + x_{619} + x_{719} - d_{26}^{+} + d_{26}^{-} = 10 \tag{6.54}$$

$$x_{120} + x_{220} + x_{320} + x_{420} + x_{520} + x_{620} + x_{720} - d_{27}^{+} + d_{27}^{-} = 8 \tag{6.55}$$

P_2 önceliği için seçilen depoların sabit maliyetlerinin toplamı 20.000 TL olması isteniyor.

Öncelik 2 (P_2) :

$$\sum_{j=1}^{n} fc_i v_i - d^+_{m+n+1} + d^-_{m+n+1} = FC \quad (6.56)$$

$$3000v_1 + 4500v_2 + 7000v_3 + 5200v_4 + 2000v_5 + 2750v_6 + 6500v_7 - d^+_{28} + d^-_{28} = 20000 \quad (6.57)$$

P_3 önceliğinde ceza maliyetine izin verilmeyecek.

Öncelik 3 (P_3) :

$$\sum_{i=1}^{m} pc_i w_i - d^+_{m+n+2} + d^-_{m+n+2} = 0 \quad (6.58)$$

$$550v_1 + 600v_2 + 850v_3 + 725v_4 + 375v_5 + 500v_6 + 800v_7 - d^+_{29} + d^-_{29} = 0 \quad (6.59)$$

AHS Öncelik Kısıtları:

Bu kısıtları oluştururken depolara Tablo 1'de belirtilen kriterlere göre ağırlıklar kazandırılmıştır. Bulunan öncelik vektörü Tablo 5'de gösterilmiştir. Buna göre;

Öncelik 4 (P_4) :

Depo 5'in seçilmesi durumunda($wp_5 = 0{,}186$)

$$v_5 - d^+_{30} + d^-_{30} = 1 \quad (6.60)$$

Öncelik 5 (P_5) :

Depo 7'nin seçilmesi durumunda($wp_7 = 0{,}185$)

$$v_7 - d^+_{31} + d^-_{31} = 1 \quad (6.61)$$

Öncelik 6 (P_6) :

Depo 4'ün seçilmesi durumunda($wp_4 = 0{,}148$)

$$v_4 - d^+_{32} + d^-_{32} = 1 \quad (6.62)$$

Öncelik 7 (P_7) :

Depo 3'ün seçilmesi durumunda($wp_3 = 0{,}130$)

$$v_3 - d_{33}^{+} + d_{33}^{-} = 1 \tag{6.63}$$

Öncelik 8 (P_8) :

Depo 2'nin seçilmesi durumunda($wp_2 = 0{,}124$)

$$v_2 - d_{34}^{+} + d_{34}^{-} = 1 \tag{6.64}$$

Öncelik 9 (P_9) :

Depo 6'nın seçilmesi durumunda($wp_6 = 0{,}123$)

$$v_6 - d_{35}^{+} + d_{35}^{-} = 1 \tag{6.65}$$

Öncelik 10 (P_{10}) :

Depo 1'in seçilmesi durumunda($wp_1 = 0{,}101$)

$$v_1 - d_{36}^{+} + d_{36}^{-} = 1 \tag{6.66}$$

Problemimizin amacı toplam sapma miktarlarını minimize etmektir.

$$P_1\left[\sum_{k=1}^{7} d_k^{+} + \sum_{k=8}^{27}(d_k^{+} + d_k^{-})\right] + P_2(d_{28}^{+}) + P_3(d_{29}^{+}) + P_4(d_{30}^{+} + d_{30}^{-})$$
$$+P_5(d_{31}^{+} + d_{31}^{-}) + P_6(d_{32}^{+} + d_{32}^{-}) + P_7(d_{33}^{+} + d_{33}^{-})$$
$$+P_8(d_{34}^{+} + d_{34}^{-}) + P_9(d_{35}^{+} + d_{35}^{-}) + P_{10}(d_{36}^{+} + d_{36}^{-}) \tag{6.67}$$

Problemin çözümünde GAMS programı kullanılmıştır. İlk önce P_1 önceliği için program çalıştırılmıştır. (Bkz EK 1) Çözülen model incelendiğinde sapma değerlerinin toplamının sıfır olduğu ve böylelikle P_1 önceliğinin gerçekleşmiş olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca 6. ve 7. depoların seçilmediği gözlenmektedir. Depolardan müşterilere olan sevkiyatın sonucu Çizelge 6.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.6. P_1 önceliğine göre depo seçimi

Öncelik	Başarıldı/ Başarılmadı	i/j		Müşteriler																		
				1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
P1	Başarıldı	Depolar	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	11	8	12	-	-	-	-	-
			2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	11	13	12	10	8
			3	-	-	-	-	-	4	7	9	12	8	17	3	-	-	-	-	-	-	-	-
			4	6	7	11	14	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Talepler		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8

İkinci aşama olarak P_2 önceliğinin çözümü için P_1 önceliğinde sapma değerlerinin toplamı minimize edildiğinden (sıfıra eşitlendiğinden) bu sapma değerlerini modele kısıt olarak eklenmiş ve model P_2 amaç fonksiyonu için çalıştırılmıştır. Çizelge 6.7.'de belirtilmiş olan sonuç incelendiğinde, P_2 önceliği için sapma değerlerinin toplamının sıfıra eşit olduğu ve 2. ve 7. depoların seçilmediği anlaşılmıştır.

Çizelge 6.7. P_2 önceliğine göre depo seçimi

Öncelik	Başarıldı/ Başarılmadı	i/j		Müşteriler																		
				1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
P2	Başarıldı	Depolar	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	10	8
			2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	15	11	8	12	11	1	-	-	-
			4	-	-	-	-	-	-	6	9	12	8	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			5	-	-	7	14	8	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			6	10	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Talepler		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8

Yukarıda bahsedilmiş olan işlemler P_3 önceliğine göre uygulandığında Çizelge 6.8, P_4'e göre uygulandığında Çizelge 6.9, P_5 ve P_6'ya uygulandığında ise Çizelge 6.10. ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 6.8. P_3 önceliğine göre depo seçimi

Öncelik	Başarıldı/ Başarılmadı	i/j		Müşteriler																		
				1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
P3	Başarıldı	Depolar	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	11	13	12	-	-
			2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	15	11	8	6	-	-	-	10	8
			4	-	-	-	-	-	-	6	9	12	8	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			5	-	-	7	14	8	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			6	10	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Talepler		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8

Çizelge 6.9. P_4 önceliğine göre depo seçimi

Öncelik	Başarıldı/ Başarılmadı	i/j		Müşteriler																		
				1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
P4	Başarıldı	Depolar	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	11	13	12	-	-
			2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	8	6	-	-	-	10	8
			3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			5	-	-	-	-	-	-	-	-	10	8	17	3	-	-	-	-	-	-	-	-
			6	-	-	-	1	8	8	7	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			7	10	7	11	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Talepler		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8

Çizelge 6.10. P_5 ve P_6 önceliklerine göre depoların seçimi

Öncelik	Başarıldı/ Başarılmadı	i/j		Müşteriler																		
				1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
P5,P6	Başarıldı	Depolar	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	11	13	12	-	-
			2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	8	6	-	-	-	10	8
			5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	17	8	-	-	-	-	-	-	-	-
			6	-	-	-	-	4	8	7	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			7	10	7	11	14	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Talepler		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8

Modelin P_7'ye göre çözümü gerçekleştirildiğinde sapma değerlerinin toplamının sıfırdan farklı bir sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Problemin çözümü bu aşamada sonlandırılmıştır. P_7, P_8, P_9 ve P_{10} hedeflerinin

başarılamadığı tespit edilmiştir. Problemin sonucunda gerçekleşen özet tablo Çizelge 6.11.'de verilmiştir. Bu sonuca göre 1,4, 5, 6 ve 7. depolar seçilmiştir. Bu depolar için harcanan toplam sabit maliyetin toplamı 19.450 TL'dir.

Çizelge 6.11. Problemin çözümüne ait son tablo

Amaç Öncelikleri	Başarıldı/ Başarılmadı			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	v_i	fc_i	wp_i
P1,P2,P3,P4, P5 ve P6	Başarıldı	Depolar (i)	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	11	13	12	-	-	1	3000	0,101
			2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	4500	0,124
			3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	7000	0,131
			4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	8	6	-	-	-	10	8	1	5200	0,148
			5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	17	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2000	0,186
			6	-	-	-	-	4	8	7	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2750	0,123
			7	10	7	11	14	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	6500	0,185
P7, P8, P9 ve P10	Başarılamadı																									

Modelin çözümünde hedef programlamada ağırlıklandırma yöntemi de kullanılabilmektedir. Bu yöntemde çözümünün elde edilmesi beklenen hedeflere karar vericinin belirlemiş olduğu önem derecelerine göre ağırlık puanları atanmaktadır. Buna göre belirlemiş olduğumuz 10 farklı hedefin olduğu amaç fonksiyon satırı ağırlıklandırılmalıdır. Problemde n adet hedef olduğu varsayılırsa bu problemin amaç fonksiyonu 6.68'de gösterildiği gibidir.

$$\text{Min } Z=W_1G_1 + W_2G_2 + \cdots + W_nG_n \qquad (6.68)$$

Problemde amaçlar Çizelge 6.12'de verilen farklı değerler ile ağırlıklandırılarak modelin çözümü gerçekleştirildiğinde seçilen depolar ve uygulanan senaryolara göre oluşan maliyetler Çizelge 6.13'de gösterilmiştir. Depolardan müşterilere olan dağıtım miktarları EK.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 6.12. Senaryo çözümlerde amaçlara verilen ağırlıklar

Amaçlar	Ağırlıklar ve Senaryolar				
	1.Senaryo	**2.Senaryo**	**3.Senaryo**	**4.Senaryo**	**5.Senaryo**
Müşteri taleplerinin tam olarak karşılanması	0.100	0.100	0.050	0.100	0.200
Sabit maliyet toplamının en fazla 20.000 TL olması	0.100	0.200	0.050	0.100	0.150
Ceza maliyetlerine izin verilmemesi	0.100	0.100	0.050	0.100	0.150
1.Deponun seçilmesi	0.100	0.100	0.100	0.050	0.050
2.Deponun seçilmesi	0.100	0.050	0.150	0.100	0.050
3.Deponun seçilmesi	0.100	0.050	0.300	0.150	0.100
4.Deponun seçilmesi	0.100	0.150	0.100	0.150	0.050
5.Deponun seçilmesi	0.100	0.050	0.100	0.050	0.050
6.Deponun seçilmesi	0.100	0.050	0.050	0.050	0.150
7.Deponun seçilmesi	0.100	0.150	0.050	0.150	0.050

Çizelge 6.13. Senaryo çözümleri

	Depo1	Depo2	Depo3	Depo4	Depo5	Depo6	Depo7	Toplam Maliyet
Senaryo1	x	x		x	x	x		17.450
Senaryo2	x			x	x	x	x	19.450
Senaryo3	x	x	x		x	x		19.250
Senaryo4	x	x		x			x	19.200
Senaryo5	x	x	x		x	x		19.250

7. SONUÇ

İşletmelerin günümüzün sert rekabet ortamında başarılı olabilmeleri ve faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için doğru ve uygulanabilir kararlar vermeleri gerekmektedir. Karar vericilerin aldığı doğru kararlar işletmeleri bulundukları sektörde rakipleri karşısında ön plana çıkarırken, yanlış kararlar ise firmaların sektörden silinmesine bile sebep olabilmektedir. İlerleyen yıllarda yatırımcıların lojistikten temel beklentileri daha etkin lojistik ağ tasarımları ile müşteri taleplerine daha hızlı reaksiyon gösterebilmek olacaktır. Bunu sağlamak için öne çıkacak kavramlar iletişim ve çeviklik olacaktır. Hızın ön plana çıktığı günümüz lojistik sektöründe, müşteri beklentilerinin mümkün olduğunca en kısa sürede karşılanabilmesi stratejik seviyede alınacak kararlar ile mümkün olacaktır.

Bu çalışmada lojistik ağ tasarımı problemlerinin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan analitik hiyerarşi süreci ve hedef programlamanın bütünleşik olarak ele alındığı bir model önerilmiştir. Önerilen çok amaçlı hedef programlama modeli ile firmanın stratejik planları arasında yer alan, depo yeri seçimine karar verilmiştir.

Uygulama aşamasında, gıda sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin ihtiyaçları doğrultusunda ve bu alanda deneyimli yöneticilerin tecrübelerinden yararlanılarak yeni stratejiler oluşturulmuştur. Çalışmada on tane hedef bulunmaktadır. Firma bu on hedefi kendi önceliklerine göre sıralamıştır. Firma için olmazsa olmaz şartlardan biri seçilecek olan depoların var olan maksimum kapasitelerinin üzerinde bir dağıtım gerçekleştirmemesi ve müşteri taleplerinin tam olarak karşılanmasıdır. Firma maksimum müşteri tatmini, minimum maliyet politikasıyla ikinci ve üçüncü hedeflerini belirli bir sabit maliyet üzerine çıkılmaması ve ceza maliyetlerine izin verilmemesi olarak belirlemiştir. Modelde yer alan diğer hedefler depoların birbirlerine göre önceliklerdir.

Firmanın sahip olduğu yedi farklı depo alternatifinin öncelikleri analitik hiyerarşi süreci tekniği kullanılarak oluşturulmuştur. Bu kapsamda belirlenen kriterler doğrultusunda depoların ikili karşılaştırmalar matrisi oluşturulmuş ve depoların ağırlıkları Microsoft Office Excel programı kullanılarak tespit edilmiştir.

Hedef programlama modelinin çözümü için gerekli olan verilerin toplanmasının ardından çözüm aşamasına geçilmiştir. Çözümde GAMS programının 24.5.4 sürümü kullanılmıştır. Modelin çözümünde program birinci sıradaki hedeften başlanarak çalıştırılmış ve amaç fonksiyonunda sapma değerlerinin minimum olması beklenmiştir. Amaç fonksiyonu sıfırdan farklı bir değer aldığında çözüm sonlandırılmış ve depoların seçimi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak yedi farklı depo arasından beş tanesinin açılmasına karar verilmiştir.

Bu tez kapsamında yapılan çalışmalar sonucu ileride yapılabilecek çalışmalarda önerilen modelin, aynı sektörde farklı firmalar için veya farklı sektörlerde belirlenecek yeni kriterler veya kavramlar dikkate alınarak uyarlaması gerçekleştirilebilir. Bunun yanı farklı lojistik dağıtım ağ üyelerinin aktif olarak yer aldığı daha kapsamlı modeller geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

Acun O. ve Eren T., Spor Toto Süper Ligi'nde Forvet Oyuncularının Performanslarının Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, Cilt: 5, Sayı: 2, 13-30, 2015.

Aksakal E. ve Dağdeviren M., Yetenek Yönetimi Temelli Personel Atama Modeli ve Çözüm Önerisi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi Cilt 30, No 2, 249-262, 2015.

Altıparmak, F., M. Gen and L. Lin., A Genetic Algorithm Approach for MultiObjective Optimization of Supply Chain Networks, Computers and Industrial Engineering, 51, 196-215., 2006.

Anonim, http://www.beykoz.edu.tr/tr/content/lojistik-nedir (Erişim tarihi: 05.11.2015)

Anonim, http://www.e-sosder.com/dergi/21212-224.pdf, s.213. 32, 2010. (Erişim tarihi: 24.12.2015)

Anonim, http://ocw.mit.edu/courses/engineering-systems-division/esd-273j-logistics-and-supply-chain-management-fall-2009/lecture-notes / MITESD _273JF09 _l ec01 .pdf (Erişim tarihi: 09.01.2016)

Armin S., Manthey L., Helm R. ve Steiner M., Solving Multiattribute Design Problems With Analytic Hierarchy Process and Conjoint Analysis: An Empirical Comparison, European Journal of Operational Research, 164, 760-777, 2005.

A.S., Duyguvar, Tersine Lojistik Ağ Tasarımı ve Ağdaki Malzeme Akışının Web Tabanlı Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.

Aydın Ö., Öznehir S. ve Akçalı E., Ankara için Optimal Hastane Yeri Seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci İle Modellenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, c.14, s.2 s.69-86, 2009.

B., Ayvaz, Miktar ve Kalite Belirsizliği Altında Tersine Lojistik Ağ Tasarımı için Bir Stokastik Programlama Modeli Önerisi: Elektronik Atık Sektöründe Bir Uygulama, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 2013.

Badri M.A., Combining the Analytic Hierarchy Process and Goal Programming for Global Facility Location-Allocation Problem International Journal of Production Economics Volume 62, Issue 3, Pages 237–248, 1999.

Bağ, N., Özdemir, M., Eren, T., 0-1 Hedef Programlama ve ANP Yöntemi ile Hemşire Çizelgeleme Problemi Çözümü, International Journal of Engineering Research and Development, 4 (1), 2-6, 2012.

Bali, Ö. ve Gencer, C., AHP, Bulanık AHP ve Bulanık Mantık'la Kara Harp Okuluna Öğretim Elemanı Seçimi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi, 4(1): 24-41, 2005.

Bayhan M. ve Bildik T., Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreciyle Akıllı Telefon Seçimi, Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi , C:6, S:3, s. 27-36, 2014.

Bertolını, M. ve Bevılacqua, M., A Combined Goal Programming – AHS Approach to Maintenance Selection Problem, Reliability Engineering and System Safety, (91), 839 – 848, 2006.

Bowersox D. ve J., Closs D. J., Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process, McGraw-Hill Companies, India, 1996.

Bölat B. ve Kuzucu A., Çok Amaçlı Karar Verme Problemlerine Etkileşimli Bir Yaklaşım, İTÜ Dergisi (Mühendislik), Cilt:5, Sayı:1, Kısım:1,114-126, 2006.

C., Bulmuş, Analitik Hiyerarşi ve Hedef Programlama Yöntemleri Kullanılarak Sivas İlinde Üretim Deseninin Analiz Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sivas, 2010.

Chandran B., Golden B. ve Wasil E., Linear Programming Models For Estimating Weights In The Analytic Hierarchy Process, Computers & Operations Research, 32., 2005.

Chuang, T. H., Hpıang, H. N. ve Chuang, H. J., A Multiple - Goal Programming for Nurse Scheduling by AHS and Simulated Anneal, Proceedings of the 13th Asia Pacific Management Conference, Melbourne, Australia, 1056 – 1065, 2007.

Cordeau J.F.,Pasin F. ve Solomon M.M., An Integrated Model for Logistics Network Design, Ann Oper Res 144:59–82, 2006.

Costantino F., Di Gravio G. ve Shaban A., Multi-criteria Logistics Distribution Network Design for Mass Customisation, Int. J. Applied Decision Sciences, Vol. 7, No. 2, 151-167, 2014.

Council of Supply Chain Management Professionals – CSCMP, 2014.

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

Davras G. M. ve Karaatlı M., Otel İşletmelerinde Tedarikçi Seçimi Sürecinde AHP ve BAHP Yöntemlerinin Uygulanması, H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 32, Sayı 1, s. 87-112, 2014.

Demirel N., H. Gökçen ve M. A. Akçayol, Çok Aşamalı Bütünleşik Lojistik Ağı Optimizasyonu Probleminin Melez Genetik Algoritma İle Çözümü, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 26(4), 929-936, 2011.

Demirtas E. A. and Üstün, O., Multi-period lot-sizing with Supplier Selection Using Achievement Scalarizing Functions, Computer and Industrial Engineering, 54, 918-931, 2007.

Du F. ve Evans, G. W., A Bi–Objective Reverse Logistics Network Analysis for Post–Sale Service, Computers & Operations Research, 35: 2617 – 2634, 2008.

E., Akan, Lojistik Sektöründe Entegre Yönetim Sistemi (ISO 9001, Ohsas 18001 ve ISO 10002) Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran, 2015.

E., Özceylan, Tedarik Zinciri Yönetiminde Üretim/Dağıtım Ağlarının Tasarımına Yeni Model Yaklaşımları, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 2010.

E.G., Çağlar, 3. Parti Lojistik Sisteminin İncelenmesi, Dağıtım Ağının Optimizasyonu ve Bir Uygulama, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2009.

E.G., Kadak, Türkiye'de AHP Tekniğinin Performans Değerlendirmedeki Yeri ve İlaç Dağıtım Sektöründe Uygulanması, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, 2006.

El–Sayed, M., Afia, N. ve El–Kharbotly, A., A Stochastic Model for Forward Reverse Logistics Network Design Under Risk, Computers & Industrial Engineering, 58, 423–431, 2010.

Eleren, A., Markaların Tüketici Tercih Kriterlerine Göre Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi ile Değerlendirilmesi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama, Celal Bayar Üniversitesi Yönetim ve Ekonomi Dergisi, Cilt:4, Sayı: 2, s.47-64, 2007.

G., Aydın, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Bir Sanayi İşletmesinde Uygulanması, Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi İşletme Anabilim Dalı, Kocaeli, 2008.

Gencer C., Aydoğan K.E. ve Aytürk S., Analitik Hiyerarşi Süreci ile Hafif Makineli Tüfek Seçimi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Dergisi, 7(2), 87-105, 2008.

Girginer N. ve Kaygısız Z., İstatistiksel Yazılım Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci ve 0–1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Birlikte Kullanımı, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10(1), 211-233, 2009.

Güler, Ç., A. Chousein ve K. Sitti, Gıda Sektöründe Bir Firma İçin Tedarik Zinciri Ağı Tasarımı ve Araç Rotalama, Endüstri Mühendisliği Dergisi, 15(4), 19-31, 2004.

Günden C. ve Miran B., Çiftçilerin Temel İşletmecilik Kararlarının Öncelik ve Destek Alma Açısından Analizi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(2), 67-80, 2008.

H.İ., Akyüz, Hedef Programlama ile Portföy Optimizasyonu, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2006.

H.S., Kılıç, Tersine Lojistik ve Bir Beyaz Eşya Üreticisi Firmada Geri Dönüşüm Sistemi Ağ Tasarımının Yapılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2005.

H.S.N., Sarıay, Hedef Programlama ve Bir İşletme Uygulaması, Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Aksaray, 2012.

Harcar T., Silahlı Kuvvetlerde Karar Verme, Kara Harp Okulu Yayınları, Ankara,s.5, 1992.

Herişçakar E., Gemi Ana Makine Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri AHP ve SMART Uygulaması, 1999.

Ho, W., Combining Analytic Hierarchy Process and Goal Programming for Logistics Distribution Network Design, Systems, Man and Cybernetics, 714-719, 2007.

Ho, W., and Emrouznejad, A., Multi-Criteria Logistics Distribution Network Design Using SAS/OR, Expert Systems with Applications, 36, 7288-7298, 2009.

Ho W., Lee C. K M and Sum Ho G. T.S., Multiple Criteria Optimization of Contemporary Logistics Distribution Network Problems, OR Insight Vol. 23, 1, 27–43, 2010.

Ignizio, James P. ve Romero, C., Goal Programming, Elsevier Science, USA, 2003.

İslamoğlu A.H., Pazarlama İlkeleri, Beta Yayıncılık, 2. Basım, İstanbul, 2002.

Joseph J. Geiger ,Norman Pendegraft and Linda M. Geiger, A PC Based Project Management Tool, Journal of Systems Management, Volume. 47, Issue. 3, s. 53, 1996.

Jung H., A Fuzzy AHP–GP Approach For Integrated Production-Planning Considering Manufacturing Partners, Expert Systems with Applications, 38, s. 5833-5840, 2011.

K., Alaykıran, Çok Ürünlü Tersine Lojistik Ağ Tasarımı: Matematiksel Model ve Tavlama Benzetimi Temelli Çözüm Yaklaşımı, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara, 2011.

Kara S., Rugrungruang, F. ve Kaebernick, H., " Simulation modelling of Reverse Logistics Networks, International Journal of Production Economics, 106: 61–69, 2007.

Keçek G. ve Yıldırım E., Kurumsal kaynak planlama (ERP) sisteminin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile Seçimi :Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler, 193-211, 2010.

Keskin M.H., Lojistik Tedarik Zinciri Yönetimi: Geçmişi, Değişimi, Bugünü, Geleceği" (2. Basım), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 2008.

Kılıç Y.E., Fiziksel Dağıtım Ağı Tasarımı ve Bir Uygulama, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul, 2013.

Ko, H.J. ve Evans, G.W., Genetic Algorithm–Based Heuristic for the Dynamic Integrated Forward/Reverse Logistics Network for 3PLs, Computers &Operations Research, 34: 346–366, 2007.

Kobu, B., Üretim yönetimi, Beta Basın Yayım, İstanbul, 2010.

Koyuncu O. ve Özcan M., Personel Seçim Sürecinde Analitik Hiyerarşi Süreci ve Topsıs Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 32, Sayı 2, 195-218, 2014.

Körpeli S., Şahin B., Eren T., Hedef programlama ile menü planlaması: Bir Örnek Uygulama, Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2 (1), 121-142, 2012.

Kuruüzüm A., Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları, Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C.1, S.1, 2001.

L., Karayeğit, Bir Ürün Geliştirme Problemine Hedef Programlamanın Uygulanması, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2010.

Lee S.M. ve Moore, L.J., Introduction to Decision Science, Petrocelli/Charter: New York, 1975.

Lin L., Gen M. and Wang X., Integrated Multistage Logistics Network Design By Using Hybrid Evolutionary Algorithm, Computers&Industrial Engineering, 56, 854-873, 2009.

M., Deste, Bütünleşik Lojistik Ağ Tasarımı ve Araç Rotalama Problemleri: Bir Model Önerisi ve Uygulama, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi ve Pazarlama Bilim Dalı, Kayseri, 2013.

M.U., Öztürk, Üretim Planlamasında Çok Hedefli Doğrusal Hedef Programlama ve Bir Tekstil İşletmesinde Uygulama, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 2007.

Miroslaw K. ve Ewa U.V, Inconsistent and Contradictory Judgements In Pairwaise Comparison Method In the AHP, Computers & Operations Research, s. 31, 2004.

N., Yılmaz, Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000.

N.C., Özer, Tedarik Zincirinde Çok Amaçli Ağ Tasarim Probleminin Çok Kriterli Karar Verme ve Hedef Programlama Yöntemleri Kullanılarak Optimizasyonu, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2014.

N.G., Eskimez, Hedef Programlama Ve Özel Bir Bankada Q-Mate Sıra Yönetim Sistemine Uyarlanışı İle İlgili Bir Uygulama, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul,2006.

Neumüller C., Kellnerb F., N.D. Gupta J.N.D. ve Lasch R., Integrating Three-Dimensional Sustainability in Distribution Centre Selection: The Process Analysis Method-Based Analytic Network Process, International Journal of Production Research Volume 53, Issue 2, 409-434, 2015.

Orhan İ., Kapanoğlu, M., ve Karakoç, T. H., Hedef Programlama ile Bütünleşik Uçak Rotalama ve Bakım Çizelgeleme, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University , 27 (1), 11-26, 2012.

Özbek A. ve Eren T., Analitik Ağ Süreci Yaklaşımıyla Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firma Seçimi, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt:27, Sayı:1, 95-113, 2013.

Özcan U. ve Toklu B., Multiple-Criteria Decision-Making İn Two-Sided Assembly Line Balancing: A Goal Programming And A Fuzzy Goal Programming Models, Computers and Operations Research, 36, s. 1955-1965, 2009.

Özmen G.A. ve Birgün S., Radyo Frekansı ile Tanımlama Sistemi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi ,Cilt 5 Sayı 1 81-88, 2011.

Öztürk A., Yöneylem Araştırması, Geliştirilmiş 11. Baskı, Bursa : Ekin Basım Yayın Dağıtım, 2007.

Paksoy T., Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının Tasarımı ve Optimizasyonu: Malzeme İhtiyaç Kısıtı Altında Stratejik Bir Üretim-Dağıtım Modeli, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14, 435-454, Konya, 2005.

Paksoy T. Ve Chang C., Revised Multi-Choice Goal Programming For Multi-Period, Multi-Stage Inventory Controlled Supply Chain Model With Popup Stores in Guerrilla Marketing, Applied Mathematical Modelling 34 s.3586–3598, 2010.

Palaz H., ve Kovancı A., Türk Deniz Kuvvetleri Denizaltılarının Seçiminin AHS ile Değerlendirilmesi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 3(3), 53-60, 2008.

Peng, P., Snyder and L.V.Lim A., Reliable Logistics Networks Design with Facility Disruptions, Transportation Research Part B, 45, 1190-1211, 2011.

Rıfai A.K., A Note on the Structere of the Goal Programming Model: Assessment and Evaluation, International Journel of Operations and Production Management, 16(1), 10-19, 1996.

Ruhan Safel, Ulaştırma Sektörü, Sektör Araştırmaları Serisi No:24, Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O, s.4, 2001.

Rusthon, A., Croucher, P. ve Barker, P., The Handbook of Logistics and Distribution Management, 4 th edn, London: Kogan Page, 2010.

S., Kurtuluş, Lojistik Sektöründe Dış Kaynak Kullanımı ve Lojistik Hizmet Sağlayıcıların Konuya Bakışı İle İlgili Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2007.

Saat M., Çok Amaçlı Karar Vermede Bir Yaklaşım: Analitik Hiyerarşi Yöntemi, Gazi Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, Cilt:2, Sayı:2, 2000.

Saaty T.L., The Analytical Hiyerarchy Process, Mc Grow-Hill Company, New York, s. 54, 1980.

Saaty T.L., Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process, Management Science, Vol.32, No.7, ss. 841-855., 1986.

Saaty T.L., An Overview of The Analytic Hierarchy Process and Its Applications, European Journal Of Operational Research, 48, s. 4., 1990.

Saaty, T. L., Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, Pittsburg, 1994.

Saaty T.L ve Özdemir M. S., Why The Magic Number Seven Plus or Minus Two, Mathematical and Computer Modelling, 38, 2003.

Sarucan A., Akkoyunlu M.C. ve Baş A., Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi ile Rüzgâr Türbin Seçimi, S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Dergisi, c.25, s.1, 2010.

Schneiderjans M.J., Goal Programming: Methodology and Aplications, Dordrect, Netherlands: Kluwer Academic PublisherGroup, 1994.

Schniederjans, M..J., Hoffman, J. J. ve Sirmans, G. S., Using Goal Programming and the Analytic Hierarchy Process in House Selection, Journal of Real Estate Finance and Economics, 11, 167-176, 1995.

Schniederians, M. J., The Life Cycle of Goal Programming Research As Recorded in Journel Articles, Serker, Ruhul, Evoluationary Optimization Kluver Academic Publishers New York 2002.

Sezen B. Ve Erdoğan S., Entegre Lojistik Yönetiminde Yeni Trendler, Lojistik Dergisi s:11, 24-26, 2009.

Sofyalıoğlu Ç. ve Öztürk Ş., Hedef Programlama İle Tedarik Zincirinde Dağıtım Planlaması ve Bütçe Ayrıştırması, Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 2, s.1-16, 2013.

Şengül Ü., Eren M. ve Shıraz S.E., Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 40, s. 143-165, 2012.

T., Danacı, Military Logistics Network Design via Axiomatic Design Principles, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2013.

Tanyaş, M., Kentsel Lojistik, Transport Dergisi, Aralık, 2006.

Tanyaş, M., Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Sunumu, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2002.

Terzi Ü., Hacaloğlu S.E. ve Aladağ Z., Otomobil Satın Alma Problemi İçin Bir Karar Destek Modeli, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl: 5 Sayı:10 Güz s. 43-49, 2006.

Teymur, M ve Tüzüner, L., Sales Representative Selection of Pharmaceutical Firms by Analytic Hierarchy Process, The Journal of American Academy of Business, Cambridge, 8(1): 287-293, 2006.

Tsai W.H. and Hsu J.L., Corporate Social Responsibility Programs Choice and Costs Assessment in the Airline Industry—A Hybrid Model, Journal of Air Transport Management, 14, 188-196, 2008.

Ü., Şengül, Tersine Lojistik Ağ Tasarımında Karma Tamsayılı Programlama Modeli ve Ambalaj Atıkları Geri Dönüşümü için Bir Uygulama, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Erzurum, 2010.

Vargas L. G., An Overview of The Analytic Hiyerarchy Process and Its Applications, European Journal Of Operational Research 48, 1990.

Waters, D., Logistics: An Introduction to Supply Chain Management, Palgrave Macmillan, Hampshire, 11-19, 2003.

Wuttipornpun T., Yenradee P., Beullens P. ve Oudheusden D., A Finite Capacity Material Requirement Planning System for a Multi-Stage Assembly Factory: Goal Programming Approach, Intemational Journal of Industrial Engineering and Management Systems, Vol. 4, No. L, s. 23-35, 2005.

Yan, H., Z. Yu and E. Cheng., A Strategic Model for Supply Chain Design with Logical Constraints: Formulation and Solution, Computers & Operations Research, 30, 2135-2155., 2003.

Yu F., Liu W., Bai L., ve Li G. Optimization of Logistics Distribution Network Model Based on Random Demand. Wireless Communications, Networking and Applications Volume 348 of the series Lecture Notes in Electrical Engineering pp 1223-1231, 2015.

Yurdakul M., Selection of Computer-Integrated Manufacturing Technologies Using a Combined Analytic Hierarchy Process and Goal Programming Model, Robotics & Computer-Integrated Manufacturing, 20(4) 329-340, 2004.

Yüksel İ. ve Akın A., Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemiyle İşletmelerde Strateji Belirleme, Doğuş Üniversitesi Dergisi, 7 (2) , 254-268, 2006.

Z., Öztürk, Tesis Yeri Seçimi İçin Coğrafi Bilgi Sistemi Destekli Çok Amaçlı Bulanık Hedef Programlama Modeli, Kara Harp Okulu Komutanlığı Savunma Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2015.

Zahedi F., The Analytical Hierarchy Process - A Survey of the Method and its Applications, Interfaces, C.16, S.4, ss. 96-108, 1986.

Çizelge EK1.1. Modelde yer alan parametreler

i/j		Müşteriler (j)																				Maks. Kullanım Miktarı (Q)	Min. Kullanım Miktarı (q)	Sabit Maliyet (FC)	Ceza Maliyeti (PCi)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Depolar (i)	1	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{110}	X_{111}	X_{112}	X_{113}	X_{114}	X_{115}	X_{116}	X_{117}	X_{118}	X_{119}	X_{120}	42	14	3000	550
	2	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}	X_{27}	X_{28}	X_{29}	X_{210}	X_{211}	X_{212}	X_{213}	X_{214}	X_{215}	X_{216}	X_{217}	X_{218}	X_{219}	X_{220}	55	23	4500	600
	3	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}	$X_{3\epsilon}$	X_{37}	X_{38}	X_{39}	X_{310}	X_{311}	X_{312}	X_{313}	X_{314}	X_{315}	X_{316}	X_{317}	X_{318}	X_{319}	X_{320}	60	20	7000	850
	4	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}	X_{45}	X_{46}	X_{47}	X_{48}	X_{49}	X_{410}	X_{411}	X_{412}	X_{413}	X_{414}	X_{415}	X_{416}	X_{417}	X_{418}	X_{419}	X_{420}	50	12	5200	725
	5	X_{51}	X_{52}	X_{53}	X_{54}	X_{55}	X_{56}	X_{57}	X_{58}	X_{59}	X_{510}	X_{511}	X_{512}	X_{513}	X_{514}	X_{515}	X_{516}	X_{517}	X_{518}	X_{519}	X_{520}	38	11	2000	375
	6	X_{61}	X_{62}	X_{63}	X_{64}	X_{65}	X_{66}	X_{67}	X_{68}	X_{69}	X_{610}	X_{611}	X_{612}	X_{613}	X_{614}	X_{615}	X_{616}	X_{617}	X_{618}	X_{619}	X_{620}	35	15	2750	500
	7	X_{71}	X_{72}	X_{73}	X_{74}	X_{75}	X_{76}	X_{77}	X_{78}	X_{79}	X_{710}	X_{711}	X_{712}	X_{713}	X_{714}	X_{715}	X_{716}	X_{717}	X_{718}	X_{719}	X_{720}	65	27	6500	800
Talepler (Dj)		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8				

EK.2

```
Sets
i depo /1*7/
j musteri /1*20/
k hedef /1,2/
;

Parameter
min_kap(i)
/
1       14
2       23
3       20
4       12
5       11
6       15
7       27

/

mak_kap(i)
/
1       42
2       55
3       60
4       50
5       38
6       35
7       65
/
```

```
talep(j)
/
1       10
2       7
3       11
4       14
5       8
6       8
7       7
8       9
9       12
10      8
11      17
12      15
13      11
14      8
15      12
16      11
17      13
18      12
19      10
20      8
/
sabit_maliyet(i)
/
1       3000
2       4500
3       7000
4       5200
5       2000
6       2750
7       6500
/
```

```
ceza_maliyet(i)
/
1       550
2       600
3       850
4       725
5       375
6       500
7       800
/
;

Positive Variables
x(i,j)
dp_depo(i)
dn_depo(i)
dp_mus(j)
dn_mus(j)
dp_v(i)
dn_v(i)
dp(k)
dn(k)
;
Binary Variables
v(i)
u(i)
w(i);
```

```
Variable
Z;

equations
cost
kisit1
kisit2(i)
kisit3(i)
kisit4(i)
kisit5(i)
kisit6(j)
kisit7
kisit8
kisit9(i)

;

cost.. z=e= sum(i, dp_depo(i))+sum(j,dp_mus(j))+sum(j, dn_mus(j));
kisit1.. sum(i,v(i)) =l= 7;
kisit2(i).. sum(j, x(i,j))+ 100000*u(i) =g= min_kap(i);
kisit3(i).. sum(j, x(i,j))- 100000*v(i) =l= 0;
kisit4(i).. w(i)-u(i)-v(i)=e= -1;
kisit5(i).. sum(j, x(i,j))-dp_depo(i)+dn_depo(i)=e= mak_kap(i);
kisit6(j).. sum(i, x(i,j))-dp_mus(j)+dn_mus(j)=e= talep(j);
kisit7.. sum(i, sabit_maliyet(i)*v(i))-dp('1')+dn('1') =e= 20000;
kisit8.. sum(i, ceza_maliyet(i)*w(i))-dp('2')+dn('2') =e= 0;
kisit9(i).. v(i)-dp_v(i)+dn_v(i)=e=1;

model hedef/all/;
solve hedef using MIP minimizing z;
```

EK.3

Çizelge EK3.1. Senaryo 1'e göre seçilen depolar ve sevkiyat miktarları.

i/j		Müşteriler																			
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Depolar	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	10	8
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	8	12	11	1	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	1	9	12	8	17	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	2	14	8	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	10	7	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Talepler		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8

Çizelge EK3.2. Senaryo 2'ye göre seçilen depolar ve sevkiyat miktarları.

i/j		Müşteriler																			
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Depolar	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	10	8
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	11	8	12	11	1	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	17	8	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	4	8	7	9	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	10	7	11	14	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Talepler		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8

Çizelge EK3.3. Senaryo 3'e göre seçilen depolar ve sevkiyat miktarları.

i/j		Müşteriler																			
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Depolar	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	10	8
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	8	12	11	1	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	4	7	9	12	8	17	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	1	11	14	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Talepler		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8

Çizelge EK3.4. Senaryo 4'e göre seçilen depolar ve sevkiyat miktarları.

i/j		Müşteriler																			
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Depolar	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	15	11	8	1	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	-	1	8	7	9	12	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	10	7	11	14	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	11	13	12	10	8
Talepler		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8

Çizelge EK3.5. Senaryo 5'e göre seçilen depolar ve sevkiyat miktarları.

i/j		Müşteriler																			
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
Depolar	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	10	8
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	11	8	12	11	1	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	4	7	9	12	8	17	3	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	1	11	14	8	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Talepler		10	7	11	14	8	8	7	9	12	8	17	15	11	8	12	11	13	12	10	8