

Lojistik Faaliyetlerde Dış Kaynak Kullanımı :

Çimento Fabrikası Örneği

Mehmet Levent GÜL

Yüksek Lisans Tezi

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran – 2005

LOJİSTİK FAALİYETLERDE DIŞ KAYNAK KULLANIMI:
ÇİMENTO FABRİKASI ÖRNEĞİ

Mehmet Levent GÜL

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü YönetmeliĐi Uyarınca
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Sermin ELEVLİ

Haziran - 2005

KABUL ve ONAY SAYFASI

Mehmet Levent GÜL'ün YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Lojistik Faaliyetlerde Dış Kaynak Kullanımı: Çimento Fabrikası Örneği” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

14 / 10 / 2005
(Sınav tarihi)

Üye : Prof. Dr. Alim IŞIK

Üye : Prof. Dr. Orhan TORKUL

Üye : Yrd. Doç. Dr. Sermin ELEVLİ (Danışman)

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun/...../..... gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Sabri ÖZYURT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

LOJİSTİK FAALİYETLERDE DIŞ KAYNAK KULLANIMI: ÇİMENTO FABRİKASI ÖRNEĞİ

Mehmet Levent GÜL

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Sermin ELEVLİ

ÖZET

Çimento sektöründe, genellikle inşaat faaliyetlerinin hız kazandığı Mart ve Kasım ayları arasında ortaya çıkan yüksek talep artışı, zaman zaman çimento üreticilerinin müşteriye ürün tesliminde aksamalar yaşamasına neden olmaktadır. Son yıllarda bu problemin çözümü için nakliye alanında uzman bir dış kaynak firmasından yararlanılması önemli bir alternatif olarak gündeme gelmektedir. Ürün nakliyesinin uzman bir firma tarafından üstlenilmesi, zamanında ve problemsiz ürün teslimi nedeniyle müşteri memnuniyetinin artmasına neden olacaktır. Ayrıca, nakliye işinin tek elden sistematik olarak yapılması önemli maliyet avantajı da sağlayacaktır. Bu tez çalışması kapsamında, çimento fabrikalarının torba çimento nakliyesini bir dış kaynak şirketine aktarmaları durumunda elde edilecekleri avantajlar, bir çimento fabrikası örneği üzerinde incelenmiştir. Söz konusu amaca dönük olarak, Eskişehir Çimento Fabrikasının bayilerinin 2004 yılı talepleri esas alınarak, birim maliyetleri hesaplanan değişik kapasiteli üç farklı kamyon tipinden oluşan bir kamyon filosunun büyüklüğü, tamsayılı doğrusal programlama yardımı ile hesaplanmıştır. Ayrıca, bu filo ile fabrikanın torba çimento nakliyesinin gerçekleştirilmesi halinde oluşacak nakliye fiyatı belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Bayındırlık Bakanlığının yayımladığı “İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları” ile karşılaştırılarak ve dış kaynak firmasından faydalanma durumunda nakliye maliyetinin ortalama %51.76 oranında daha düşük olacağı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Dış kaynak kullanımı, Lojistik, Tam sayılı doğrusal programlama.

**OUTSOURCING IN LOGISTIC ACTIVITIES:
AN EXAMPLE OF CEMENT PLANT**

Mehmet Levent GÜL

Industrial Engineering, M.S. Thesis, 2005

Thesis Supervisor: Asst. Prof. Sermin ELEVLI

SUMMARY

The high increase in the demand between the months of March and October during which construction activities causes intensify delivery problems for the cement supplier. In recent years, help of a professional outsourcing company has been considered as an efficient way of solving is kind of problem in the area of transportation. Handling of the transportation of the goods by a professional company leads to timely delivery and so it will increase the customer satisfaction. In addition, realising the transportation systematically will decrease the production costs. This study shows, with the example of a cement factory, what kind of advantages the supplier gets by using a professional outsourcing company for the transporting output of the cement plant. In order to reach at this aim, the size of truck fleet consist of three types truck has been estimated by utilizing integer programming on the basis of demand rate of 2004 from Eskişehir Cement plant. The transportation costs have been determined and the results have been compared with the Construction and Instalment Unit Prices published by The Ministry of Public Works and Settlement. It has been found that getting help from a professional outsourcing company will result in 51.76 % decrease in the total transportation cost.

Key Words: Outsourcing, Logistic, Integer linear programming.

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın hazırlanması sırasında göstermiő olduğu yakın ilgi, her türlü yönlendirici yardımlarından dolayı tez danıőmanım Yrd. Doç Dr. Sermin ELEVLİ'ye, göstermiő olduğu yakın ilgiden dolayı Endüstri Mühendisliği Bölüm Baőkanı Prof. Dr. Alim IŞIK'a, yapıcı eleőtirileri ile çalıőmama yön veren Prof. Dr. Orhan TORKUL'a ve hayatım boyunca maddi manevi yardımlarını esirgemeyen aileme teőekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY SAYFASI	III
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR	VI
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı	1
1.2. Dış Kaynak Kullanımı	3
1.2.1. İşletmelerin Dış Kaynak Kullanım Nedenleri	5
1.2.2. Dış Kaynak Kullanımının Getirdiği Riskler	9
1.3. Lojistik Faaliyetlerin Dış Kaynaklara Aktarılması	10
1.4. Taşımacılık Şekilleri	13
1.5. Bazı Lojistik Faaliyetlerin Dış Kaynaklara Aktarılmasının Sağladığı Yararlar ...	16
1.6. Türk Çimento Sektörü	18
1.6.1. Türk Çimento Sektöründe Ürün Nakliyesi	20
1.6.2. Türk Çimento Sektöründe Rekabet Stratejileri	21
2. LİTERATÜR ÖZETİ	23
3. MATERYAL VE METOT	27
3.1. Materyal	27
3.1.1. Eskişehir Çimento Fabrikasının Tanıtımı	27
3.1.2. Çimento Nakliyesini Gerçekleştirilmesi Muhtemel Kamyon Modelleri	29
3.2. Metot	30
3.2.1. Kamyonların Birim Maliyetlerinin Tespiti	30
3.2.1.1. Sabit Giderler	30
3.2.1.2. Değişken Giderler	32

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.2. Tam Sayılı Doğrusal Programlama İle En Uygun Kamyon Sayısının Hesaplanması	34
3.2.2.1. Tam Sayılı Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması	36
3.2.2.2. Modelin Uygulanması	38
3.2.2.3. Model Parametreleri	40
3.2.3. Modelin Çözümü	41
3.2.4. Yapılması Planlanan Çimento Nakliyesi Fiyatının Belirlenmesi	42
3.2.5. Fiyat Karşılaştırması	43
4. BULGULAR	44
4.1. Kamyonların Birim Maliyetleri	44
4.1.1. Sabit Giderler	44
4.1.2. Değişken Giderler	45
4.2. Kamyon Tipine Göre Toplam Nakliye Maliyetleri	47
4.3. En Uygun Kamyon Sayısının Tespiti	48
4.4. Nakliye Maliyetlerinin Hesaplanması	49
4.5. Yapılması Planlanan Çimento Nakliyesinin Fiyatı	51
4.6. Fiyat Karşılaştırması	52
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	56
EKLER	60
Ek-1. Bayilerinin Çimento Talebi	
Ek-3-a. TORA Çözüm Sonuçları	
Ek-3-b. QSB Çözüm Sonuçları	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
1.1.	Sektörlere Göre Dış Kaynak Kullanım Nedenleri ve Bunların Önem Derecesi	7
1.2.	Sektörlerin Dış Kaynak Kullanım Yüzdeleri	8
1.3.	Nakliye Şekli ve Yük Ağırlığı Arasındaki Masraf İlişkisi	16
1.4.	Türk Çimento Sektörü Son 5 Yılın Aylara Göre İç Satış Ortalaması	19
1.5.	Türk Çimento Sektöründe Rekabetçi Öncelikler	21
3.1.	Eskişehir Çimento Fabrikasının ve Bayilerinin Haritadaki Yeri	27
3.2.	2004 Yılı Fabrikadan Bayilere Yapılan Aylık Çimento Sevkiyatı	28
3.3.	Eskişehir Çimento T.A.Ş. Bağlı Bayilerin 2004 Yılı Çimento Talepleri	29
3.4.	Ön Lastik Değişim Periyodu	33
3.5.	Arka Lastik Değişim Periyodu	33
3.6.	Fabrikanın Bayilere Olan Uzaklıkları	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Türk Çimento Sektörü Satış Dağılımı	21
3.1. Alternatif Kamyon Modelleri	30
3.2. Fabrika Bayi Arası Nakliye Mesafesi	39
3.3. Mayıs Ayı Bayi Talep Tablosu	40
3.4. Model Kısıtları	41
4.1. Kamyonların Amortisman Giderleri	44
4.2. Faiz Gideri	45
4.3. Sigorta Gideri	45
4.4. Akaryakıt Gideri	46
4.5. Lastik Gideri	46
4.6. Bakım Onarım Gideri	47
4.7. Personel Gideri	47
4.8. Maliyet Tablosu	48
4.9. Çimento Nakliyesini Gerçekleştirecek Kamyon Tiplerinin Yapacağı Sefer Sayıları	48
4.10. Çimento Nakliyesini Gerçekleştirecek Kamyon Sayısı	49
4.11. Toplam Nakliye Maliyeti	50
4.12. Bayındırlık Bakanlığının Belirlediği Birim Fiyatlara Göre Bayilere Yapılan Çimento Nakliyesi Taşıma Ücreti	51
4.13. Dış Kaynak (Taşeron) Firmasının Belirlediği Çimento Nakliyesi Birim Fiyatları	52

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler	Açıklama
YTL/km	: Yeni Türk Lirası / Kilometre
YTL/km-ton	: Yeni Türk Lirası / Kilometre-ton
l/km	: Litre / Kilometre
%	: Yüzde

Kısaltmalar	Açıklama
TÇMB	: Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DKK	: Dış Kaynak Kullanımı
VUK	: Vergi Usul Kanunu
YA/EM	: Yöneylem Araştırmaları/ Endüstri Mühendisliği

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Önemi ve Amacı

Şiddetlenen rekabet, hizmet kalitesine dönük beklentilerdeki artış, müşteri profilindeki değişim ve artan talep eğilimleri gibi bir takım küresel dinamikler işletmelerin zorunlu olarak ufkunu genişletmektedir. Israrla perspektifini dar tutan işletmelerde ise gelecekte önemli problemler söz konusu olacaktır. Dış kaynaklardan yararlanma böyle bir ortamın ürünüdür ve gelecekteki ekonomik yapının ön koşulu olarak, vizyon sahibi işletmeler için vazgeçilmez bir yönetim stratejisi haline gelmiştir.

Dış kaynaklardan yararlanma; organizasyon dışındaki işletmeler ile ortaklaşa çalışarak maliyetleri düşürmek, verimliliği ve etkinliği artırmak, müşteri tatmini sağlamak, yeni ilişkiler kurarak ve geliştirerek faaliyette bulunmak ve sonuç olarak asgari ölçüde emek ve maliyet ile azami ölçüde iş yapabilmek olarak tanımlanabilir. Bu uygulamanın, imalat sektöründe de hizmet sektöründe de aynı felsefe ile gerçekleştirilebilmesinin nedeni rekabetin sektör ayrımı yapmamasıdır.

Dış kaynaklardan yararlanma, işletmelerin kendilerine rekabet avantajı sağlayan faaliyetlere odaklanmaları ve asıl faaliyet alanlarına girmeyen konularda ise spesifik olarak o konuda uzmanlaşmış firmalardan yararlanma yolu ile faaliyet göstermelerini öngören bir yönetim stratejisidir [1]. Alanlarında en iyi olmak için rekabet eden işletmelerin başvurdukları bir strateji olan dış kaynaklardan yararlanma uygulamalarında, işletmeler faaliyetlerini sahip oldukları temel yetenekler ile sınırlamak ve diğer faaliyetleri o konuda kendilerinden daha fazla temel yeteneğe sahip işletmelere bırakma yolunu tercih etmektedirler.

Yapılan bir araştırmada, şirketlerin en çok dış kaynak hizmetlerinden yararlandıkları alan %55 oranı ile insan kaynaklarıdır. Bunu % 35'lik bir pay ile finans ve muhasebe, %28'lik bir paylada yönetim takip etmektedir. Lojistik yönetiminin dış kaynaklara aktarılma oranının ise % 25 civarında olduğu bilinmektedir. Müşteri ilişkileri yönetimi ise %15 ile en az dış kaynak kullanılan bölüm olarak ortaya çıkmıştır [2].

Günümüz acımasız rekabet ortamının sonucu olarak, firmalar hammaddelerini en ucuz bölgelerden tedarik ederek, ürünlerini dünyanın farklı bölgelerinde üretmeye ve uluslararası piyasalarda rekabetçi fiyatlara satmaya zorlanmıştır. Bu yapı içerisinde işletmeler hammaddeden nihai tüketiciye kadar ulaşan mal ve ara mal hareketlerini yönetmek ve süreç içerisindeki işlemleri organize etmek zorunda kalmışlardır. Sonuç, kaçınılmaz olarak şirket

organizasyonunun hantallaşması, maliyetlerin artması ve operasyonel aksaklıkların ortaya çıkması olmuştur. Ayrıca, para, mal ve hizmet akışının takip edilmesi zorunluluğu ve bilişim alanında yaşanan hızlı gelişim, bilişim sektörünü bu akışın takibine yönelik çözümler üretmeye yöneltmiştir. Bu aşamada firmalar, başlangıçta lojistik faaliyetlerden birkaçı olan nakliye ve depolama operasyonlarını, sonraki aşamalarda bunlara ek olarak gümrükleme, stok yönetimi, ambalajlama gibi lojistik faaliyetlerini ve son olarak tedarik zinciri yönetimlerini dışarıya verme (outsorce) eğilimine girmişlerdir.

Bu kapsamda, lojistik faaliyetlerde problem yaşayan sektörlerden birisi de çimento sektörüdür. Çimento sektöründe genellikle inşaat faaliyetlerinin hız kazandığı Mart ve Kasım ayları arasında görülen talep artışına bağlı olarak çimento üreticilerinin bu aylarda ürün tesliminde aksamalar yaşadıkları bilinen bir gerçektir. Çimento üreticilerinin bu soruna çözüm getirebilmek amacıyla dönük arayışlarında, lojistik faaliyetlerinin tamamını ya da bir bölümünü alanında uzmanlaşmış bir lojistik şirketine devir etmeleri önemli bir alternatif olarak dikkate alınmaya başlanmıştır. Bu şekilde, zamanında teslim nedeniyle müşteri memnuniyetinin sağlanmasının yanı sıra rekabet ortamının çok acımasız olduğu Türk çimento piyasasında ürün nakliyesinin daha düşük bir maliyetle yapılması, firmalar açısından önemli bir rekabet önceliği sağlayacaktır.

Bu tez çalışması kapsamında, yukarıda yapılan açıklamalar ışığında, çimento sektöründe faaliyet gösteren çimento fabrikalarının torba çimento nakliyesini bir dış kaynak şirketine aktarmaları durumunda elde etmeleri muhtemel avantajların, bir çimento fabrikası örneği üzerinde gösterilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Eskişehir Çimento fabrikasından elde edilen veriler çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Birim nakliye maliyetleri tespit edilen farklı kamyon tipleri kullanılmak suretiyle, tam sayılı doğrusal programlama çözümüne gidilmiş ve çimento nakliyesi işine talip olacağı varsayılan bir lojistik firmasının sahip olması gereken kamyon filosu büyüklüğü tespit edilmiştir.

1.2. Dış Kaynak Kullanımı

Koçel (1995) [3], dış kaynaklardan yararlanmayı; firmaların esas itibariyle planlama, koordinasyon ve kontrol fonksiyonlarını yerine getirerek, diğer işletmecilik faaliyetlerinde de başka firmaların uzmanlığına başvurması, bir başka deyişle, dışarıya iş vermesi olarak tanımlamıştır.

Dış kaynak kullanımı (Outsource); bir kuruluşun, iç işleri kapsamındaki bazı fonksiyonlarını yürütme ve bu fonksiyonlar hakkında karar verme yetkisini, belirli bir kontrat kapsamında, dış kaynaklı başka bir kuruluşa devretmesi işlemidir. Devretme işlemi sadece bazı faaliyetlerle sınırlı kalmayıp aynı zamanda üretim faktörlerini ve karar verme yetkisini de kapsayabilir. Üretim faktörlerinden kasıt, faaliyetlerin yürütülmesi için gerekli olan kaynaklardır. Bu kaynaklar insan, yetenek, teçhizat, teknoloji, vb. olabilir.

Mersin (2004) [4], diğer bir bakış açısı ile dış kaynak kullanımını (DKK), daha önce firmanın kendisi tarafından gerçekleştirilen fonksiyonlarının başka bir firmadan temin edilmesi olarak tanımlamıştır. Ancak, DKK sürecini geleneksel satın almadan ayıran özellikler vardır. Fonksiyon ya da hizmeti satın alan firma ile tedarikçi arasında “iş ortaklığı” denilebilecek stratejik bir ilişki söz konusudur. Bu ilişkide daha yüksek performans ve/veya düşük maliyet hedefine yönelik olarak bağımsız iki firmanın ortak çabası söz konusudur. Riskin paylaşılıyor olması, bu ilişkiyi geleneksel müşteri-tedarikçi ilişkisinden ayırmaktadır. Özetle, bir şirket bir iş sürecinin sahipliğini dışarıya transfer ettiğinde DKK uyguluyor denilebilir. DKK yaklaşımında hizmeti alan firma, hizmeti sunan firmaya işini nasıl yapacağını değil, hangi iş sonuçlarına ulaşmasını istediğini bildirir. DKK ilk ortaya çıktığında, firmaların toplam çalışan sayısını azaltmak ve maliyet avantajı yaratmak için kullandıkları bir araç olarak algılanmıştır. Ancak, günümüzde DKK, yalnız maliyet azaltma amaçlı değil, işlevsel etkinliği arttırmak için de kullanılan stratejik bir iş yapma biçimi haline almıştır.

Firmalar genellikle aşağıda sıralanan özelliklere sahip süreçleri temin etmek için dış kaynak kullanımını eğilimindedirler [5].

- İşletme ve yatırım sermayesi yüksek hizmetler,
- Uzmanlık gerektiren hizmetler, çok hızlı değişen pazar koşullarına maruz süreçler (istihdam maliyeti yüksek),
- Hızlı değişen teknoloji nedeniyle pahalı yatırım gerektiren süreçler.

Genellikle dışarıdan temin edilmeyen süreçler ise şunlardır,

- Stratejik planlama fonksiyonu yönetimi
- Finansman yönetimi
- Yönetim danışmanlığı yönetimi
- Tedarikçilerin kontrolü
- Kalite yönetimi
- Pazara ilişkin konuların denetimi

Dış kaynak kullanımının, firmaların rekabet gücünü etkin bir şekilde korumalarını sağlayan ana unsurlardan biri olan “temel yeteneklerinin” geliştirilmesine büyük katkı sağladığı bilinen bir gerçektir. Bu konuda temel yetenek, bir işletmeyi başka bir işletmeden ayıran, işletmenin vizyonunu gerçekleştirmesinde rol oynayan, rakipler tarafından kolayca taklit edilemeyen bilgi, beceri ve yeteneği ifade etmektedir [3].

Günümüz yönetim uygulamalarını etkileyen bir gelişme olarak temel yetenek şunu ifade etmektedir. Her işletme kendisine has bir yetenek geliştirmelidir. İşletmeye rekabet gücünü verecek olan bu temel yetenektir. Temel yetenek ile doğrudan ilgili iş ve faaliyetler işletme bünyesinde yürütülmeli, diğer işler ise dış kaynaklara aktarılmalıdır. Bu şekilde hem organizasyon yapısı yalınlaşacak, hem organizasyon kademeleri azalacak hem de üst yönetim stratejik konularda düşünmeye daha fazla vakit bulacaktır.

İşletmeler, temel fonksiyonlarını dış kaynaklardan yararlanarak sağlamazlar. Temel fonksiyon, işletmeye stratejik avantaj sağlayan, sınırlı sayıdaki fonksiyonlardan biridir. Bir temel fonksiyon veya yetenek, bilgi paylaşımı ve müşterek öğrenme yoluyla yavaş değişen, ilave büyük yatırımlar yapılarak çabucak geliştirilmesi mümkün olmayan bir etkinliktir. İşletmeler kendilerine rekabet avantajı sağlayan bu temel yetenek ile ilgili işlerin dışındaki tüm işleri, başka işletmelere yaptırmak suretiyle, hem kaynak tasarrufu sağlamakta, hem yapı olarak küçülmekte ve yalın hale gelmekte hem de çok iyi bildikleri iş üzerinde yoğunlaşma fırsatı bulmaktadırlar [3].

Bir işletmenin temel fonksiyonlarından birini dış kaynaklardan yararlanarak sağlaması, o işletmenin pazarda etkinliğini kaybetmesine ve kendisine rakip yaratmasına neden olur. Bu yüzden işletme en iyi yaptığı işe odaklanmalı ve diğer fonksiyonları dış kaynaklardan yararlanarak sağlamalıdır. İşletmenin dış kaynaklardan yararlanarak sağdığı fonksiyonlar, işletmenin rekabeti için kritik önem taşımamaktadır.

1.2.1. İşletmelerin Dış Kaynak Kullanım Nedenleri

Şirketleri dış kaynak kullanımına iten pek çok neden sayılabilir. Aşağıda temel nedenler sıralanmaktadır [6].

- İşletme maliyetlerinin kontrolü ve düşürülmesi
- Firmanın çekirdek fonksiyonlarının gelişmesi
- Dünyaya açılma fırsatını, becerisini kazandırma
- Firma kaynaklarını başka alanlara kaydırma rahatlığı
- Başka kaynaklara ulaşma fırsatı
- Yeniden yapılanma gerekliliğinin farkına varılması
- Fonksiyonlarının yönetiminde zorlanması
- Riski paylaşma
- Nakit ihtiyacı

Tüm bu temel sebeplerin yanı sıra, firmaları dış kaynak kullanmaya zorlayan nedenlerden bazıları aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

a) Maliyetlere Bağlı Nedenler

- DKK maliyeti yüksek ve bakım gideri fazla araç parkını azaltmakta, böylelikle gereksiz malzeme alımına engel olmakta ve maliyetleri düşürmektedir.
- Yan ödemelerin genel giderler üzerindeki maliyeti konusunda sıkı kontrol gerektirmektedir. Dış kaynaklardan yararlananların, bu hizmeti kendi bünyesinde üretenlere göre daha düşük bir genel gider yapısına sahip oldukları gözlenmektedir.
- Başarılı olmayan firmalar, iyi çalışmayan mal/hizmet konularındaki maliyetleri, büyük sermaye getirisine dönüştürerek; düşük risk, daha büyük esneklik ve müşteri ihtiyaçlarına daha düşük maliyetle cevap verme yeteneği kazanabilir [7].

b) Kuruluşa Bağlı Nedenler

- En iyi yapılan işe odaklanarak verimliliği artırmak.
- Değişen iş koşulları, ürün talepleri ve teknolojiye ayak uydurabilmek amacıyla esnekliği artırmak.
- Kuruluşun yapısını değiştirmek.
- Ürün ve hizmet kalitesini, müşteri memnuniyetini ve hisse değerlerini artırmaktır.

c) Gelişime Bağlı Nedenler

- Riskli ve istenmeyen yönetim problemlerinin firma bünyesinden uzaklaştırılıp, dış kaynağa aktarılması ile faaliyetlerin kalitesinin ve firma imajının korunması mümkün olacaktır.
- Mevcut olmayan tecrübe, beceri ve teknolojiyi elde etmek.
- Risk yönetimini geliştirmek.
- Profesyonel tedarikçiler ile çalışarak, imaj ve güvenilirliği artırma isteği [5].

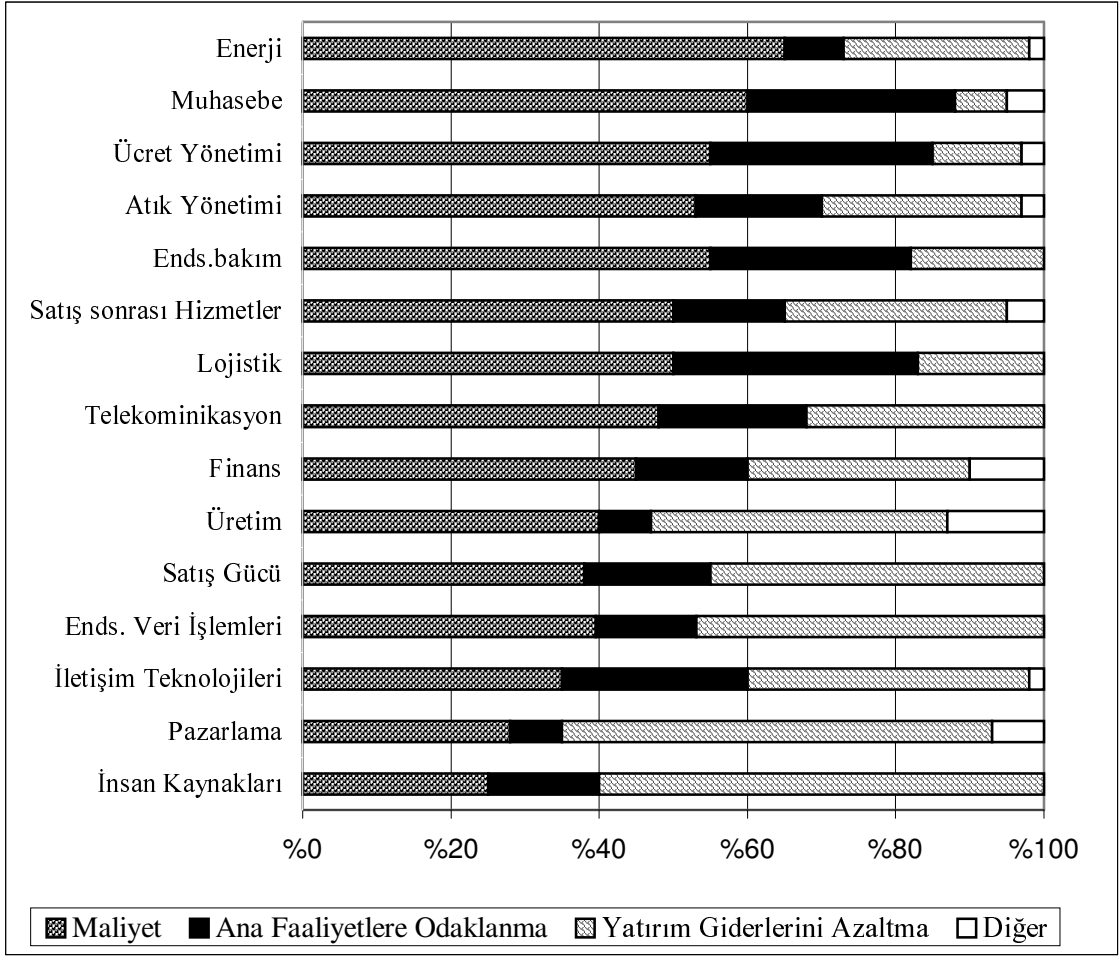
d) Finansal Nedenler

- Yatırımları azaltarak, ortaya çıkan kaynakları başka alanlarda kullanmak.
- Sahip olunan malların tedarikçiye satılması yoluyla nakit sağlamak.

d) İmkanlara Bağlı Nedenler

- Tedarikçinin sahip olduğu iş ağını kullanarak pazarda yer edinmek ve yeni iş olanakları sağlamak.
- Tedarikçinin yüksek kapasitesi, hızlı işlemleri ve gelişmiş sistemi yardımıyla gelişimi hızlandırmak.
- Ek bir kaynak ayırmadan kapasiteyi arttırmak.
- Düşük teknoloji sahibi olan bazı firmaların ileri teknoloji alanında uzman personeli istihdam etmede veya bunları kadrolarında tutma konusunda yaşadığı problemleri gidermek [8].

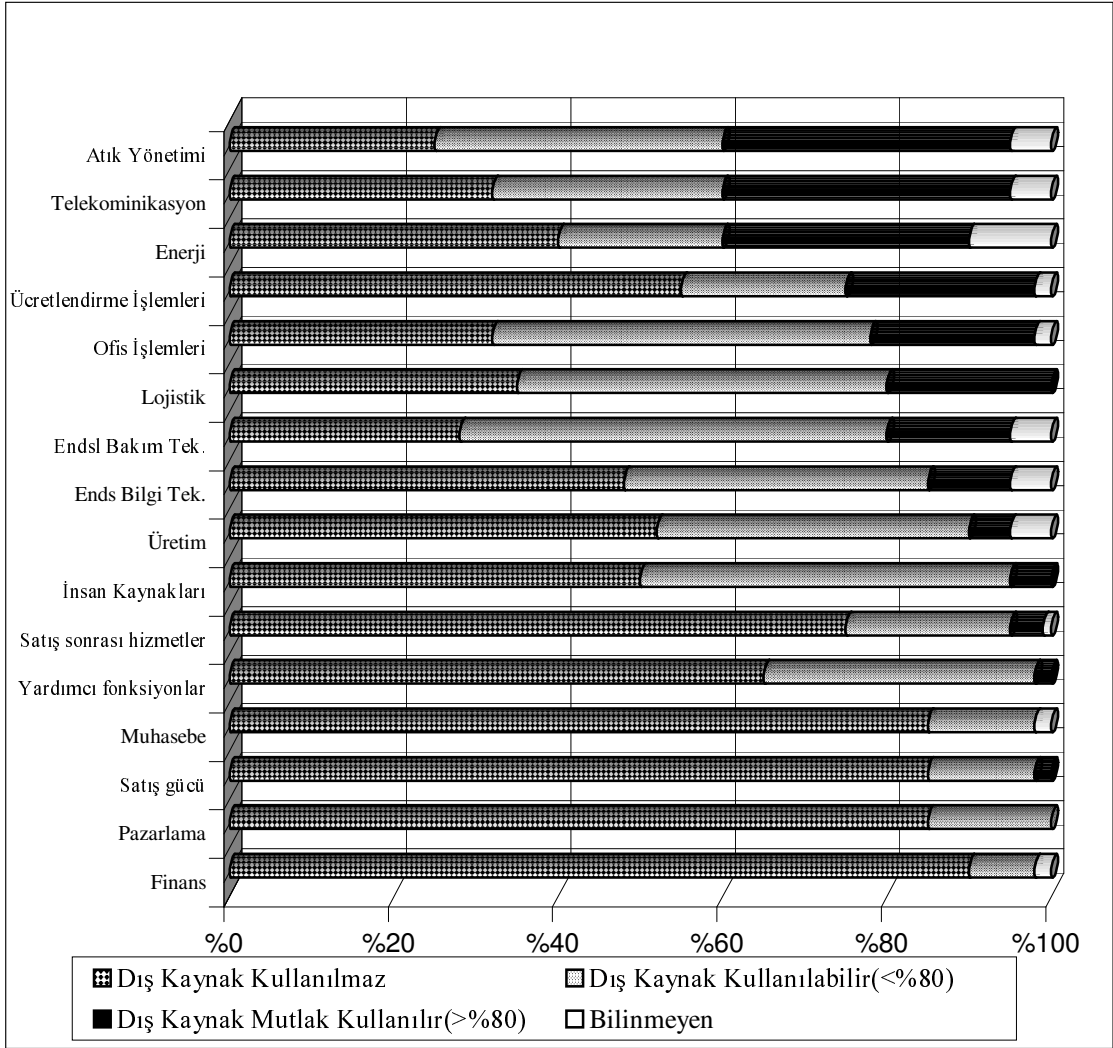
Her sektör için yukarıda bahsedilen nedenler farklı önceliğe sahiptir. Şekil 1.1'de bazı sektörler açısından temel kategoriler bazında bu öncelikler belirtilmektedir.



Şekil 1.1. Sektörlere göre dış kaynak kullanım nedenleri ve bunların önem derecesi [9].

Şekil 1.1.'den anlaşılacağı üzere, her sektörün kendine özgü öncelikleri ve bu önceliklere bağlı olarak oluşmuş olan dış kaynak kullanım nedenleri vardır. Lojistik faaliyetlerde dış kaynağa yönelmenin en önemli nedeni maliyetleri azaltmaktır. Yatırım giderlerinin azaltmak bunu takip etmektedir. Ancak tüm sektörler baz alındığında, Dış kaynak kullanımından faydalanmanın en büyük nedeninin ekonomik faktörlerden kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Yapılan bir anket çalışması sonucunda ortaya çıkan veriler Şekil 1.2'de verilmiştir. Buradan sektörlerin dış kaynak kullanımından faydalanma oranlarının farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Özellikle lojistik faaliyetlerde, insan kaynakları yönetiminde ve bakım planlama gibi alanlarda önemli bir oranda dış kaynak kullanımından yararlanılmaktadır.



Şekil 1.2. Sektörlerin dış kaynak kullanım yüzdeleri [9].

Şekil 1.2’de lojistik çubuğu dikkatle incelenecek olursa, “dış kaynak kullanılabilir” ve “dış kaynak mutlak kullanılır” bölgelerinin çubuğun büyük bölümünü kapsadığı görülür. Yani, lojistik faaliyetlerin dış kaynaklara aktarılması şirketler açısından en fazla gereklilik gösteren alanlardan birisidir. Bunun temel nedeni, lojistik faaliyetlerin çok geniş bir alanı kapsamasıdır. Pek çok firma için lojistik faaliyetler, işletmenin ana faaliyet alanı dışında yer almaktadır ve buna bağlı olarak firmalar bu tür faaliyetlerinin yürütülmesini alanında uzmanlaşmış lojistik firmalarına devretmektedirler.

1.2.2. Dış Kaynak Kullanımının Getirdiği Riskler

Kuruluşların herhangi bir fonksiyonunu, dış kaynaklara yönlendirmesi için bir çok neden bulunabilir. Fakat uygulama esnasında karşılaşılabilecek riskler de göz ardı edilmemelidir. Bu risklerin farkında olmadan verilecek dış kaynak kullanım kararı, kuruluşun uzun vadede zarara uğramasına neden olabilir.

Aşağıda dış kaynak kullanım uygulamasında karşılaşılabilecek riskler ve bunları azaltma yolları sıralanmıştır.

- Dış kaynaklardan yararlanan işletmelerin, verimlilik seviyesi dışarıdan alınan hizmete bağımlı olacaktır. Dolayısıyla, işletmenin dışarıdan sağlanan servisler üzerindeki kontrolü azalacaktır. Bu nedenle dış kaynaklardan yararlanan işletmelerin taşeron firmanın faaliyetlerini dikkatle incelemeli ve sürekli iletişim kurması gerekmektedir. İşletme yönetimi, taşeron firma ile koordinasyon ve kontrolü sağlayabilmek için o işin gerektirdiği tüm detayları bilmesi gereklidir [10].
- Tedarikçi firmanın işlerinin bozulması ve bunun dış kaynak kullanım ilişkisini etkilemesi bir risktir. Örneğin, tedarikçi firma, finansal bir sıkıntı içine girebilir, teknolojisini yenileyemeyebilir ya da stratejik yapısında geçirdiği değişiklik nedeniyle farklı hizmet türlerine yönelmek zorunda kalabilir. Kuruluş tedarikçi firmanın performansından memnun olmadığı durumlarda, dış kaynak kullanım anlaşmasını fes edebilmek veya devredilen fonksiyonu geri çekebilmek için ilk aşamalarda anlaşmaya çeşitli koşullar koyabilir. Bu ön koşullar sayesinde kuruluş yanlış yoldan istediği zaman dönebilme hakkına sahip olacak ve karşılaşıacağı riskleri azaltacaktır [5].
- Daha önceki bölümlerde değinildiği gibi genellikle dış kaynağa spesifik konumlarda çalışan insan ihtiyacı sebebiyle de başvurulmaktadır. Dış kaynak hizmeti sağlayan dış kaynak personelinin program dahilinde hizmeti alan firma çalışanları ile birleştirilmesi gerekecektir. Bu durumda dış kaynağa yeni aktarılmış fonksiyonun çalışanları firma içinde başka görevlere atanabilir veya dış kaynağa sözleşme ile transfer edilebilirler. Bu geçiş döneminden sonra dış kaynak hesabına çalışan personel genellikle geri dönmezler. Bazen de işlerine son verilir. Bu durum diğer departmanlarda çalışanların iş ve firmaya bağlılık konusundaki motivasyonlarını olumsuz etkileyecektir [7].

- Bir işletmenin ana faaliyet alanında olmasa dahi önemli sayılan becerilerinin yitirilmesi veya yanlış beceriler geliştirilmesi söz konusu olabilmektedir. Örneğin bir bisiklet üreticisi, yarı iletken cipler veya bisiklet dinamoları gibi küçük parçaların imalatını dış kaynaklara aktarmıştır. Firma kalite standartlarını nasıl geliştireceğini planlarken, dış kaynağın yeterli biçimde mal üretmeye istekli olmadığını fark eder. Ancak geçen zaman içerisinde firma bu konudaki becerisini yitirmiştir. Geri dönüş mümkün olsa bile maliyet yüksek olacaktır [6].
- Pek çok durumda dış kaynak kullanıcıları, kritik bilgilerin dış kaynakta kalması, dış kaynağa aşırı bağımlılık, kalite ve zamanlama üzerindeki kontrolü kaybetme, içeriden gelebilecek direnişin sonucu etkilemesi gibi endişeler duymaktadırlar.

Dış kaynak tedarikçisi firma açısından riskler ise aşağıda sıralandığı gibi olacaktır.

- Sonuçta istenen hizmet ya da ürünün tanımlanması zor olabilmektedir. Birçok durumda maliyetlerin önceden tahmini yapılamamaktadır. Sözleşme safhasında bu gibi konular her iki taraf arasında müzakere edilmeli ve ani dalgalanmaların olabileceği maliyet kalemleri belirlenmelidir.
- İş tamamlandığında dış kaynağın sonuca etkisinin etkin bir biçimde ölçülmesi mümkün olmayabilmektedir. Bu durum da dış kaynak sağlayan firma, etkinliğini net olarak kanıtlamakta zorluk çekebilir.
- Dış kaynak kullanımı girişiminden işletme yöneticileri de doğrudan etkilenmektedirler. Yöneticiler, dış kaynak kullanıldığı durumlarda yetkilerinin sınırlandırılacağını düşünerek dış kaynak kullanımına olumlu bakmayabilirler. Yetki devrinin söz konusu olduğu durumlarda tedarikçi firma bu tür düşünceler nedeniyle, zorluklarla karşılaşmaktadır [10].
- Dış kaynaktan yararlanan firma için yapacağı stratejik iş planlarının aynı zamanda rakibine de hizmet veren dış kaynak firmasına açıklanması riskli olabilir. Çünkü dış kaynak firması hizmeti alan firmanın özel yada mülk ile ilgili bilgilerini kullanabilir yada rakibine aktarabilir [7].

1.3. Lojistik Faaliyetlerin Dış Kaynaklara Aktarılması

Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi dış kaynak kullanım nedenlerinin bir sonucu olarak firmaların lojistik faaliyetlerinin bir kısmını ya da tamamını uzman dış kaynak firmalarına devretmeleri, özellikle lojistik faaliyetler alanında yaşanan problemlerin giderilmesi için son yıllarda geliştirilmiş bir çözüm yoludur. Lojistik faaliyetlerin dış kaynaklara devredilmesi yaklaşımı, geleneksel hizmet satın almaya göre; daha kapsamlı ve uzun soluklu olması, hizmeti verenle alanın ortaklaşa geliştirdiği özel çözümleri içermesi gibi önemli farklılıklar içermektedir

Tanyaş (2003) [11], lojistiği; üretim noktası ile tüketim noktası arasında fark olduğu sürece daima söz konusu olabilecek bir kavram olarak tanımlamaktadır. Lojistik, Yunanca “Logistikos” kelimesinden gelmekte olup “hesap kitap yapma bilimi”, “hesapta becerikli” anlamına gelmektedir. Askeri anlamda 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 düşünülerek hareket ettirilmesi sanatı” olarak tanımlanmaktadır.

Lojistik, çok genel olarak ürün akışının, çıkış noktasından varış noktasına kadar, planlanması, uygulanması ve kontrolüdür. Doğru ürünün doğru yerde, zamanda ve miktarda bulunmasını sağlamak, lojistik faaliyetlerin temelini oluşturur

Bir başka deyişle lojistik, Akten (1995)[12]’te, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere, ham maddenin başlangıç noktasından, ürünün tüketildiği son noktaya kadar olan tedarik zinciri içindeki malzemelerin, servis hizmetlerinin ve bilgi akışının etkili ve verimli bir şekilde, her iki yöne doğru taşınmasının ve depolanmasının, planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi olarak tanımlanmıştır.

Bütün bu malzeme akışının, servis hizmetlerinin ve bilgi akışının verimli bir şekilde gerçekleşmesi “lojistik yönetimi” nin başarısı ile doğrudan ilişkilidir. Lojistik Yönetimi Konseyi (Council of Logistics Management) lojistik yönetimini “Müşteri gereksinmelerini karşılamak üzere, üretim noktası ve tüketim noktaları arasındaki mal, hizmet ve ilgili bilgilerin ileri ve geri yöndeki akışları ile depolanmalarının etkin ve verimli bir şekilde planlanması, uygulanması ve kontrolünü kapsayan tedarik zinciri süreci aşamasıdır.” şeklinde tanımlamaktadır. Bu tanım iki nokta (tedarikçi-müşteri) arasındaki mal, hizmet ve bilgi akışını içeren tüm faaliyetleri kapsamaktadır. Tedarikçi ile üretici arasında olan lojistiğe gelen lojistik (Inbound Logistics), üretici ile müşteri arasında olan lojistiğe giden lojistik (Outbound

Logistics) denilmektedir. Aşağıda lojistik yönetimi tanımı içerisinde bahsedilen lojistik faaliyetler görülmektedir. Tedarikçi ile müşteri arasında mal, hizmet ve bilgi akışını içeren aşağıdaki faaliyetlerin tümü yada ayrı ayrı her biri lojistik terimi içerisinde yer almaktadır. Her hangi bir lojistik firmasının aşağıdaki faaliyetlerden birini yada birkaçını gerçekleştiriyor olması gerekmektedir [11].

- Satın alma
- Nakliye (hava, kara, su, boru)
- Kalite Kontrol, Gözetim İşleri
- Gümrük, Sigorta
- Depolama
- Fasona Gönderme, Fasondan Aldırma
- Tedarik Sipariş İzleme
- Talep Tahminleri
- Envanter Yönetimi
- Lojistik Bilgi Sistemleri
- Yedek Parça Desteği
- Dağıtım
- İade İşlemleri (Sezon içi iade-satılmayan ürün iadesi, Defolu ve ürün iadesi Tüketici İadeleri, Sezon sonu iadeleri), Tersine Lojistik (boş kapların, ambalaj atıklarının getirilmesi, vb)
- Hurda ve Iskartaların Elden Çıkartılması
- Katma Değerli İşlemler (Etiketleme(fiyat/barkot), Paketleme
- Rota planını yapma ve araç optimizasyonu
- Sevkiyat (yükleme ve varış zamanı planlama)

Yukarıda sıralanan lojistik faaliyetleri gerçekleştirebilmek için gerekli olan maliyet kalemlerinin yanı sıra, etkin ve verimli lojistik yönetimi uygulanamamasından kaynaklanan maliyetler de oluşmaktadır: Söz konusu maliyet kalemleri aşağıda sıralanmıştır.

- Navlun, Sigorta, Gümrükleme, Ara Taşıma Maliyetleri
- Depolama Maliyetleri
- Bozulma, Hasar ve Kayıp Maliyetleri
- Geç Teslimat Maliyetleri

- Hata, Ceza Maliyetleri
- Bilgi Sistemleri / Bilgi İletişim Maliyetleri
- Personel Maliyetleri
- Optimum Olamayan Sipariş Miktarları Maliyetleri
- Stok Bulundurma Maliyetleri
- Atıl Kapasite (depo, taşıma aracı, vs.) Maliyetleri

Bir ürünün fiyatını belirleyen etkenlerden birisi de lojistik maliyetlerdir. Müşteriye ulaştırılmayan ürün ekonomik olarak bir anlam ifade etmez. Bir ürünü müşteriye en uygun bedelle satabilmek için dikkatle incelenmesi gereken unsurlardan birisi de lojistik maliyetlerin minimize edilmesidir.

1.4. Taşımacılık Şekilleri

Taşımacılık veya nakliye en çok bilinen temel lojistik faaliyetlerden birisidir. Bir malın bir pazardan ötekine aktarılması değişik taşıma sistemleri ile olur. Bir mal, pazarlama aşamasında; fiziksel özelliğine, değerine, ambalaj biçimine, boyutlarına bağlı olarak aşağıdaki taşıma sistemlerinden birini veya bir kaçını kullanır.

a) Karayolu Taşımacılığı

Birçok ekonomide olduğu gibi ülkemizde de iç taşımacılıkta karayoluna ağırlık ve öncelik verilmiştir. Karayolu en uç noktalara kadar erişme olanağı verdiği için özellikle kısa mesafeli taşımalarda, diğer taşıma türlerine göre, daha ekonomiktir. Karayolunun kısa mesafelerde diğer taşıma sistemlerine göre daha ekonomik olmasında, demiryolu ve içsuyolu gibi alternatif taşıma sistemlerinde sabit maliyetlerin toplam maliyet içindeki payının belirgin bir biçimde yüksek olması olgusu yatar. Ancak, taşıma mesafesi büyüdükçe sabit maliyetlerin toplam maliyet içindeki payı aşağıya çekilebilir. Bu da uzak mesafeli taşımalarda demiryolu ve içsuyolu taşımacılığının karayoluna göre daha ekonomik olacağını gösterir.

Karayolu, enerji tüketimi yönünden ulaşım seçenekleri içinde en yüksek maliyete sahip olanıdır. Yakıt maliyeti değişken giderlerin %50'sine, birim maliyetlerinin de %33'üne denk gelmektedir [12].

b) Demiryolu Taşımacılığı

Demiryolu taşımacılığı sanayi devrimi ile yaşıttır. Kitle taşımacılığına uygun oluşu, oldukça düşük enerji tüketimi sayesinde demiryolu sistemi özellikle uzak mesafeler için ekonomik bir taşıma seçeneğidir. Denizyolu ile bağlantılı olduğu düşünüldüğünde, demiryolu taşımacılığının etkisi oldukça güçlüdür. Demiryolu taşımacılığının önemli bir dezavantajı nakledilecek malzemenin istasyonlarda ki yükleme ve boşaltma işleminin zaman kaybına neden olmasıdır.

c) İçsu Taşımacılığı

İçsu nakliyatı başka adıyla da ırmak ve kanal taşımacılığı, ülkenin her bir yanına yayılmış iç su ağının nakliye rotası olarak kullanılmasıdır. Özellikle hammadde nakliyesinde kara ve demiryolu ulaşımına oranla daha uzuz bir taşımacılık biçimidir. Irmak ve kanal taşımacılığında sistemi oluşturmak için gerekli alt yatırım miktarı olarak, kara ve demiryolu ulaşımındakine göre daha azdır. Taşıma uzaklığı ve yük miktarı arttıkça içsu taşımacılığı karayolu ve demiryoluna göre daha ekonomik bir taşıma şekli olarak ortaya çıkmaktadır [12].

d) Denizyolu Taşımacılığı

En ucuz taşıma şeklidir. Denizyolu taşımacılığında, limanlar ve liman işletmeciliği ile bu limanların buldukları yerler büyük önem arz etmektedir. Malların gönderilmesinde en yavaş nakliye yöntemi olmakla birlikte, büyük hacimli malların taşınması için en uygun yöntemdir. Dünya ticaretinin büyük bir bölümü bu taşıma yöntemi ile gerçekleştirilmektedir [13].

e) Havayolu Taşımacılığı

Tüm taşımacılık şekilleri arasında en pahalı olanı havayolu taşımacılığıdır. Bu taşımacılık şekli malların ucuz bir şekilde piyasalara aktarılması amaçlandığında ağırlık verilecek taşıma şekli olmaktan çıkmaktadır. Genellikle hacim olarak küçük, değer olarak büyük mallar ile uzun mesafelere kısa zamanda nakledilmesi gereken mallar için en önemli taşıma şeklidir. Bu bağlamda aciliyet arz eden durumlarda, havayolu taşımacılığı vazgeçilmez bir taşıma şeklidir [13].

f) Boru Hattı Taşımacılığı

Bu taşıma şekli petrol, doğal gaz ve su gibi ürünlerin taşınmasında kullanılan bir taşımacılık şeklidir. Bu ürünlerin çıkarıldığı kaynaklardan tüketildiği son noktaya kadar yada okyanus aşırı mesafelere taşınması gerektiği hallerde limanlara kadar olan taşıma şeklidir. Özellikle petrol ve doğal gaz gibi yanıcı maddelerin güvenli bir şekilde taşınması açısından en uygun taşıma şekli

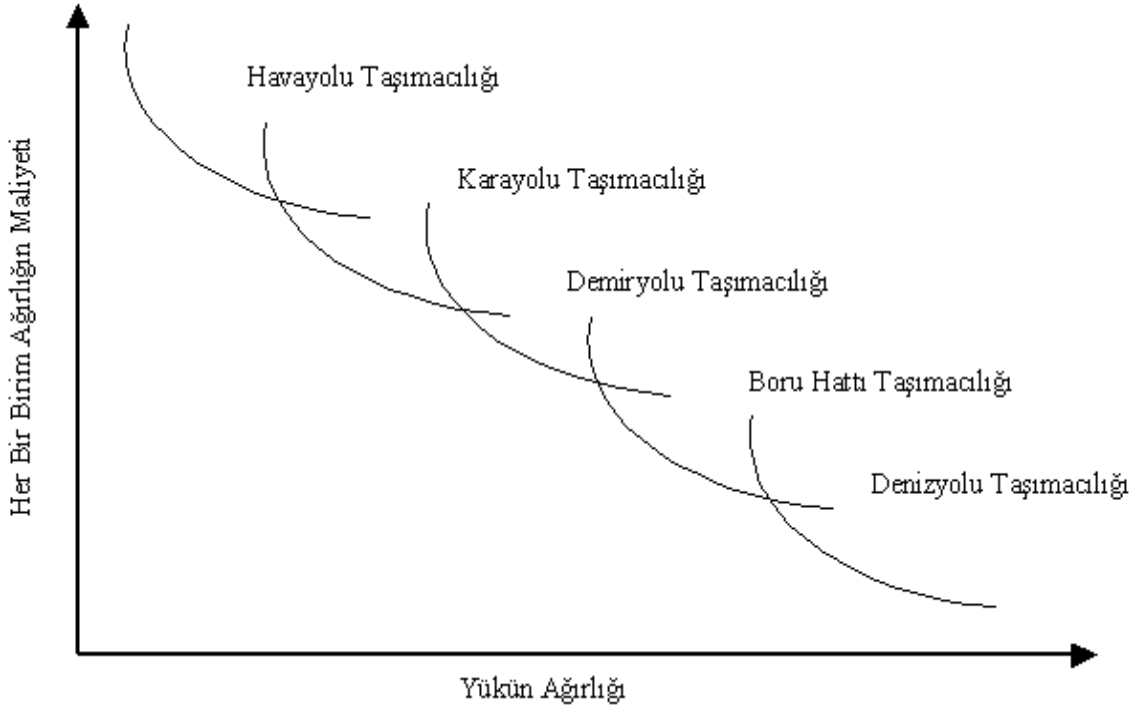
boru hattı taşımacılığıdır. Nakliye maliyeti açısından, denizyolu taşımacılığının ardından en ucuz taşımacılık şeklidir [13].

Lojistik hizmet sağlayan firmalar, nakliye şeklini seçerken taşımaya konu olan ürünün cinsine, yükleme ve teslim noktalarına, fiyat beklentisine, taşıma zamanına, taşımada istenilen güvenliğe göre planlama yapmaktadırlar. Bu planlama içinde amaç, taşınan ürünlerin mümkün olduğu kadar liman, depo, dağıtım merkezleri gibi bekleme alanlarında kısa süreli kalmasıdır [14].

Bilindiği üzere bir ürünün gerçek fiyatı üreticinin belirlediği satış fiyatı değildir. Üzerinde pazarlık yapılacak olan fiyat, alıcıya teslim fiyatıdır. Bu fiyat ise fabrika çıkış fiyatı ile taşıma, depolama, sigorta, ambalajlama ve takip giderleri gibi lojistik giderlerinin eklenmesi ile ortaya çıkar. Günümüzde fabrika teslim fiyatları birbirine çok yaklaşmıştır. Bu nedenle Pazar payını artıracak olan fiyat avantajı ve müşteri tatmini gibi konularda bu konuda uzman kuruluşların yani lojistik hizmeti sağlayan kuruluşların devreye girmekte olduğu uzmanlar tarafından ifade edilmektedir.

Nakliyenin maliyet artırıcı etkisi göz ardı edilemeyecek bir şeydir. Mesafe arttıkça maliyet de artan bir unsur olarak ortaya çıkmakta ve dışı doğru açıldıkça da rekabet edebilirlik durumunu devam ettirebilmek için uygun lojistik çözümü seçmek gerekmektedir. Yani talep edilen hizmeti en düşük maliyetle, en doğru bir şekilde ve en güvenli yöntemle gerçekleştirilmesine imkan sağlayacak seçenek etrafında operasyonun gerçekleştirilmesidir. Böylelikle daha avantajlı bir konumda pazara girme imkanı doğabilecektir.

Şekil 1.3'de görüleceği üzere, bir taşıma işleminde yükün ağırlığı ile taşıma şeklinin belirlenmesi arasında taşıma maliyetleri üzerinde etkili olan bir oran mevcuttur. Dolayısıyla taşıma aracının seçimi; istenilen nakil zamanı, malların varış noktası, her yolun kendine göre çıkarabileceği maliyet oranları dikkate alınarak seçilmektedir. Ancak bu şekilde ifade edilen ilişki tek değişken değildir. Özellikle zaman, malın cinsi ve güvenlik gibi değişkenlere ilişkin alıcı ve satıcıların değerlendirmeleri de seçimi etkileyen diğer faktörlerdir.



Şekil 1.3 Nakliye şekli ve yük ağırlığı arasındaki masraf ilişkisi

1.5. Bazı Lojistik Faaliyetlerin Dış Kaynaklara Aktarılmasının Sağladığı Yararlar

Temel yetenekleri arasında lojistik faaliyetlerden herhangi biri ya da birkaçını bulundurmayan işletmeler söz konusu faaliyetleri, branşında uzmanlaşmış olan dış kaynak şirketlerine devrettiklerinde, aşağıdaki faydaları sağlamış olurlar.

a) Ana İşe Odaklanmak

Günümüzün pazar şartları, tedarikçi-üretici-müşteri zincirinde işlerin giderek daha karmaşık yapılarda yönetilmesini gerektirmektedir. Birbiri ile etkileşim ve uyum içinde çalışması gereken bu yapıları kurmak ve yönetmek için büyük finans kaynakları, birçok konuda bilgili yönetim katmanları ve yoğun ilgi gerektirmektedir. Lojistik sektöründe dış kaynak kullanımı ile ulaşılmak istenen hizmet seviyesi ne ise sadece bunun tanımlanması yeterli olmakta, Lojistik ile ilgili, finansman dahil, sorumluluk dış kaynak kullanımı şirketine devredilmektedir. Hizmet alanın yapması gereken tek şey stratejiyi belirlemek, hedefleri koymak ve ilişkiyi yönetmektir. Bu şekilde hizmet alan firma zamanını ve kaynaklarını ana yetkinliğine yönelik daha verimli olarak kullanabilmektedir [4].

b) Maliyetin Azaltılması

Dış kaynak kullanımı hizmeti veren kurumlar müşterilerinin herhangi birinin tek başına sahip olduğundan çok daha büyük bir ölçüğe sahiptirler. Örneğin, birden çok firmanın siparişlerinin birleştirilmesi ile nakliye, gümrükleme, malzeme taşıma gibi maliyetleri azaltmak, kaynakları daha verimli kullanmak mümkün olmaktadır. Bu sebeple hem satın alma maliyetleri hem de işletme maliyetleri daha düşüktür. Rota optimizasyonu ve büyük ölçeklerden kaynaklanan indirimler gibi operasyonel verimliliği arttırıcı avantajlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Çok kullanıcı depolama hizmetleriyle firmaların stoklama maliyetini azaltır.

c) Sabit maliyetin Değişkene Dönüştürülmesi

Lojistik bilgi sistemlerinin kurulması, yüksek maliyetli yük taşıtları, geniş depo alanları, çok sayıda insan gücü gibi gerekli kaynakların sağlanmasında ilk maliyet çok yüksektir ve maliyet kapasite arttıkça göreceli olarak artmaktadır. Lojistik sistemini kendisi için kuran her şirket bu sabit maliyetlere katlanırken, dış kaynak kullanımı şirketleri toplamda çok daha büyük bir havuzda erittikleri sabit maliyetleri müşterilerine yansıtmayabilmekte, dolayısı ile kapasite gereksinimi dalgalanırken (artıp-azalırken) kullanıcı esnek ve düşük bir maliyet modeli ile hareket edebilmektedir [4].

d) Maliyetlerin Önceden Bilinmesi

Birçok şirket hem tecrübe hem de bilgi eksikliği sebebi lojistik maliyetlerini belirleme ve ileriye yönelik değişimi tahmin etmede zorlanmaktadır. Öte yandan hizmeti sunan firma lojistik alanında uzmanlaşmış, deneyim sahibi olmuş olduğundan risklerini daha iyi yönetebilmekte, maliyetini daha iyi hesaplayıp hizmeti alan firmaya taahhüt edebilmektedir.

e) Bilgi Teknolojilerini Doğru Kullanmak

Günümüzde lojistik yönetimi önemli ölçüde bilgi teknolojilerine dayanmaktadır. Dolayısı ile bilgi teknolojilerinin doğru seçimi, uyarlanması ve yönetimi, rekabet edebilirliğe büyük katkıda bulunmaktadır. Bilgi teknolojilerini doğru kullanmayan firmalar lojistik sürecini etkin biçimde kontrol edememe, tedarik sürelerinin uzaması ya da aksamaması, sistem içindeki stokların artması, entegrasyonun sağlanamaması gibi büyük sorunlar ile karşılaşabilmektedir. Bu durum, lojistikte bilgi teknolojilerinin uygulamalarını deneysel bir yaklaşımla ele almayı büyük bir risk haline getirmektedir. Bilgi teknolojilerinin etkin lojistik yönetiminde hizmet alan firmanın iş hedeflerine uygun bir şekilde yönetmek dış kaynak kullanımı şirketlerinin sorumluluğudur.

Dolayısı ile bunu başaramadıkları takdirde bu şirketler önemli yaptırımlarla karşı karşıya kalırlar. Bu durum, dış kaynak kullanımı şirketlerinin sağladığı en önemli faydalardandır.

f) Maliyet ve Teknoloji Risklerinin Azalması

Özellikle proje yönetimi hataları, yanlış teknoloji seçimi, kaynak yetersizliği, hedef yönetiminin olmaması gibi sebeplerle maliyetleri çok yükselebilen lojistik projelerinde, bu konuda gerekli önlemleri almak ya da önlem alamadığı takdirde de sonucuna katlanmak şirketin sorumluluğu olmaktan çıkıp, dış kaynak kullanımı şirketinin sorumluluğu haline gelmektedir.

g) Geniş ve Esnek Kaynak Havuzu

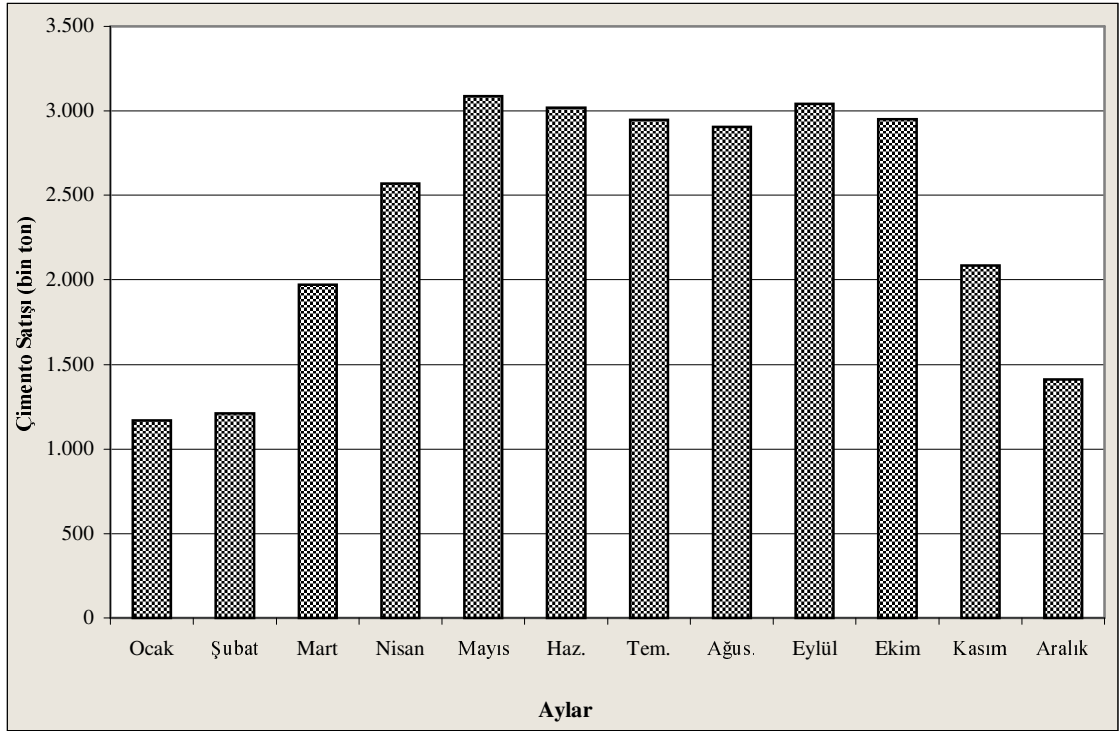
Geniş bir alana yayılmış olan lojistik hizmetlerinin, farklı zamanlarda gerektirdiği farklı uzmanlık ve kaynaklar ancak geniş bir kaynak havuzundan sağlanabilir. Bu havuzun bir şirket tarafından yönetilmesi de kaynak yönetimini, entegrasyonunu ve koordinasyonunu kolaylaştırmaktadır. Özellikle dönemsel ya da mevsimsel olarak üretim ya da dağıtım gereksinimleri artan firmalar için dış kaynak kullanımı büyük esneklik sağlamaktadır. Kısa süreler için çok miktarda nakliye aracı, insan kaynağı, depo alanı sağlama gibi olanaklar mevcuttur. Firmanın bu hizmetleri kendisinin yapması durumunda ya dönemsel darboğazlar ya da ölü dönemlerde atıl kapasite ortaya çıkmaktadır. Stok seviyelerini minimize etmek için dış kaynak kullanımı etkin bir yöntemdir [15].

1.6. Türk Çimento Sektörü

Türk çimento sektörü; teknolojik alt yapısıyla ve 39'u entegre 18'i öğütme ve paketlenme olmak üzere toplam 57 tesisiyle Avrupa'da ilk; dünyada ilk on üretici ülkeden biri konumundadır. Sektörde faaliyet gösteren 57 fabrikanın tamamı özel şirket statüsündedir. Çimento üreticileri; taşeronlar dahil olmak üzere yaklaşık 15000 kişiye iş imkanı sağlamaktadır [16].

2004 yılında yaklaşık 38 milyon ton üretim yapan sektör, Türkiye pazarına hizmet etmenin yanı sıra diğer ülkelere de ihracat yapmaktadır. Türk Çimento sektöründe iç satışlar 2004 yılında bir önceki yıla göre %4.83 oranında artış göstererek 30 milyon ton civarında gerçekleşmiştir (Erşen ve Vural, 2003) [17]. Çimento satışlarının, inşaat sektöründe yaşanan olumlu ya da olumsuz etkilere son derece duyarlı olduğu bilinen bir gerçektir. İnşaat sektöründe yaşanan en küçük bir hareketlilik, çimento satışlarını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, inşaat faaliyetlerinin hız

kazandığı özellikle yaz dönemlerinde çimento satışları yaklaşık 3 kata kadar artış göstermektedir. Son dört yıllık satış verileri baz alınarak elde edilen aylık ortalama satış rakamları Şekil 1.4'de verilmektedir. Şekil 1.4'ten satışlarda yaşanan artışın mart ayında başladığı ve ekim ayının sonuna kadar devam ettiği anlaşılmaktadır. Ekim ayından itibaren satışlarda gözle görülür bir düşüş gerçekleşmektedir.



Şekil 1.4 Türk çimento sektörü son beş yılın aylara göre iç satış ortalaması [18].

Mart-Kasım dönemi içinde yapılan satışlar toplam satışın %86'sını oluşturmaktadır. Bu durum çimento üreticilerinin, özellikle bu dönemde ürünlerini müşteriye güvenle ve tam zamanında ulaştırmaları gerektiğini gösterir.

1.6.1. Çimento Sektöründe Ürün Nakliyesi

Çimento sektöründe ürün nakliyesi, müşteriye yerinde yapılan teslimat ve fabrika çıkışı yapılan teslimat olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir. Aşağıda her iki şekilde çimento nakliyesinin nasıl gerçekleştirildiği açıklanmaktadır.

a) Fabrika Çıkışı Yapılan Teslimatlar

Çimento firmaları, genellikle hazır beton santralleri, prefabrik beton üreticileri ve seramik yapıştırıcısı üreticilerine dökme çimento tedariki yapmaktadırlar. Dökme çimentonun nakliyesi, ürünün kendine haz fiziksel yapısından dolayı “silobas” olarak adlandırılan basınçlı çimento taşıyıcı kamyonlar ile yapılması gerekmektedir. Bu kamyonlar dökme çimentoyu hava basıncı yardımı ile yükleyip boşaltabilmektedirler. Genellikle bu tür taşıyıcılar dökme çimento talebinde bulunan müşterilerin sahip oldukları yatırımlardır. Dökme çimento alıcıları kendi sahip oldukları silobaslar ile fabrikadan ihtiyaçları olan çimentoyu almaktadırlar. Dolayısıyla çimento üreticilerinin dökme çimento nakliyesi ile ilgili herhangi bir sorunları bulunmamaktadır [19].

b) Müşteriye Yerinde Yapılan Teslimatlar

Tablo 1.1’de Türk çimento sektöründe en fazla çimento talebinde bulunan müşteriler görülmektedir. Tablo incelendiğinde en fazla satış hazır beton üreticilerine ve bayilere yapılmıştır, bu iki alıcı çimento üreticileri için vazgeçilmez müşterilerdir. Bu nedenle özellikle bu iki müşterinin memnuniyeti, çimento üreticileri açısından büyük önem taşımaktadır [20].

Çimento bayilerine yapılan ürün nakliyesi, fabrikaların anlaşmalı olduğu nakliye firmalarının veya fabrikaya kömür taşıyan kamyonlar aracılığı ile yapılmaktadır. Bu durum özellikle yaz aylarında çimento sevkiyatında gecikmelere yol açmaktadır [21].

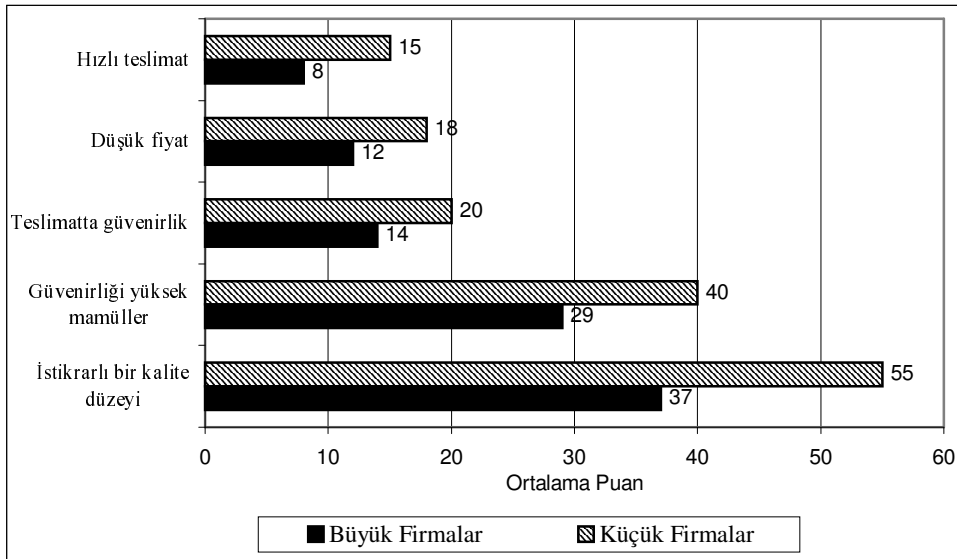
Özellikle yaz döneminde sanayi, tarım ve hizmetler sektöründe belirgin bir yoğunluk yaşanmakta olduğundan ve dolayısıyla tüm lojistik firmalarının ve hatta taşıyıcılar kooperatiflerinin dahi yoğun bir şekilde çalıştıkları bilinen bir gerçektir. Bu nedenlerden dolayı yaz döneminde çimento nakliyesini gerçekleştirecek araç bulmak oldukça zor olmaktadır. Dolayısı ile çimento nakliyesinin dış kaynak şirketlerine devir edilmesi çimento fabrikaları için nakliye problemlerinin çözümüne dönük olarak, önemli bir gündem konusu oluşturmaktadır.

Tablo 1.1. Türk çimento sektörü satış dağılımı [18].

Çimento Alıcıları	Türk Çimento Sektörü Satış Dağılımı (ton)						
	1999	2000	2001	2002	2003	Ortalama	%
Toplam Satış	31 529 876	31 515 076	25 082 095	26 811 219	28 106 061	28 608 865	-
Hazır Beton	6 656 291	7 547 153	6 759 185	7 057 671	8 549 312	7 313 922	25.7
İnşaat Şirketleri	-	-	774 942	1 131 907	1 257 520	1 054 790	3.9
Mühahitler	-	-	748 341	770 136	632 090	716 856	2.7
Prefabrik Bet.Ürt.	-	-	358 078	572 715	671 466	534 086	2.0
Kamu	434 373	781 716	211 421	189 432	122 477	347 884	1.2
Bayi	19 504 858	19 211 324	14 264 975	14 067 602	15 444 341	1 6498 620	57.4
Diğer	4 934 354	3 974 883	1 965 153	3 021 696	1 428 855	3 064 988	10.0

1.6.2. Çimento Sektörü Rekabet Stratejileri

Türk çimento sektöründe faaliyet gösteren şirket sayısının yüksek oluşu sektör içinde kıyasıya bir rekabetin yaşanmasına sebep olmaktadır. Çimento şirketlerinin böyle bir ortamda varlıklarını sürdürebilmek için rekabet stratejileri ve bu stratejiye bağlı olarak “rekabetçi öncelikler” belirlemeleri gerekmektedir. Ulusoy (1997) [22] tarafından yapılan bir çalışma neticesinde ortaya çıkan ilk 5 rekabetçi öncelik Şekil 1.5’de görülmektedir. Burada yıllık üretim miktarı, 1 milyon tondan fazla olan üreticiler büyük firmalar, yıllık üretimi 1 milyon tondan az olan üreticiler küçük firmalar olarak nitelendirilmektedir. Yapılan araştırma TÇMB üyesi 39 şirketi kapsamaktadır.



Şekil 1.5. Türk çimento sektörü ilk beş rekabetçi öncelik [22].

Şekilde 1.5’de görülen değerler, anketin yapıldığı şirketlerin rekabetçi önceliklere verdiği puanların ortalamasıdır. Şekil 1.5’e göre çimento üreticilerinin en fazla önem verdiği rekabetçi öncelikler sırasıyla “istikrarlı bir kalite düzeyi” ve “Güvenirligi yüksek mamuller” olmuştur. Bunlar üretim süreciyle ilişkili önceliklerdir ve hemen her sektör için benzerdir. Ancak diğer sektörlerden farklı olarak çimento üreticilerinin rekabetçi öncelik olarak 3. sırada önemli gördükleri ve asıl dikkat edilmesi gereken rekabetçi öncelik, “Teslimatta Güvenirlik” olmuştur. Küçük firmalarının “hızlı teslimat” ve “teslimatta güvenirlik” konusuna daha fazla önem verdikleri bu rekabetçi önceliklerin puan ortalamasının büyük firmalara göre daha yüksek oluşundan anlaşılmaktadır.

Ulusoy (1997) [22]’a göre çimento firmalarının en önem verdikleri ilk beş rekabetçi öncelik içinde “teslimatta güvenirlik” unsuru mutlaka bulunmaktadır. Çimento firmalarıyla yapılan anket neticesinde alınan cevaplar incelendiğinde en sık denetlenen faktörün “sipariş ile ürün teslimi arasında geçen süre” olduğu ortaya çıkmaktadır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Çeşitli sektörlere ilişkin lojistik problemlerinin çözümüne dönük çok sayıda çalışma yapılmış olup bu çalışmaların önemli bir bölümünde optimizasyon tekniklerinden faydalanılmıştır. Bu teknikler arasında en belirgin olanlarından birisi tam sayılı doğrusal programlamadır. Aşağıdaki paragraflarda tam sayılı programlama kullanılarak çözüme ulaşılmış olan bazı çalışmalara değinilmektedir.

Ulucan ve Tarım (1997) [23] “Petrol Ürünlerinin Deniz Yolu ile Taşınmasında Maliyet Minimizasyonu” başlıklı bu çalışmalarında, Petrol Ofisi A.Ş.’nin mevcut rafineri ve kıyı depoları arasında sürecek olan taşıma faaliyetlerini, öngören talebi minimum maliyetle karşılayacak şekilde yapmayı amaçlamışlardır. Geliştirilen taşıma modeli, şirkete ait tankerlerin yanı sıra kiralanabilecek tankerleri de içermektedir. Burada karışık tam sayılı doğrusal programlama kullanılarak, taşıma planına alınacak tankerlerin yıl boyunca hangi rafineri-depo hattında, ne tür petrol ürünü taşıyacakları ve planlama dönemi boyunca kaç sefer yapacakları da belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda geliştirilen taşıma planı, Petrol Ofisi’nin hazırladığı taşıma planı ile karşılaştırıldığında %41.1 daha düşük maliyetli bulunmuştur.

Güner ve Işık (2003) [24] “Lojistik Sistemlerde Yer Alan Ulaştırma Hizmetinde Bir Model Uygulaması” başlıklı bu çalışmalarında; lojistik sistem çerçevesi içinde Kara Kuvvetleri’nin bünyesinde bulunan birliklerin ihtiyaç duyacağı ikmal maddelerini ana depodan birliklere istenilen miktarda ve istenilen zamanda en ekonomik bir şekilde dağıtımını sağlayacak çözüme tam sayılı doğrusal programlama modeli aracılığı ile ulaşmışlardır. Çözümde, ana depodaki malzeme miktarlarının (4 farklı tip), depolarda bulunan araç sayısının (4 farklı tip) ve kapasitelerinin, her depo-birlik arasındaki yolların uzunluğunun ve bu yollar üzerinde taşınabilecek maksimum ağırlığın bilindiği kabul edilmiştir.

Ruiz ve diğ. (2003) [25] “Kamyon Rotalama Problemlerinde Karar Verme Sistemi” konulu çalışmalarında, en uygun kamyon rotalarının belirlenmesine dönük problemlerin çözümünde kullanılması planlanan bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Söz konusu programın iki aşamada problemi çözmesi sağlanmıştır. Birinci aşamada, kapalı sayım algoritmaları kullanılarak mümkün olan rotalama yapılmaktadır. İkinci aşamada, 0-1 Tamsayılı doğrusal programlama modeli kullanılarak en uygun rota tespit edilmektedir. Tam sayılı doğrusal Programlama modelinde değişken sayısı 15000’e kadar çıkabilmekte olup en uygun çözüme ulaşma süresi 60 dakika alır. Geliştirilen Karar destek sistemi 60 müşterilik bir en kötü durum

senaryosu için test edilmiş ve sonuçta tespit edilen rotaların maliyeti %7-12 oranında, taşıma mesafesini ise %9-11 oranında azalttığı görülmüştür.

Ching (2003) [26] “Kamyon Yükleme ve Dış Kaynak Kamyon Kullanımı Problemleri İçin Sezgisel Algoritmalar” konulu çalışmasında, lojistik yöneticilerinin önemli problemlerinden biri olan yerel müşterilere ana depodan mal sevkiyatının yapılmasında maliyet minimizasyonunu sağlayan bir tam sayılı doğrusal programlama modeli geliştirmiştir. Söz konusu model lojistik departman yöneticilerinin kendi kamyonlarını yada dış kaynak firmasının kamyonlarının kullanılmasını öngören seçimin maliyet minimizasyonuna dayalı olarak en uygun şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Model, müşteri talebini dikkate alarak, toplam maliyeti minimize edecek şekilde merkezi depodan yapılan mal sevkiyatı için gerekli olan kamyon ihtiyacının belirlenmesini, bu kamyonların ne kadarının dışarıdan tedarik edilmesi gerektiğini ve yol rotalamasını yapan sezgisel algoritmaları kullanır.

Milan ve diğ. (2003) [27] “Küba’da Şeker Kamışı Nakliyesinin Optimizasyonu” adlı bu çalışmalarında, Küba’da tarımsal ekonominin önemli bir parçası olan şeker kamışı hasatı sonrası, nakliye maliyetinin azaltılması için tam sayılı doğrusal programlama modelini oluşturmuşlardır. Problem şeker kamışı değirmeni sayısı, kamışların hasat süresi, taşıyıcı kamyonların kapasitesi ve sayısı gibi değişken ve kısıtlara bağlıdır. Sonuç olarak, model yalnızca nakliye maliyetini azaltmakla kalmamış aynı zamanda hasatın planlanması ve rotalamanın yapılmasını sağlamıştır.

Shih (1997) [28] “Enerji Santrallerinde Kömür İthalatının Karışık Tamsayılı Programlama ile Planlanması” adlı bu çalışmasında, Tayvan’daki bir enerji Santrali için stratejik önem arz eden kömür ithalatının planlanması ve programlanmasını sağlayan karışık tamsayılı programlama modelini önermektedir. Çalışmanın amacı, satın alma bedeli, nakliye bedeli ve diğer maliyetleri küçülterek toplam maliyeti en uygun hale getirmektir. Kullanılan modeldeki kısıtlar, şirketin satın alma stratejisini, santralin kömür talebini ve ithalat için kullanılacak olan limanın kapasitesini içerir.

Tony ve Roy (1989) [29] “Üretim ve Dağıtım Planlaması ile Ulaştırma Filosunun Optimizasyonu” başlıklı çalışmalarında, bir petrokimya şirketi için üretim ve dağıtım faaliyetlerini optimize eden matematiksel çözümü geliştirmişlerdir. Petrokimya şirketi likit petrol gazının iki farklı türevi olan metan ve puropan gazını rafineride ürettikten sonra dolmuş tesisinde tüplere doldurup, kendi kamyonları yada dış kaynak taşıyıcıları kullanarak müşterilerine dağıtmaktadır. Kullanılan model, rafinerideki üretim seviyesini, dolmuş tesisi ve

depoların yerini, dolum kapasitesini, kamyon ve şoför sayısını kısıt olarak dikkate alarak, minimum taşıma maliyetli bir lojistik sistemi oluşturmaktadır. Sonuçta, şirkete ait araçların en iyi şekilde kullanılmasını ve artan talebin dış kaynak firmasına ait kamyonlar tarafından yapılmasını sağlayan bir yaklaşım ortaya konulmuştur.

Jetlunk ve Karimi (2003) [30] “Kimyasal Yük Taşıyan Tankerlerin Taşıma Bölmelerinin Çeşitli Kullanım Olanaklarının Geliştirilmesinde Örnek Bir Matematiksel Model Uygulaması” adlı bu çalışmalarında, denizyolu ile kimyasal madde taşımacılığında lojistik faaliyet giderlerini azaltılmasına dönük, tankerlerin taşıma bölmelerinin etkin ve programlı kullanılmasını hedef alan bir karmaşık tam sayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Modelin uygulandığı örnek problemde, 10 tanker, 36 liman ve 79 çeşit kimyasal kargonun taşınmasını içeren gerçek bir endüstriyel durum ifade edilmektedir. Kullanılan modelde, kargo çeşitliliği, taşıma bölümlerinin kapasitesi, nakliye süresi kısıt olarak dikkate alınarak matematiksel formülasyon oluşturulmuştur. Sonuçta, nakliye maliyetinin minimize eden bir lojistik sistem geliştirilmiş ve kârda %32.7 oranında artış saptanmıştır.

Ashayeri ve diğ. (2002) [31] “Büyük Ölçekli Lojistik Problemlerinde Tam Sayılı Programlama Modelinin Uygulanması” adlı bu çalışmalarında, lojistik sistemlerini doğrudan etkileyen operasyon zamanını verimli bir şekilde kullanmayı hedef alan bir tam sayılı programlama modeli kurmuşlardır. Model lojistik maliyetleri küçültmek amacıyla, talep, ulaştırma, paketlemeler, sipariş miktarını ve teslim tarihlerini kısıt olarak ele almakta ve en iyi zamanlama ile üretim planını yapmaktadır.

Öztürk ve Türkay (2004) [32] “Lojistik Sektöründe Stratejik İşbirliklerinin Modellenmesi ve Optimizasyonu” başlıklı çalışmalarının amacı, stratejik işbirliği çeşitlerinden birisi olan lojistik işbirliklerinin niceliksel bir analizinin yapılmasıdır. Stratejik işbirliği seçeneklerinden birisi firmaların bünyelerinde barındırdıkları lojistik operasyonlarını konsolide ederek bağımsız yeni bir üçüncü parti lojistik firması kurmasıdır. Lojistik sektöründe bu yönde yapılan stratejik işbirliklerinin % 50’si başarılı olamamaktadır. Bu sebeple, stratejik işbirliğinin bir sinerji oluşturup oluşturamayacağının önceden belirlenmesinde büyük fayda vardır. Bu çalışmada lojistik servis sağlayıcı ve tüketicinin elde edebileceği muhtemel kazanımlar, bu kazanımların hangi yollarla elde edilebileceği, ölçekleri ve stratejik işbirliğinin firmaların rekabetçi özelliklerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma bu problem için tam sayılı programlama modelinin de dahil olduğu çeşitli eniyileme modellerinin oluşturulmasını ve elde edilen

sonuçların analizini kapsamaktadır. Oluşturulan eniyileme modeli endüstriyel bir problemde uygulanmış ve kazanımlar belirlenmiştir

Türkay ve diğ. (2004) [33] “Stok Kontrolü Konum Belirleme, Rotalandırma Probleminin Formüle Edilmesi” adlı çalışmalarında, tek bir fabrikanın tek tip ürünün dağıtım merkezleri (depolar) aracılığı ile bir grup müşteriye gönderildiği bir dağıtım ağı ele alınmıştır. Her dağıtım merkezi fabrika ile müşteriler arasında direkt bir aracı rolü üstlenerek istenilen müşteri servis seviyesini karşılamak amacıyla belli bir seviyede güvenlik stoku tutmaktadır. Çok depolu konum belirleme-rotalandırma problemi, depoların konumlarına, en iyi araç çizelgeler takımına, depolar ve müşteriler arası rotalara, fabrikadan depolara gönderilecek miktara ve her depodaki stok miktarına karar vermek amacıyla depoların konumlarının belirlenmesi, depolama, taşıma ve stok kontrol kararlarını kapsayan bir tam sayılı programlama modeli ile çözülmüştür.

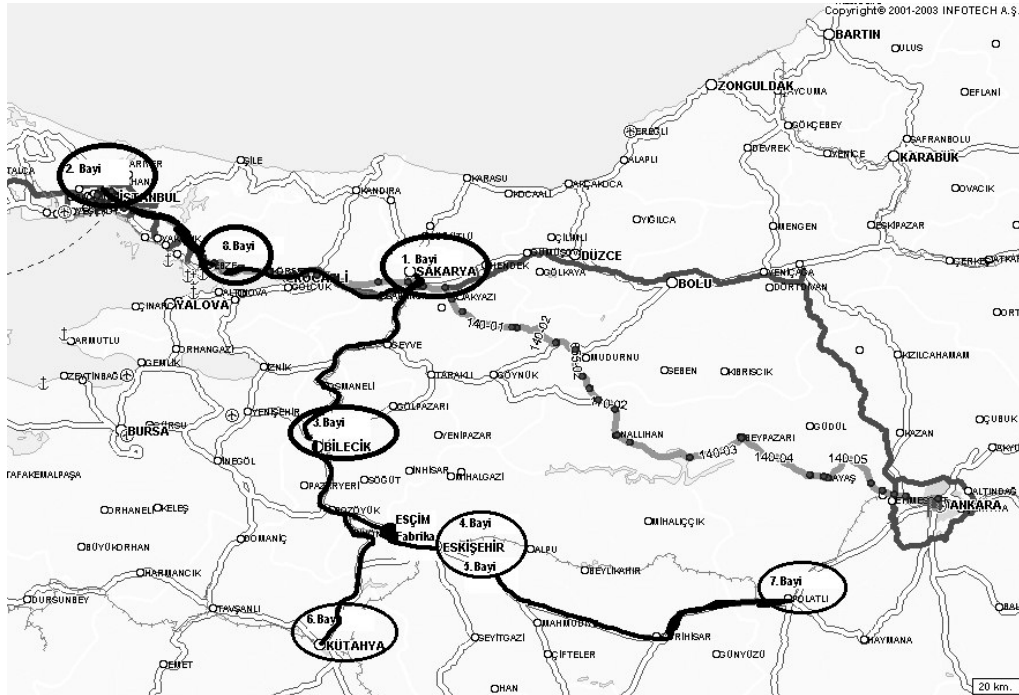
Solyalı ve Süral (2004) [34] “Bütünleşik Envanter-Rotalama Problemi” adlı bu çalışmalarında, bir tedarikçi ve müşterilerden oluşan dağıtım sisteminde, müşterilerin belli bir seviyeye kadar sipariş envanter politikası ile çalıştığı tek ürünli, çok dönemli bir envanter-rotalama problemi ele alınmıştır. Tedarikçi her dönem ne kadar mal sipariş edeceğine karar vermekte ve elindeki miktara göre müşterileri belirli bir araç filosu ile ziyaret etmekte ve ziyaret ettiği müşterilere envanter seviyelerini tavan seviyesine çekecek kadar mal bırakmaktadır. Problem, tedarikçinin hangi zamanda ne kadar mal sipariş vereceğine ve hangi müşterilerin, hangi zamanda ve hangi sırayla ziyaret edileceğine, tedarikçideki ve müşterilerdeki sabit sipariş maliyetleri ve envanter tutma maliyetleri ile taşıma maliyetleri toplamını minimize ederek eş zamanlı olarak karar verilmesidir. Bu problem için karışık tam sayılı Programlama modeli önerilmiş ve model için Lagrange gevşetme yaklaşımına dayalı bir çözüm yöntemi geliştirilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Eskişehir Çimento (EsÇim) Fabrikası Satış Verileri

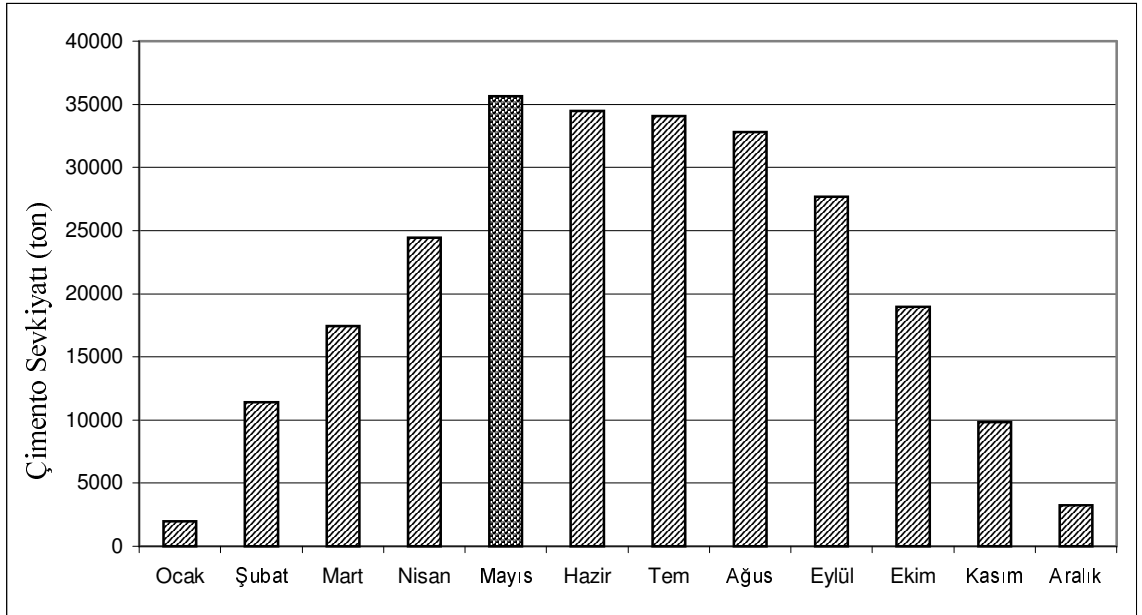
Eskişehir Çimento Fabrikası, Eskişehir-İstanbul karayolu 22. kilometresinde Çukurhisar Köyü civarında kurulmuştur. Tesisin kuruluş hazırlıkları 1953 yılında başlamış ve 1957 yılında 150.000 ton /yıl klinker, üretim kapasitesi ile faaliyete başlamıştır. Klinker çimento üretim prosesinde yarı mamül olarak meydana gelmekte ikincil işlem olarak katkı maddelerinin ilavesi ve yeniden öğütülmesi sonucu çimento oluşmaktadır. Eskişehir Çimento fabrikası ürettiği çimentoyu farklı illerde bulunan bayiler aracılığı ile tüketicilere ulaştırmaktadır. Şekil 3.1'de Eskişehir Çimento Fabrikasının yeri ve bayilerin bulunduğu iller görülmektedir.



Şekil 3.1 Eskişehir Çimento fabrikasının ve bayilerinin haritadaki yeri

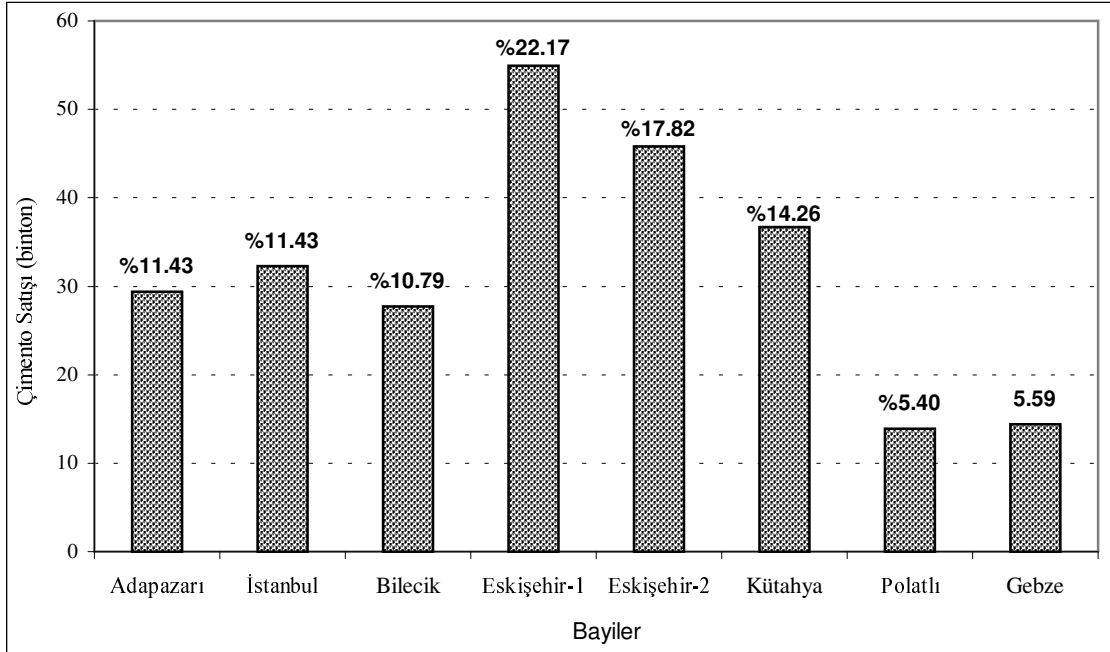
2005 yılı itibariyle tesiste çalışan 121 personel ve 125 alt müteahhit personeli mevcuttur. Üretim kapasitesi, kurulduğu yıldan itibaren yeni yatırımlar sonucu artmış 495000 ton /yıl klinker veya 700000 ton/yıl çimento düzeyine ulaşmıştır. Pazar talebine bağlı olarak bu kapasitenin yaklaşık olarak % 85-90'ı değerlendirilmektedir. Üretilen çimentonun yaklaşık %65'i torbalı, %35'i dökme çimento olarak pazarlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Eskişehir Çimento Fabrikası'nın 2004 yılı satış verileri materyal olarak kullanılmıştır. Eskişehir Çimento Fabrikasına bağlı bayilerin 2004 yılı aylık çimento talebi Ek-1'de verilmektedir, Şekil 3.2'de ise fabrikadan bayilere yapılan aylık çimento sevkiyatı görülmektedir. Çimento fabrikasının bayilerinden gelen talebin en yoğun olduğu Mayıs ayı verileri esas alınmış, bu verilere dayalı olarak tamsayılı doğrusal programlama tekniği yardımıyla, maliyet minimizasyonuna dayalı bir kamyon filosu oluşturulmuştur. Bu kamyon filosundan hareketle her bir bayi için birim taşıma maliyetleri belirlenmiş, bu maliyetler Bayındırlık ve İskan Bakanlığının belirlediği "Taşıma ve Tesisat Birim Fiyatları" ile mukayese edilmiştir.



Şekil 3.2 2004 yılı fabrikadan bayilere yapılan aylık çimento sevkiyatı

Şekilde de görüldüğü gibi çimento satışında Mart ayında başlayan artış Mayıs ayında en yüksek seviyeye ulaşmış ve Ağustos'tan itibaren düşüşe geçmiştir. Eskişehir Çimento Fabrikasına bağlı çalışan sekiz adet bayinin 2004 yılında fabrikadan talep ettikleri çimento miktarları Şekil 3.3.'de verilmiştir. 2004 yılında Eskişehir Çimento A. Ş. bayilerine toplam 257194 ton çimento satışı yapmıştır. Bunun %65'i fabrikaya en yakın mesafedeki Bilecik, Kütahya ve Eskişehir illerinde gerçekleşmiştir. Fabrikaya nispeten uzak olan diğer bayilerin talep oranı ise %35 civarında olmuştur.



Şekil 3.3 Eskişehir Çimento T.A.Ş. bağlı bayilerin 2004 yılı çimento talepleri

Aylara göre Eskişehir Çimento Fabrikasının, bayilerine yapmış olduğu satış miktarı, sektörün genelinde görülen Mart-Kasım aylarındaki yoğunlukla paralellik göstermektedir. Fabrika, bayilerin istediği zaman dilimi içinde çimento nakliyesini gerçekleştirmektedir.

3.1.2. Çimento Nakliyesinin Gerçekleştirilmesi Muhtemel Kamyon Modelleri

EsÇim'in nakliye ihtiyacını karşılayacağı varsayılan bir dış kaynak (lojistik) firmasında bulunması gereken kamyon sayısının tespiti için öncelikle kamyon kapasitelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Halen yürürlükte bulunan Karayolları Trafik Kanununun ilgili maddesi uyarınca, ulaştırma hizmetlerinde kullanılan araçların yükleme kapasitesi en fazla, tahriksiz tek dingilli araçlarda 10 ton, dingiller arası mesafe 1 m ile 3 m arasında ise 16 ton ve dingiller arası mesafe 1.3 m ile 1.4 m arası ise 24 ton olmak zorundadır.

Dolayısıyla çimento nakliyesini gerçekleştirecek araçların seçiminde 10, 16 ve 24 tonluk kamyonlar esas alınmak zorunluluğu bulunmaktadır. Tablo 3.1.'de ülkemiz taşımacılık sektöründe yaygın olarak kullanılan alternatif kamyon modelleri görülmektedir. Tablodaki satın alma bedeli ile ilgili veriler kamyonların Nisan 2005 anahtar teslim fiyatlarıdır.

Tablo 3.1 Alternatif kamyon modelleri

Kapasite	Kamyon Modeli	Satın Alma Bedeli (YTL)	Motor Gücü (kW)	Birim Satın Alma Bedeli (YTL/kW)	*Servis Yakıt Tüketimi (l/km)
24 ton	Scania R 420	192420	310	621	0.472**
	Mercedes Axor	175850	280	628	0.419
	BMC Pro 832	134500	221	609	0.320
	Cargo 1830	134409	215	625	0.332
	Volvo FM-12	190150	310	613	0.472
16 ton	Cargo 2524	94761	170	557	0.272
	Mrecedes Atego 1215	112410	205	548	0.315
	BMC Pro 624	85925	172	500	0.265
	Scania R 380	145543	280	520	0.422
10 ton	BMC Fatih-110	52215	110	475	0.182
	BMC Pro 518	64165	119	539	0.192

* İlgili model kamyonun tam kapasite yüklü halde, 60 km/h sabit hızda, ortalama %10 eğime sahip çevre yolunda tüketeceği yakıt miktarıdır. (Türkiye’de çevre yollarının %98’i, %10 eğime sahiptir).

** Servisten alınan bu değer aşağıdaki formülle elde edilen yakıt tüketimi değeri ile karşılaştırıldığında oldukça yakın olduğu görülmüştür.

$$SYT = MG \cdot ÖYT \cdot LF$$

$$BYT = SYT / 60\text{km/h}$$

Burada;

SYT= Saatlik yakıt tüketimi(l/h) ,
MG= Motor Gücü (kW),
ÖYT= Özgül yakıt tüketimi(l/kW-h),

LF= Yükleme faktörü (0.3),
BYT= Birim yakıt tüketimi(l/km)'dir.

Birim Satın Alma Bedeline ve yakıt tüketimine göre 24 tonluk kamyonlardan BMC Pro 832, 16 tonluk kamyonlardan BMC Pro 624 ve 10 tonluk kamyonlardan Fatih-110 daha avantajlı olduklarından dolayı, bu çalışma dahilinde bu kamyon modellerinin kullanılması uygun bulunmuştur.

3.2. Metot

3.2.1. Kamyonların Birim Maliyetlerinin Tespiti

3.2.1.1. Sabit Giderler

Sabit giderler, çıktı miktarı veya faaliyet düzeyi ile orantılı olarak değişmeyen giderlerdir. Bu tür giderler, sadece belirli bir üretim aralığı için sabit olabilirken başka bir üretim aralığı için sonradan değişebilirler [35]. Bu grupta yer alan gider bileşenleri aşağıda belirtilen yöntemler ile hesaplanmaktadır.

a) Amortisman Gideri

Tablo 3.1’de görülen kamyonların satış bedelleri Nisan 2005 satış fiyatıdır. İlgili model kamyonların ekonomik ömrü 5 yıldır [36] ve hurda bedeli ise ilgili model kamyonun 5 yaşındaki piyasa satış fiyatıdır (Anonim, 2005). Ayrıca, BMC Profesyonel marka kamyonların faydalı ömrü 500000 km’dir (BMC, 2005). Bu değerler dikkate alınarak kamyonların amortisman giderleri, doğru hat amortisman yöntemi kullanılarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır [35].

$$D_t = \frac{P - S}{n}$$

Burada;

D_t : t yılı sonundaki amortisman değeri (YTL/yıl)

P : Malın şimdiki satın alma bedeli (YTL)

S : Söz konusu malın hurda değeri (YTL)

n : Söz konusu malın faydalı ömrü (yıl)’dür

b) Faiz Gideri

Kamyonların banka kredisi kullanılmak suretiyle satın alındığı kabul edilmiştir. Yıllık piyasa faiz oranı %16, yıllık genel enflasyon oranı %8 alınarak aşağıdaki eşitlik ile faiz gideri hesaplanmıştır [37].

$$FG = P \cdot \left[\frac{n+1}{2n} \right] \cdot \left[\frac{i-j}{1+j} \right]$$

Burada;

FG = Yıllık faiz gideri (YTL/yıl),

P = Kullanılan kredi tutarı (YTL),

n = Vade süresi (yıl),

i = Piyasa faiz oranı (%),

j = Yıllık enflasyon oranı (%)’dır.

c) Sigorta Gideri

Sigorta gideri, aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır [37].

$$SG = \left[\frac{N+1}{2N} \right] \cdot P \cdot S_o$$

Burada;

SG = Yıllık sigorta gideri (YTL/yıl),

P = Kamyon satın alma bedeli (YTL),

N = Kamyonun ekonomik ömrü (yıl),

S_o = Sigorta oranı (%5)'dir.

c) Yönetim Gideri

Dış kaynak (taşeron) firmasının, fabrika ve bayilerle iletişimini gerçekleştirecek nakliye filosunun yönetimini üstlenecek ve diğer yönetim işlerinin sorumluluğunu üstlenecek üst yönetim personeli istihdamı için ayrılan gider kalemidir. Bu kapsamda 1 adet genel müdür, 1 adet mühendis, 1 adet sekreter, 1 adet memur istihdam edilmesi gerekli görülmüştür. Bu personelin aylık maaş tutarı dikkate alınarak yıllık gideri hesaplanmıştır.

3.2.1.2. Değişken Giderler

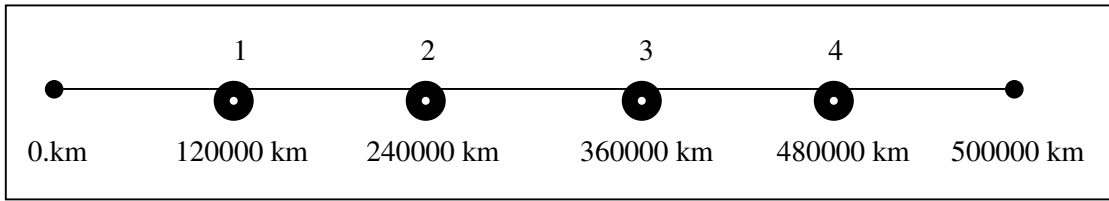
Değişken giderler, çıktı miktarı veya faaliyet düzeyi ile orantılı olarak değişen giderlerdir. Bu giderler genellikle dolaysız malzeme, enerji (yakıt ve yağ), tamir bakım ve işgücü giderlerinden oluşurlar [35].

a) Akaryakıt Gideri

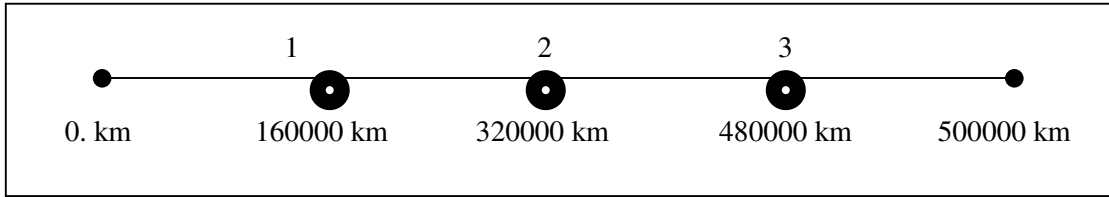
Kamyonların kilometre başına yakıt sarfiyatı, normal koşullarda kamyonlar tam dolu olduğunda kamyonun harcadığı motorin miktarıdır. Hesaplama kullanılan veriler BMC yetkili servisinden alınmış ayrıca bu değerler aşağıdaki eşitlik kullanılarak elde edilen akaryakıt tüketim değerleri ile karşılaştırılmıştır.

b) Lastik Gideri

Uzun yol nakliye araçlarında, lastik değişim aralıkları aracın kullanım şartlarına (yolun durumu, yüklemenin doğru şekilde yapılması, aracın yüklü halde park süresi vb) bağlı olarak farklılık göstermektedir. Lastik üreticisi firmalar bu gibi koşulları göz önüne alarak ürettikleri lastiklerin ömrünü ön lastikler için 120000 km arka lastikler için 160000 km olarak belirlemişlerdir. Şekil 3.4’de ve 3.5’de kamyonların faydalı ömürleri boyunca lastik değişim periyodu görülmektedir.



Şekil 3.4 Ön Lastik Değişim Periyodu



Şekil 3.5 Arka Lastik Değişim Periyodu

Buradan hareketle birim lastik gideri aşağıdaki eşitlikte verildiği gibi hesaplanmıştır.

$$L_G = \frac{F_L \cdot S_L \cdot DP_L}{n}$$

Burada;

L_G = Lastik gideri (YTL/km),

F_L = Lastik Birim Fiyatı (YTL/adet),

S_L = Lastik sayısı (adet),

DP_L = Lastik değişim periyodu (adet),

n = Kamyon faydalı ömrü (km)'dir.

c) Bakım-Onarım Gideri

Söz konusu model kamyonların her 20000 km'de bir periyodik bakımlarının yapılması gerekmekte olup bu bakımlar yetkili servisler tarafından gerçekleştirilmektedir. Hesaplama BMC yetkili servisinden alınan bakım onarım fiyatı kullanılmıştır. Ayrıca periyodik bakımların haricinde ortaya çıkabilecek beklenmeyen arızaların neden olduğu tamir gideri beklenmeyen bakım gideri olarak değerlendirilmekte olup, periyodik bakım giderinin %50'si olarak kabul edilmiştir.

d) Personel Gideri

Nakliye işini gerçekleştirecek her kamyon için bir adet şoför çalıştırılacak ve her şoför için gerekli sigorta ve emeklilik kesintileri de dahil olacak şekilde brüt ücret esas alınacaktır. Ayrıca, şoförlerin 8 saat/gün çalıştıkları bu süreyi aşmaları halinde çalıştıkları her saat başına, saatlik çalışma ücretinin iki katı fazladan ücret almaları gereklidir.

e) Beklenmeyen Giderler

Önceden tespiti mümkün olmayan giderler için toplam giderin % 1'i beklenmeyen gider olarak ayrılmıştır.

3.2.2. Tamsayı Doğrusal Programlama ile En Uygun Kamyon Sayısının Hesaplanması

En Uygun Kamyon sayısının hesaplanmasında, kamyon sayısının bölünemez yani ondalıklı olamayacağı için "Tamsayı Doğrusal Programlama" tekniği kullanılmıştır. Aşağıda tamsayı doğrusal programlama tekniğinden kısaca bahsedilmektedir.

Doğrusal Programlama modelinin temel varsayımlarından birisi, tüm değişkenlerin sürekli olması ve karar değişkenlerinin değerlerinin tam sayı olmasıdır. Bazı firma problemlerinde tam sayı değerli olmayan çözüm değişkenlerinin ekonomik anlamı yoktur. Girdi ve çıktılarının bölünmezlik sorunu, karar değişkenlerinin tam sayı değerli olmasını gerektirir. Sermaye bütçelemesi, elektrik jeneratör birimleri, araç ve gereçler, makinalar, kişiler bunlara birer örnektir. Doğrusal programlama problemlerinin tam sayılı çözümünün elde edilmesinde kullanılan algoritma (işlem) tam sayılı programlamadır. Doğrusal programlama modeli ile tam sayılı doğrusal programlama modeli arasındaki tek ayrıcalık, doğrusal programlamadaki pozitif olma koşulunun ($X_{ij} \geq 0$); tam sayılı olma koşuluna, yani ($X_{ij} = 0,1,2,3,4,5,\dots$) dönüşmesidir.

Tam sayılı programlamada tüm X_{ij} değişkenlerinin değerleri sıfıra eşit veya sıfırdan büyük tamsayıdır [38]. Tamsayılı programlama problemi matematiksel olarak aşağıdaki gibi formüle edilebilir.

$$\text{En iyi miktarı bulma, } (Z) = \sum_{i,j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

$$\text{Kısıtlar } \sum_{i,j=1}^n c_{ij} \leq b_j \quad i = 1,2,\dots,m \text{ ve}$$

$$c_{ij} = 0,1,2,3,\dots \text{ tam sayı } (j = 1,2,\dots,n)$$

Doğrusal karar modellerinde üç farklı şekilde tamsayılı değişkenle karşılaşılabilir [39].

1. Modeldeki tüm karar değişkenleri tamsayı değer almak zorundadır. Yani X_i tamsayı koşulu vardır. Bu durumda “Bütünüyle Tamsayılı Programlama” söz konusudur.
2. Karar değişkenlerinin p tanesinin sıfır veya sıfırdan büyük olması, kalanın tamsayı değer alması gereklidir. Bu durum, “Karma Tamsayılı Programlama” olarak adlandırılır.
3. Tüm karar değişkenlerinin ya ”0” ya da “1” değerini almaları istenmektedir. Bu halde “0-1 Tamsayılı Programlama” söz konusudur .

Tamsayılı doğrusal programlama modelini çözmek için doğrusal programlama modelinin çözümünde olduğu gibi genel bir teknik yoktur. Belirli bir tür problemde hareketle gerçekleştirilen bir dizi çözüm yaklaşımları vardır. Bu yaklaşımlardaki, stratejiler üç adım içermektedir [39].

Adım 1 : Herhangi bir 0-1 tamsayı y değişkenini $0 \leq y \leq 1$ sürekli aralığında değerler alacak şekilde değiştirilip, bütün tam sayılı değişkenlerle ilgili tamsayı olma kısıtlarını da kaldırarak tam sayılı doğrusal programlama çözüm uzayının gevşetilmesi gereklidir. Böylelikle normal doğrusal programlama haline gelmiş olur.

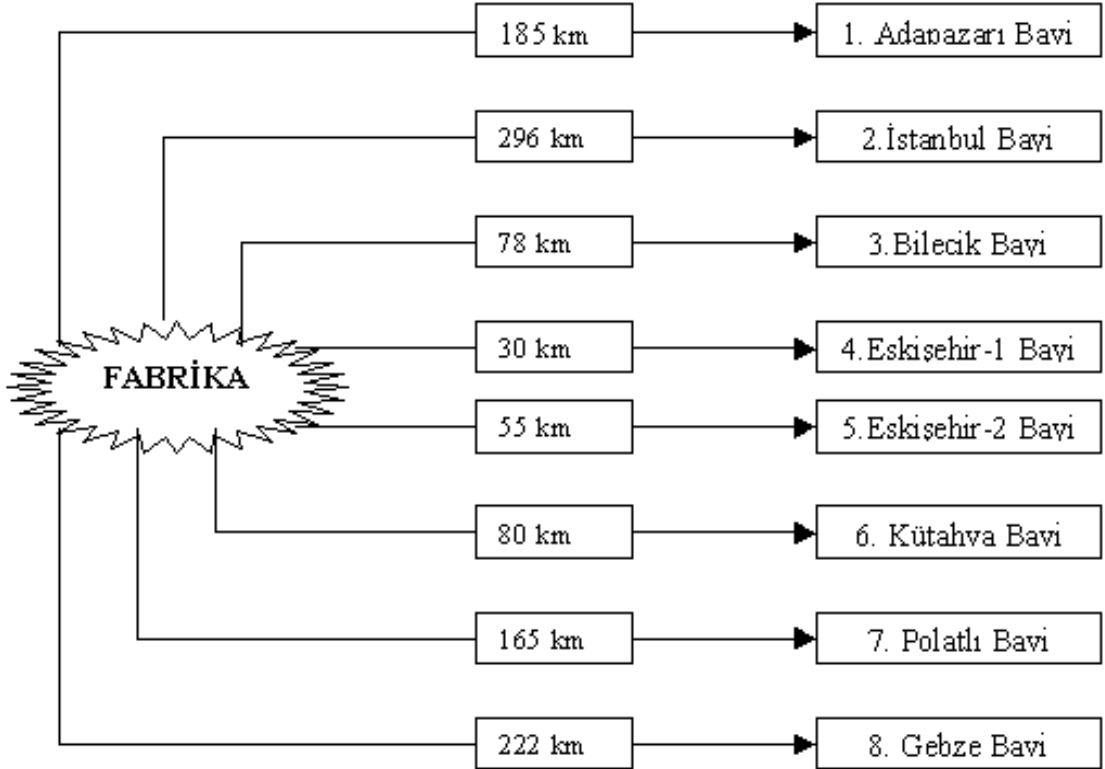
Adım 2 : Bu şekilde elde edilen doğrusal programlama problemini çözerek sürekli optimum belirlenmelidir.

Adım 3 : Sürekli optimumdan başlayıp, tekrarlı bir şekilde özel kısıtlar eklenerek çözüm uzayında düzeltmeler yapılmalıdır. Böylelikle, tam sayılı gereksinimleri de karşılayacak bir optimum uç noktaya ulaşılabilir.

3.2.2.1. Tam Sayılı Doğrusal Programlama Modelinin Kurulması

Söz konusu kamyon tipinin maliyetinin belirlenmesinden sonraki aşama, kamyon sayısının hesaplanmasıdır. Eskişehir Çimento fabrikasının sekiz bayisine yapacağı çimento nakliyesi işini bir dış kaynak firmasının üstleneceği öngörüldüğünden, bunun için öncelikle kamyon filosunun büyüklüğünün saptanması gereklidir. Bunun için nakliye mesafesini, talep değişkenlerini ve kamyon tipini içerecek, aynı zamanda birim maliyeti minimize edecek bir modelin oluşturulması gerekmektedir. Problemin çözümünde, Bütünüyle Tamsayılı Doğrusal Programlama tekniği kullanılmıştır.

Modelde, fabrikadan sekiz farklı bayi deposuna bayi talebini karşılayacak çimento nakliyesinin kaç seferde hangi tip kamyon ile yapılması gerektiği bulunacaktır. Fabrikanın bayilere olan uzaklıkları Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



Şekil 3.6 Fabrikanın bayilere olan uzaklıkları

Modelde kullanılan indisler ve veriler aşağıdaki gibidir :

i : Nakliye işini gerçekleştirecek kamyon tipi (24 tonluk kamyon için i=1,
16 tonluk kamyon için i=2,
10 tonluk Kamyon için i=3)

j : Bayiler (Adapazarı Bayi için j = 1,
İstanbul Bayi için j = 2,
Bilecik Bayi için j = 3,
Eskişehir-1 Bayi için j = 4,
Eskişehir-2 Bayi için j = 5,
Kütahya Bayi için j = 6,
Polatlı Bayi için j = 7,
Gebze Bayi için j = 8)

M_i = i tipi kamyonun kilometre başına 1 ton malzemeyi taşıma maliyetidir (YTL/km-ton),

y_j = fabrika ile j bayisi arasındaki bir tur mesafesidir (km),

T_j = j bayisinin Mayıs ayındaki talep miktarıdır (ton),

Karar Değişkeni X_{ij} = i tipi kamyonun j bayisine yapacağı sefer sayısıdır.

$$\text{Min}Z = \sum_i \sum_j [M_i \cdot X_{ij}] \cdot y_j \dots\dots\dots (1)$$

Kısıtlar :

$$24 X_{ij} + 16 X_{ij} + 10 X_{ij} = T_j \quad (2)$$

$$24 X_{ij} \leq T_j \quad (3)$$

$$16 X_{ij} \leq T_j \quad (4)$$

$$10 X_{ij} \leq T_j \quad (5)$$

$$X_{ij} \geq 0 \text{ ve tamsayı} \quad (6)$$

Yukarıdaki matematiksel ifadeler şu şekilde tanımlanmaktadır;

1. Amaç fonksiyonu : fabrika ile j bayisi arasındaki çimento nakliyesini gerçekleştirecek i tipi kamyonun maliyetini minimize eder.
2. Her üç tip kamyonun taşıdıkları toplam çimento miktarının, bayi talebini aşmamasını sağlar.
3. 24 ton kapasiteli kamyonun taşıdığı yükün bayi talebini aşmamasını sağlar
4. 16 ton kapasiteli kamyonun taşıdığı yükün bayi talebini aşmamasını sağlar
5. 10 ton kapasiteli kamyonun taşıdığı yükün bayi talebini aşmamasını sağlar
6. Bulunan sonuçların negatif değer almamasını ve tamsayı olmasını sağlar.

Modelde Göz Önüne Alınan Varsayımlar :

- Amaç Fonksiyonunun Doğrusal ve Kantitatif Olarak İfade Edilebilmesi : Taşınan mal miktarıyla, toplam taşıma maliyeti arasında doğru orantılı bir ilişki vardır ve bunun doğrusallığı birim taşıma maliyetinin taşıma miktarına göre değişip değişmediğine bağlıdır. Birim taşıma maliyetinin değişmediği kabul edildiğinden, toplam taşıma maliyeti ile taşınan miktar arasında doğrusal bir ilişki vardır.
- Verilerin Aynı Ölçü Birimi İle İfade Edilebilmesi : Doğrusal programlama modelinin uygulanabilmesi için, verilerin aynı ölçü birimi ile ifade edilebilmesi gerekir. Çalışmada ölçü birimi olarak ton alınmıştır.
- Tüm Bayilerin Aylık Çimento Talebinin Kesin Olarak Bilinmesi : Fabrikadan alınan veriler 2004 yılındaki 8 adet çimento bayisinin aylara göre çimento talebini göstermektedir. Ancak çalışmada hazırlanan dış kaynak kullanım projesinin 2005 yılında yapıldığı varsayılmış ve 2005 yılında ki bayi talebinin bir önceki yıl ile aynı olduğu kabul edilmiştir.
- Toplam Arzın Toplam Talebe Eşit Olması : Bayilerin yapmış olduğu çimento talebini fabrikanın her şekilde karşılayabildiği yani kaynağın sınırsız olduğu varsayılmıştır.
- Şekil 3.1’de görüldüğü üzere fabrikadan en fazla çimento sevkiyatının yapıldığı ay Mayıs ayı (35615 ton) olmuştur. Yani, nakliye firması, bu ayda yapılan çimento nakliyesini karşılayacak araç parkına sahip olduğu taktirde diğer aylardaki çimento talebini de rahatlıkla karşılayabilecektir.

Modelde kullanılan verilerin, nasıl hesaplandığı ve modele ne şekilde dahil olduğu modelin uygulanması kısmında açıklanmıştır.

3.2.2.2. Modelin Uygulanması

- **Maliyetin Hesaplanması** : Sabit ve değişken giderlerden hareketle hesaplanacak olan nakliye maliyetleri burada ele alınacaktır. Tablo 4.6’da bu maliyetler YTL/km-ton cinsinden her bir kamyon tipi için toplam birim maliyet adı altında hesaplanmıştır. Söz konusu maliyet hesaplamaları 4. bölümde yer almaktadır.

Aşağıda bu maliyet değerlerinin tanımlaması yapılmaktadır,

M_1 : 24 tonluk kamyonun 1 ton çimento 1 km taşıma maliyeti (YTL/km-ton).

M_2 : 16 tonluk kamyonun 1 ton çimento 1 km taşıma maliyeti (YTL/km-ton).

M_3 : 10 tonluk kamyonun 1 ton çimento 1 km taşıma maliyeti (YTL/km-ton).

- **Mesafenin Hesaplanması** : Şekil 3.5’de her bir bayinin fabrikaya olan uzaklığı görülmektedir. Bu mesafeyi nakliye kamyonları her bir seferde (gidiş-geliş) iki defa kat etmektedir. Bu nedenle nakliye mesafesi, modele Tablo 3.2’de görüldüğü gibi dahil edilecektir.

Tablo 3.2 : Fabrika ile bayiler arası nakliye mesafeleri

Çimento Bayileri	Fabrikaya Olan Uzaklık (km)	(y_j) Nakliye Mesafesi (km)
1.Bayi	185	370
2.Bayi	296	592
3.Bayi	78	156
4.Bayi	30	60
5.Bayi	55	110
6.Bayi	80	160
7.Bayi	165	330
8.Bayi	222	444

- **Kapasite Verisinin Hesaplanması (T_j)** : 24, 16 ve 10 ton kapasiteye sahip olan kamyonların bir ayda en fazla taşıyacakları yük tonajı, 24, 16, ve 10’nun katları kadar olmak zorundadır. Ancak, bu miktar bayi talebini geçmemelidir. Tablo 3.3’de her bir kamyon tipi için aylık taşıma kapasitesi verileri yer almaktadır. Örneğin, Pro 832 model kamyon 24 ton kapasiteye sahiptir. 1. bayinin Mayıs ayında yapmış olduğu talep miktarı 4936 ton’dur. Yükün tamamı bu model kamyon ile taşımak istenirse en fazla 4920 ton taşınabilir. Geriye kalan 16 tonun daha düşük kapasiteli bir kamyon ile taşınması maliyetin minimize edilmesi açısından bir zorunluluktur.

Tablo 3.3 Mayıs ayı bayi talebi

j. Bayi	Bayi Talebi T _j (ton)
1	4936
2	4126
3	2428
4	7497
5	5920
6	5748
7	1470
8	3490

3.2.2.3. Model Parametreleri

$$\text{Amaç Fonksiyonu : } Z_{\min} = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^8 M_i X_{ij} y_j$$

$$Z_{\min} = [M_1 \quad M_2 \quad M_3] \cdot \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & X_{14} & X_{15} & X_{16} & X_{17} & X_{18} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & X_{24} & X_{25} & X_{26} & X_{27} & X_{28} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & X_{34} & X_{35} & X_{36} & X_{37} & X_{38} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \\ y_7 \\ y_8 \end{bmatrix}$$

Amaç fonksiyonu, (1) nolu eşitlikte kullanılan verilerin yerleştirilmiş halidir. Tablo 3.4’de verilen kısıtlar ise Tablo 3.3’de verilen değerler kullanılarak oluşturulmuştur. M değeri; Tablo 4.7’de gösterilen kamyon tiplerine ait birim maliyettir, y değeri ise Tablo 3.2’de verilen nakliye mesafesi değerleridir.

Amaç fonksiyonu, her bir bayiye yapılacak seferlerin maliyetini minimize ederek, sefer sayısının bulunmasını sağlayan bir fonksiyondur. Modelin kısıtlarını oluşturan denklem sistemleri Tablo 3.4’de verilmektedir.

Tablo 3.4 Model kısıtları

Adapazarı Bayi	Eskişehir-2 Bayi
1. $24 X_{11} + 16 X_{21} + 10 X_{31} = 4936$	17. $24 X_{15} + 16 X_{25} + 10 X_{35} = 5920$
2. $24 X_{11} \leq 4936$	18. $24 X_{15} \leq 5920$
3. $16 X_{21} \leq 4936$	19. $16 X_{25} \leq 5920$
4. $10 X_{31} \leq 4936$	20. $10 X_{35} \leq 5920$
İstanbul Bayi	Kütahya Bayi
5. $24 X_{12} + 16 X_{22} + 10 X_{32} = 4126$	21. $24 X_{16} + 16 X_{26} + 10 X_{36} = 5748$
6. $24 X_{12} \leq 4126$	22. $24 X_{16} \leq 5748$
7. $16 X_{22} \leq 4126$	23. $16 X_{26} \leq 5748$
8. $10 X_{32} \leq 4126$	24. $10 X_{36} \leq 5748$
Bilecik Bayi	Polatlı Bayi
9. $24 X_{13} + 16 X_{23} + 10 X_{33} = 2428$	25. $24 X_{17} + 16 X_{27} + 10 X_{37} = 1470$
10. $24 X_{13} \leq 2428$	26. $24 X_{17} \leq 1470$
11. $16 X_{23} \leq 2428$	27. $16 X_{27} \leq 1470$
12. $10 X_{33} \leq 2428$	28. $10 X_{37} \leq 1470$
Eskişehir-1 Bayi	Gebze Bayi
13. $24 X_{14} + 16 X_{24} + 10 X_{34} = 7498$	29. $24 X_{18} + 16 X_{28} + 10 X_{38} = 3490$
14. $24 X_{14} \leq 7498$	30. $24 X_{18} \leq 3490$
15. $16 X_{24} \leq 7498$	31. $16 X_{28} \leq 3490$
16. $10 X_{34} \leq 7498$	32. $10 X_{38} \leq 3490$
$\forall X_{ij} \geq 0$ ve tamsayı	

3.2.3. Modelin Çözümü

Hazırlanmış olan tamsayılı doğrusal programlama modelinin çözümü QSB ve TORA adlı bilgisayar programları kullanılarak yapılmıştır. Program çıktıları Ek-3'te verilmiştir. Uygulaması yapılan tamsayılı doğrusal programlama modeli ile, fabrika ve bayi arasındaki çimento nakliyesinin en ekonomik şekilde gerçekleştirilebilmesi için hangi tip kamyonun kaç sefer yapması gerektiği bulunmuştur. Sefer sayılarından yola çıkarak her bir kamyon tipinden kaç adet satın alınması gerektiği ise aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir.

$$\text{Toplam kamyon sayısı} = \sum_{j=1}^8 \frac{X_{ij} \cdot y_j}{Yol_{\max}} \dots\dots\dots (2)$$

Burada;

X_{ij} = i tipi kamyonun j bayisine yapacağı sefer sayısı (adet)

y_j = Fabrika ile j Bayisi arasındaki bir tur mesafesi (km),

Yol_{\max} = i tipi kamyonun bir ayda yapabileceği maksimum mesafe (km)'dir.

Daha önce açıklandığı gibi çalışmada kullanılması planlanan kamyonların yılda max 100000 km yol yapacağı öngörülmüştür. Fabrikanın son 5 yıllık satış ortalamalarına bakılacak olursa (EK-2), yıllık toplam satış ortalamasının %13.79 unun Mayıs ayında gerçekleştiği anlaşılacaktır. Gelecek yıllarda fabrikanın daha fazla satış yapabileceği ihtimali göz önünde bulundurularak bu oran %20 arttırıldığında, Mayıs ayı ürün sevkiyatının %16.56 olacağı görülür. Her bir kamyonun yılda en fazla 100000 km yol yapabileceği dikkate alınır, Mayıs ayında kamyonlar en fazla 100000 km'nin %16.56'si kadar yol yapabilecektir. Sonuç olarak, Mayıs ayı için $Yol_{\max} = 16560$ km olarak hesaplanır.

3.2.4. Yapılması Planlanan Çimento Nakliyesinin Fiyatının Belirlenmesi

T.C. Bayındırlık Bakanlığının her yıl yayımladığı “İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları”na göre taşıma rayici aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır [40].

$$F = K * (0.0007 * M + 0.01) \dots\dots\dots (3)$$

Burada;

F = 1 ton her cins inşaat malzemesinin M km mesafeye kârsız taşıma fiyatı (YTL/ton),

K = Kullanılan motorlu taşıtın cinsi, tonajı ne olursa olsun sekiz saatlik gündeliğine eşit ve her sene Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Rayiç komisyonu tarafından tespit ve tamim edilen bir katsayıdır. 2005 yılı için, 02.017 numaralı rayice karşılık gelen 92.40 YTL'dir,

M = Yolun toplam uzunluğu (km)'dir.

Yukarıdaki eşitlikten elde edilen F değerine kâr (%25) tutarı eklenerek nihai nakliye fiyatı belirlenir.

Tezin konusu olan dış kaynak kullanım projesinin uygulanması durumunda elde edilecek olan nakliye fiyatı ise; her bir bayi için ayrı ayrı belirlenen nakliye maliyetine %30 oranında kâr eklenmesi sonucunda elde edilmiştir. Böylece taşeron firmanın Bakanlığın belirlediğinden daha yüksek kâr elde etmesi sağlanmıştır.

3.2.5. Fiyat Karşılaştırması

Çimento fabrikasından bayilere yapılan çimento nakliyesi birim fiyatları; Bayındırlık Bakanlığı esaslı birim fiyatları ile dış kaynak kullanım projesi birim fiyatlarının ortalamaları alınarak belirlenmiştir. $F_{BB} > F_{TF}$ olması durumunda fiyat avantajının aşağıdaki eşitlik kullanılarak karşılaştırılması mümkündür.

$$\text{Fiyat Avantajı (\%)} = \frac{F_{BB} - F_{TF}}{F_{TF}} \times 100$$

Burada;

F_{BB} = Bayındırlık Bakanlığı esaslı fiyat ortalaması (YTL/km-ton)

F_{TF} = Taşeron firma fiyat ortalaması (YTL/km-ton)'dır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Kamyonların Birim Maliyetleri

4.1.1. Sabit Giderler

a. Amortisman Gideri

Her bir kamyon tipi için hesaplanan amortisman giderleri Tablo 4.1'de verilmiştir. Kamyon tipine göre hesaplanan amortisman gideri YTL/km birimine dönüştürülmüştür.

Tablo 4.1 Kamyonların amortisman giderleri

Kamyon Tipi	Pro 832 (24 tonluk)		Pro 624 (16 tonluk)		Fatih 110-08 (10 ton)	
Satın Alma Bedeli (YTL)	134500		85925		52215	
Hurda Değeri (YTL)	53800		34400		21100	
Yıl Sonu	Amortisman (YTL/yıl)	Kalan Değer (YTL/yıl)	Amortisman (YTL/yıl)	Kalan Değer (YTL/yıl)	Amortisman (YTL/yıl)	Kalan Değer (YTL/yıl)
0	-	134500		85925		52215
1	16140	118360	10305	75620	6223	45992
2	16140	102220	10305	65315	6223	39769
3	16140	86080	10305	55010	6223	33546
4	16140	69940	10305	44705	6223	27323
5	16140	53800	10305	34400	6223	21100

- Pro 832 (24 tonluk) : $\frac{16140 \text{ YTL} / \text{yıl}}{100000 \text{ km} / \text{yıl}} = 0.1614 \text{ YTL/km}$
- Pro 624 (16 tonluk) : $\frac{10305 \text{ YTL} / \text{yıl}}{100000 \text{ km} / \text{yıl}} = 0.103 \text{ YTL/ km}$
- Fatih 110 (10 tonluk) : $\frac{6223 \text{ YTL} / \text{yıl}}{100000 \text{ km} / \text{yıl}} = 0.0622 \text{ YTL/km}$

Bu durumda, birim taşıma mesafesi (km) başına amortisman gideri, kamyon kapasitesi düştükçe satın alma bedelindeki azalma nedeniyle düşmektedir.

b. Faiz Gideri

Yıllık %16 piyasa faiz oranı ve %8 genel enflasyon oranı esas alınarak 5 yıl ömürlü kamyonlara ödenecek faiz giderleri Tablo 4.2’de verildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 4.2 Faiz giderleri

Kamyon Tipi	Faiz Gideri (YTL/yıl)	Birim Faiz Gideri (YTL/km)
Pro832	5972	0.05972
Pro624	3815	0.03815
Fatih-110	2318	0.02318

c. Sigorta Gideri

Sigorta oranı %5 olmak üzere 5 yıl ömürlü kamyonlara ödenecek yıllık sigorta gideri Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3 Sigorta giderleri

Kamyon Tipi	Pro 832	Pro 624	Fatih 110
Yatırım Bedeli (YTL)	134500	85925	52215
Sigorta Gideri (YTL)	4035	2578	1566
Birim Sigorta Gideri (YTL/km)	0.0403	0.0258	0.0156

d. Yönetim Gideri

Dış kaynak firmasının, üst yönetimi oluşturacak olan personelin istihdamı için ayrılan gider **0.0183 YTL/km** olarak kabul edilmiştir.

4.1.2. Değişken Giderler

a) Akaryakıt Gideri

Her bir kamyon tipi için BMC [41] yetkili servisinden temin edilen akaryakıt tüketimine bağlı olarak hesaplanan akaryakıt giderleri Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4 Akaryakıt giderleri

Kamyon Tipi	Kapasite (ton)	Motor Gücü (kW)	*Yakıt Tüketimi (l/km)	**Akaryakıt Birim Fiyatı (YTL/l)	Birim Akaryakıt Gideri (YTL/km)
Pro 832	24	221	0.320	1.89	0.604
Pro 624	16	172	0.265	1.89	0.500
Fatih 110	10	110	0.208	1.89	0.395

*BMC servisinden alınan değerlerdir [41].

** Nisan 2005 tarihinde geçerli olan akaryakıt fiyatı baz alınmıştır.

b) Lastik Gideri

Lastik değişim periyotları dikkate alınarak, ön ve arka lastik gideri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Burada, ön lastik fiyatı 520 YTL/adet, arka lastik fiyatı 550 YTL/adet olarak alınmıştır. Sonuçlar, Tablo 4.5'te verilmiştir.

$$\text{Ön Lastik Maliyeti} = \frac{520 \times 2 \times 4}{500000 \text{ km}} = 0.008 \text{ YTL/km}$$

Arka Lastik Maliyeti;

$$(\text{Pro832}) = \frac{550 \times 14 \times 3}{500000 \text{ km}} = 0.0462 \text{ YTL/km}$$

$$(\text{Pro624}) = \frac{550 \times 10 \times 3}{500000 \text{ km}} = 0.033 \text{ YTL/km}$$

$$(\text{Fatih 110}) = \frac{550 \times 8 \times 3}{500000 \text{ km}} = 0.0264 \text{ YTL/km}$$

Tablo 4.5 Lastik giderleri

Kamyon Tipi	Ön Lastik (YTL/km)	Arka Lastik (YTL/km)	Toplam (YTL/km)
Pro 832	0.008	0.0462	0.0542
Pro624	0.008	0.033	0.0410
Fatih 110	0.008	0.0264	0.0344

c) Bakım-Onarım Gideri

BMC Profesyonel model kamyonların periyodik bakım zamanları ve beklenmeyen arıza giderleri Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6 Bakım onarım giderleri

	Pro 832	Pro 624	Fatih 110
Bakım Zamanı (km)	20000	20000	20000
*Maliyet (YTL/periyot)	650	550	300
Beklenmeyen Tamir Gideri (YTL/periyot)	325	275	150
Toplam Bakım Gideri (YTL/periyot)	975	825	450
Toplam Birim Bakım Gideri (YTL/km)	0.0487	0.0412	0.0225

*BMC servisinden alınan bakım maliyetidir.

d) Personel Gideri

Çimento nakliyesi işinde istihdam edilecek kamyon personelinin (şoför) aylık net maaşı 1000 YTL olmak üzere, personel gideri Tablo 4.7'de verildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 4.7 Personel gideri [42].

Net Şoför Maaşı (YTL/ay)	1000
SSK Payı (İşveren Payı) %19.5 (YTL/ay)	195
İşveren İşsizlik Sigorta Fonu %2 (YTL/ay)	20
İşverene Toplam Maliyet (YTL/ay)	1215
Personel Gideri (YTL/yıl)	14580
Birim Personel Gideri (YTL/km)	0.1458

4.2. Kamyon Tipine Göre Toplam Nakliye Maliyetleri

Hesaplanan sabit ve değişken giderleri toplanarak ilgili model kamyonların birim nakliye maliyetleri bulunmuştur. Tablo 4.9.'da ayrı ayrı hesaplanan gider kalemleri bir arada görülmektedir. Bu tablodan anlaşılacağı üzere, 1 ton malzemeyi 1 km taşıma maliyeti en düşük kamyon tipi 24 tonluk olanıdır. Bunu 16 ve 10 tonluk kamyonlar takip etmektedir.

Tablo 4.8 Maliyet tablosu

Kamyon Modeli	Pro 832 (24 ton)	Pro 624 (16 ton)	Fatih 110 (10 ton)
Sabit Giderler	(YTL/km)		
Amortisman gideri	0.1614	0.1030	0.0622
Faiz Gideri	0.0597	0.0382	0.0232
Sigorta Gideri	0.0458	0.0238	0.0130
Yönetim Gideri	0.0183	0.0183	0.0183
Değişken Giderler	(YTL/km)		
Yakıt Gideri	0.6040	0.5000	0.3950
Lastik Gideri	0.0542	0.0410	0.0344
Bakım Onarım Gideri	0.0487	0.0412	0.0225
Personel Gideri	0.1458	0.1458	0.1458
Ara Toplam	1.1379	0.9113	0.7144
Beklenmeyen Giderler (%1)	0.0113	0.0091	0.0071
Toplam Maliyet	1.1492	0.9204	0.7215
Toplam Birim Maliyet (YTL/km-ton)	M₁= 0.0479	M₂=0.0575	M₃= 0.0721

4.3. En Uygun Kamyon Sayısının Tespiti

Bölüm 3.2.2.2’de verilen amaç fonksiyonu esas alınmak suretiyle çözülen tam sayılı doğrusal programlama modeli sonucunda Tablo 4.9’da görülen sefer sayıları tespit edilmiştir.

Tablo 4.9 Çimento nakliyesini gerçekleştirecek kamyon tiplerinin yapacağı sefer sayıları

Kamyon Tipi	Bayilere							
	Adapazarı	İstanbul	Bilecik	Eskişehir-1	Eskişehir-2	Kütahya	Polatlı	Gebze
Pro832 (24 t)	205	170	99	312	246	238	60	145
Pro624 (16t)	1	1	2		1	1		
Fatih 110 (10t)		3	2	1		2	3	1

Tablo 4.9’deki sefer sayıları dikkate alınarak ve (2)’nolu eşitlik kullanılarak Hangi tip kamyondan kaç adet kullanılması gerektiği hesaplanmış ve Tablo 4.10’da bu değerler verilmiştir.

Tablo 4.10 Çimento nakliyesini gerçekleştirecek kamyon sayısı

Kamyon Tipi	Bayiler								Toplam
	Adapazarı	İstanbul	Bilecik	Esk-1	Esk-2	Kütahya	Polatlı	Gebze	
Pro832	5	3	1	1	1	2	1	2	16
Pro624	1	1	1	0	1	1	0	0	1
Fatih 110	0	1	1	1	0	1	1	1	1
Toplam Kamyon Sayısı									18

Tablada da görüldüğü gibi, örneğin Adapazarı bayisine Pro 832 tip kamyon 205 sefer ve Pro 624 tip kamyon 1 sefer yapmaktadır. Bu veriler 3.2.3.'te verilen (2)'nolu formülde yerine konursa şu sonuca ulaşılır.

$$\text{Pro 832 (24 ton) kamyon sayısı} = \frac{205 \text{ sefer/ay} \cdot 370 \text{ km/sefer}}{16560 \text{ km/ay}} = 4.58 = 5 \text{ adet kamyon}$$

Diğer bayiler için, kamyon sayısı hesaplaması yapılmış ve bulunan sonuçlar tabloda verilmiştir.

4.4. Nakliye Maliyetlerinin Hesaplanması

Kamyon tipinin taşıyacağı yük miktarı ile taşıma maliyetinin çarpılması sonucunda, Tablo 4.11'de bulunan toplam nakliye maliyetine ilişkin değerler verilmiştir. Tablo 4.11'de her bir bayi için 1 ton malzemeyi 1 km taşıma maliyeti bulunmuştur. Bunun için toplam maliyet (YTL/km) bayi talebine bölünmüş ve toplam birim maliyet (YTL/km-ton) bulunmuştur.

Tablo 4.11 Toplam nakliye maliyeti

1 Adapazarı Bayi					
Kamyon Tipi	Taşınan Miktar (ton)	Taşıma Maliyeti (YTL/km-ton)	Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km-ton)
Pro832 (24 t)	4920	0.0479	235.668	236.59	0.0479
Pro624 (16t)	16	0.0575	0.92		
Fatih 110 (10t)	0	0.0721	0		
2 İstanbul Bayi					
Kamyon Tipi	Taşınan Miktar (ton)	Taşıma Maliyeti (YTL/km-ton)	Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km-ton)
Pro832 (24 t)	4080	0.0479	195.432	198.52	0.0481
Pro624 (16t)	16	0.0575	0.92		
Fatih 110 (10t)	30	0.0721	2.163		
3 Bilecik Bayi					
Kamyon Tipi	Taşınan Miktar (ton)	Taşıma Maliyeti (YTL/km-ton)	Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km-ton)
Pro832 (24 t)	2376	0.0479	113.8104	117.09	0.0482
Pro624 (16t)	32	0.0575	1.84		
Fatih 110 (10t)	20	0.0721	1.442		
4 Eskişehir-1 Bayi					
Kamyon Tipi	Taşınan Miktar (ton)	Taşıma Maliyeti (YTL/km-ton)	Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km-ton)
Pro832 (24 t)	7488	0.0479	358.6752	359.40	0.0479
Pro624 (16t)	0	0.0575	0		
Fatih 110 (10t)	10	0.0721	0.721		
5 Eskişehir-2 Bayi					
Kamyon Tipi	Taşınan Miktar (ton)	Taşıma Maliyeti (YTL/km-ton)	Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km-ton)
Pro832 (24 t)	5904	0.0479	282.8016	283.72	0.0479
Pro624 (16t)	16	0.0575	0.92		
Fatih 110 (10t)	0	0.0721	0		
6 Kütahya Bayi					
Kamyon Tipi	Taşınan Miktar (ton)	Taşıma Maliyeti (YTL/km-ton)	Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km-ton)
Pro832 (24 t)	5712	0.0479	273.6048	275.97	0.0480
Pro624 (16t)	16	0.0575	0.92		
Fatih 110 (10t)	20	0.0721	1.442		
7 Polatlı Bayi					
Kamyon Tipi	Taşınan Miktar (ton)	Taşıma Maliyeti (YTL/km-ton)	Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km-ton)
Pro832 (24 t)	1440	0.0479	68.976	71.14	0.0484
Pro624 (16t)	0	0.0575	0		
Fatih 110 (10t)	30	0.0721	2.163		
8 Gebze Bayi					
Kamyon Tipi	Taşınan Miktar (ton)	Taşıma Maliyeti (YTL/km-ton)	Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km)	Top. Maliyet (YTL/km-ton)
Pro832 (24 t)	3480	0.0479	166.692	167.41	0.0480
Pro624 (16t)	0	0.0575	0		
Fatih 110 (10t)	10	0.0721	0.721		

4.5. Çimento Nakliyesi Fiyatının Belirlenmesi

Bölüm 3.2.4.'deki (3)'nolu eşitlik kullanılarak, her bayi için ayrı ayrı nakliye ücreti hesaplanmış ve bu değerler Tablo 4.12'de verilmiştir.

Tablo 4.12 Bayındırlık Bakanlığı esaslı çimento nakliyesi ücreti

Bayi	Taşıma Ücreti (YTL/ton)	Kar(%25) Dahil Taşıma Fiyatı (YTL/ton)	Taşıma Mesafesi (km)	Taşıma Ücreti (YTL/km-ton)
Adapazarı	12.88	16.10	185	0.0870
İstanbul	20.07	25.08	296	0.0847
Bilecik	5.970	7.460	78	0.0956
Eskişehir-1	2.864	3.580	30	0.1193
Eskişehir-2	4.481	5.600	55	0.1018
Kütahya	6.098	7.620	80	0.0952
Polatlı	11.596	14.90	165	0.0878
Gebze	15.282	19.10	222	0.0860
Ortalama				0.0947

Tablo 4.11'de her bir bayi için hesaplanan, toplam çimento nakliyesi maliyeti üzerine %30 kâr eklenerek, dış kaynak şirketinin fiyatı belirlenmiş olup Tablo 4.13.'de verilmiştir.. Böylelikle, Eskişehir Çimento Fabrikasının bayilerine yapılacak olan çimento nakliyesini alan dış kaynak (taşeron) firmasının vermiş olduğu taşıma ücreti ile Bayındırlık Bakanlığının belirlediği ücret arasında karşılaştırma yapmak mümkün hale gelmiştir.

Tablo 4.13 Dış kaynak (taşeron) firmasının belirlediği çimento nakliyesi ücreti

Bayi	Nakliye Maliyeti (YTL/km-ton)	(%30) Kâr (YTL/km-ton)	Nihai Taşıma Ücreti (YTL/km-ton)
Adapazarı	0.0479	0.0143	0.0622
İstanbul	0.0481	0.0144	0.0625
Bilecik	0.0482	0.0144	0.0626
Eskişehir-1	0.0479	0.0143	0.0622
Eskişehir-2	0.0479	0.0143	0.0622
Kütahya	0.0480	0.0144	0.0624
Polatlı	0.0484	0.0145	0.0629
Gebze	0.0480	0.0144	0.0624
Ortalama	0.0480	0.0144	0.0624

4.6. Fiyat Karşılaştırması

Çalışmanın başlangıcındaki beklenti, EsÇim'in çimento nakliye işini, taşıyıcı kooperatifler aracılığı ile sistematik olmayan ve riskli bir şekilde yapması yerine dış kaynak firmasından faydalanması durumunda önemli bir maliyet avantajı elde edeceği idi. Bunun gerçekleşip gerçekleşmediğini anlayabilmek üzere iki durum için hesaplanan nakliye fiyatlarının mukayese edilmesi gerekmektedir. Bölüm 3.2.5.'de verilen formül kullanılarak fiyat avantajı aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

$$\text{Fiyat Avantajı (\%)} = \frac{0.0947 - 0.0624}{0.0624} \times 100 = 51.76$$

Bayındırlık Bakanlığı esaslı fiyat ortalaması 0.0947, Taşeron firma fiyat ortalaması ise 0.0624 olarak ortaya çıkmıştır. Çimento Fabrikasının çimento nakliyesini dış kaynak kullanımı ile gerçekleştirmesi halinde %51.76 oranında avantaj elde ettiği görülmektedir. Dolayısı ile taşeron firmanın nakliye fiyatları, Bayındırlık Bakanlığı fiyatlarına göre önemli bir maliyet avantajına sahip bulunmaktadır. Bu durumda çimento fabrikasının müşteriye yerinde teslim fiyatlarında, dış kaynak kullanımından yararlanmayan diğer fabrikalara oranla önemli bir rekabet avantajı yakalayacağı açıkça ortaya çıkmaktadır.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında, Türk Çimento Sektöründe faaliyet gösteren firmalardan bir tanesi olan Eskişehir Çimento Fabrikasının bayilerine yaptığı çimento nakliyesini dış kaynak kullanımı yolu ile gerçekleştirmesi durumuna dönük ekonomik ve teknik içerikli analizler yapılmıştır. Yapılan inceleme değerlendirme ve analizler sonucunda elde edilen bulgular aşağıda sıralanmaktadır.

- Çimento sektörünün karakteriksel özelliği, inşaat sektöründe yaz aylarında yaşanan canlanmanın bu aylar da çimento talebinde yaklaşık üç kat artışa neden olmasıdır. Çimento sektöründe yaşanan bu artış istatistiksel veriler kullanılarak ortaya konulmuştur. Çimento talebinin özellikle yılın belli bir döneminde artış göstermesi çimento üreticilerinin müşterilerine zamanında ve güvenli bir şekilde ulaşmasını güçleştirmektedir.
- Sektörde faaliyet gösteren firmaların, ürün nakliyesinde yaşadığı aksaklıklar, sektör bazında yapılan anket çalışmaları incelenerek ve sektörde faaliyet gösteren birkaç firma yöneticisi ile kişisel görüşmeler yapılarak netleştirilmiştir. Özellikle yıllık çimento üretim kapasitesi 1 milyon tondan daha az olan küçük firmalar rekabet üstünlüğü açısından hızlı teslimat ve güvenli teslimat unsurlarına ağırlıklı olarak önem verdikleri anlaşılmıştır.
- Çimento sektöründe yaşanan bu tür problemlerin giderilmesinin ürün nakliyesinin uzman bir lojistik firmasına devri ile mümkün olabileceği anlaşılmıştır.
- Proje hazırlama aşmasında, dış kaynak firmasının çimento nakliyesini en ekonomik bir şekilde gerçekleştirebilmesi için ürünü taşıyacak kamyonların verimli bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Yüksek bir verimlilikle en ekonomik bir şekilde taşımanın yapılabilmesi için, 24, 16 ve 10 ton taşıma kapasiteli kamyon tipleri belirlenmiştir
- Kamyon tipleri için nakliye birim maliyetleri; 24 tonluk kamyon için 0.0479 YTL/km.ton, 16 tonluk kamyon için 0.0575 YTL/km-ton ve 10 tonluk kamyon için 0.0721 YTL/km-ton olarak hesaplanmıştır. Bu maliyetler göz önüne alınarak tam sayılı doğrusal programlama modeli ile hangi kamyon tipinin ne kadar yük taşınması gerektiği tespit edilmiştir.
- Kullanılan modelden elde edilen sonuçlardan yola çıkılarak, bir yıl boyunca çimento nakliyesini herhangi bir aksama olmaksızın gerçekleştirebilmek için dış kaynak firmasının,

hangi tipte ne kadar kamyonu ihtiyaç duyacağı hesaplanmıştır. Yapılan hesaplama sonucunda dış kaynak firmasının araç parkı; 16 adet 24 ton kapasiteli, 1 adet 16 ton kapasiteli, 1 adet 10 ton kapasiteli kamyonlardan oluşmuştur.

- Bu büyüklükte bir kamyon filosunu oluşturmak çimento fabrikasının ana işine odaklanmasını engelleyeceği gibi önemli bir finansal kaynağını yatırım için bu işe bağlamasına neden olacaktır. Bununla birlikte birden çok firmanın nakliye hizmetini verebilecek bir dış kaynak firması, operasyonel verimliliği arttırıcı avantajlara sahip olmasının yanı sıra sabit maliyetleri çok daha büyük bir havuzda eritebilmektedir. Kamyon filosunu başka sektörlerdeki işleri içinde belirli bir program dahilinde kullanma olanağına sahiptir.
- Yapılan maliyet analizi sonucunda, 1 ton çimentonun 1 km mesafeye taşıma maliyeti ortalama 0.0480 YTL/km-ton olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer üzerine %30 kâr eklenerek nakliye fiyatı hesaplanmıştır. Hesaplanan fiyat ortalama 0.0624 YTL/km-ton'dur. Bakanlığın belirlediği fiyat ortalama 0,0947 YTL/km.ton'dur.
- Çimento fabrikası çimento nakliyesini, tez çalışması kapsamında hazırlanan dış kaynak kullanım projesi ile gerçekleştirmesi halinde % 51.76 oranında fiyat avantajı sağlamaktadır. Ayrıca dış kaynak firması, Bayındırlık Bakanlığının belirlediği kâr oranına (%25) göre daha fazla kâr (%30) elde etmiştir.

Yukarıdaki sonuçlar ışığında aşağıdaki önerilerin yapılması uygun bulunmuştur.

- Tezin konusu olan çimento nakliye projesi, çimento pazarlama, depo yönetimi ve çimento nakliyesini kapsayan bir proje olarak genişletilebilir ve böylelikle çimento sektörü için 3 parti lojistik hizmeti sağlanmış olur.
- Çimento nakliyesini gerçekleştirmesi planlanan kamyonların satın alınması yerine kiralanması suretiyle tedarik edilebilir. Böylece faiz gideri olmayacak bunun yerine kira gideri kalemi olacaktır. Böylece taşıma maliyetinin daha ekonomik olup olmayacağı analiz edilebilir.
- Proje kapsamında yer alan kamyon filosu genişletilerek, söz konusu çimento fabrikasının hem ürün nakliyesi, hem de hammadde tedariki gerçekleştirilebilir. Böylece çimento

firmasının tam anlamıyla çimento üretimi üzerine yoğunlaşması sağlanacaktır. Dış kaynak firması açısından ise kamyon filosunun daha verimli çalışması sağlanmış olur.

- Ön fizibilite kapsamında değerlendirilebilecek olan bu çalışma detay fizibilite hazırlanarak güçlendirilebilir.
- Alanında uzman olan lojistik firması (Taşeron firma) çimento nakliyesi işi dışında eldeki kamyon filosunu ve kamyonların çalışmayacağı zamanları dikkate alarak yeni bir optimizasyon işlemine gidebilir ve böylelikle kamyonları diğer nakliye işlerinde de kullanabilir.

KAYNAKÇA

- [1] Anonim-a : www.outsourcing.com (2004).
- [2] Anonim-b : www.insankaynaklari.com.tr (2004).
- [3] KOÇEL T., “İşletme Yöneticiliği”, İstanbul , Beta Basım, 1995, s.272-273.
- [4] Mersin D., “Lojistik Faaliyetlerde Dış Kaynak Kullanımı”, Uluslar Arası Lojistik Kongresi Bildiriler Kitabı, 2002,s.101.
- [5] Anonim-c : [www. Kaliteofisi.com/yeni yönetim teknikleri/outsourcing.html](http://www.kaliteofisi.com/yeni_yonetim_teknikleri/outsourcing.html) (Kasım 2004)
- [6] ÖZBAY,T., ”Sorularla Dış Kaynak Kullanımı”, İTO Yayınları İşletme Yönetiminde Yeni Eğilimler Dizisi, Yayın no: 2004-27, s.39.
- [7] TEZEL Y., İşletmelerde DKK Yararlanma Süreci ve Arçelik İşletmesinde Bir Araştırma , Anadolu Üniv. Sosyal Bilimler Ens.. Eskişehir (2001).
- [8] BERSTEIN A., “Outsourcing: It’s a popular way to do Buiness”, Newsday, C.III (1996).
- [9] QUELIN B., DUHAMEL F., “Bringing Together Strategic Outsourcing and Corporate Strategy”, Schools of Management, Great Britain, (2002).
- [10] ÇAKIRER M., “Devlet Hastanelerinde DKK Yönteminin Uygulanabilirliği”, Dumlupınar Üniv. Sosyal Bilimler Ens., Kütahya 2002.
- [11] TANYAŞ, M., Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi., Lojistik yönetimi, 2003, s.22.
- [12] AKTEN,N., “Taşımacılık Klavuzu”, Taşımacılık Şekilleri, Beta Yayıncılık, 1995, s.28.
- [13] Anonim-d : www.dtm.gov.tr/ead/ekonomi/say15/ulaştırma.html. (şubat 2005).

KAYNAKÇA (Devam)

- [14] YILDIZTEKİN,A., “**Lojistiğin İhracattaki Yeri**”, İhracat Dünyası, Dünya Yayıncılık A.Ş., İstanbul,2002, s.293.
- [15] Anonim-e : www.onlinerehber.com./Diş Kaynak Kullanımı.html (2004)
- [16] DPT “**Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri**”, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Çalışma Grubu Raporu, Yayın no: DPT 2334, Nisan 1996.
- [17] ERŞEN,K.,Vural,İ., “**2003 Yılı Türk Çimento Sektörü**”, TCMB Dergisi, Sayı:8, 2003, s.28-32.
- [18] Anonim-f : www.tcmb.com./istatistikler.html (ocak 2005).
- [19] CEYHAN, G., **Set Afyon Çimento A.Ş.**, Pazarlama Müdürü ile Yapılan Kişisel Söyleşi, 15 Şubat 2005.
- [20] TÇMB., “**Türk Çimento Sektörü**”, Stratejik Araştırma Raporu, s:8, (2002).
- [21] TANI, A., **EsÇim Eskişehir Çimento T.A.Ş.**, Pazarlama Müdürü ile Yapılan Kişisel Söyleşi., 25 Şubat 2005.
- [22] ULUSOY, G.,“**Rekabet Stratejileri ve En İyi Uygulamalar Türk Çimento Sektörü**”, Tüsiad Rekabet Stratejileri Dizisi-2, 1997, s.45.
- [23] ULUCAN A., TANIM A., “**Petrol Ürünlerinin Deniz Yolu ile Taşınmasında Maliyet Minimizasyonu**” H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 15, Sayı: 1, 1997, s.189-197.
- [24] GÜNER E., IŞIK F., “**Lojistik Sistemlerde Yer Alan Ulaştırma Hizmetinde Bir Model Uygulaması**”, DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, Sayı:1, 2003, s.43-54.
- [25] RUIZ R, ALCARAZ J., “**A Decision support System for a Real Vehicle Rotting Problem**”, European Journal of Operation Research. 2003.
- [26] CHING W. C., “**A Heuristic Algorithm For The Trackload and Less-Than Track Load Problem**”, European Journal of Operation Research. 2003.

KAYNAKÇA (Devam)

- [27] MILAN E., FERNANDEZ S., ARAGONEZ L., “**Sugar Cane Transportation of Optimization in Cuba**”, European Journal of Operation Research. 2003.
- [28] SHIH L. H., “**Planning of Fuel Coal Imports Using a Mixed Integer Programing**” European Journal of Operation Research. 1997.
- [29] TONY J., Van R., “**Multi-Level Production and Distiribution Planning with Transportation Fleet Optimization**”, *Management Science*; Dec 1989; 35, 12; *ABI/INFORM Global* pg. 1443.
- [30] JETLUNK A., KARIMI L., “**Improving The Logistics Of Multi-Copartment Chemical Tankers**”, The Logistics Institute-Asia Pacific, National University of Singapore, 11 Law Link, Singapore 119260.
- [31] ASHAYERI J., WESTERHOF A. ve Alst P.H. “**Application of Mixed Integer Programing to a Large Logistics Problem**”, Center for Economic Research, Tilburg University, Netherlands, European Journal of Operation Research, 2002.
- [32] ÖZTÜRK C. ve TÜRKAY M. “**Lojistik Sektöründe Stratejik İşbirliklerinin Modellenmesi ve Optimizasyonu**”, KOÇ Üniv.,YA/EM Bildiriler Kitabı, 2005.
- [33] TÜRKAY M., SAVAŞ S., ve ORMAN Z., “**Stok kontrolü Konum Belirleme Rotalandırma Problemi**”, KOÇ Üniv.,YA/EM Bildiriler Kitabı, 2005.
- [34] SOLYALI O. ve SÜRAL H. “**Bütünleşik Envanter-Rotalama Problemi**”, Orta Doğu Teknik Üniv., YA/EM Bildiriler Kitabı, 2005.
- [35] IŞIK A., “**Mühendislik Ekonomisi**”, Amortisman Hesaplamaları, Bizim Büro Basımevi Kütahya, 2000 s.154.
- [36] VUK, “**Amortisman Tabi İktisadi Kıymetler**”, Vergi Usul Kanunu Genel Tebliği Sıra No: 333, 28.04.2004 tarih ve 25446 sayılı Resmi Gazete’de Yayımlanmıştır.
- [37] Anonin, 1987-h, CATERPILLAR., **Performance Hand Book**”, by Caterpillar Inc., Peoria, Illinois, USA, 1987, s.236.
- [38] ÖZTÜRK, A., “**Yöneylem Araştırması**”, Tam Sayılı Doğrusal Programlama Algoritması, Ekin Kitabevi Yayınları, Bursa, 2001, s.167.

KAYNAKÇA (Devam)

[39] TAHA, H., A., “**Yöneylem Araştırması**”, Tam Sayılı Doğrusal Programlama, Literatür Yayınları, İstanbul, 2000, s.361.

[40] İTBF, “**Tesisat ve Birim Fiyatları**”, T.C. Bayındırlık Bakanlığı Yayınları, 2005 s.244.

[41] BMC Yetkili Servisi ile Yapılan Kişisel Söyleşi., Organize Sanayi Sitesi 55/12, Kütahya, Nisan 2005.

[42] Anonim-g : www.calisma.gov.tr/CGM/asgari_ucret_01_2005.html. (Nisan 2005).

EK - 1 : Eskişehir Çimento Bayilerinin 2004 Yılı Çimento Talebi

ADAPAZARI BAYİ TALEP ÇİZELGESİ													
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
(ton)	866	2340	2964	3170	4936	4885	4612	3640	1341	645	-	-	29.401
İSTANBUL (Pendik) BAYİ TALEP ÇİZELGESİ													
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
(ton)	-	1650	2340	3.640	4126	4790	6140	4840	2345	2385	-	-	32256
BİLECİK BAYİ TALEP ÇİZELGESİ													
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
(ton)	-		1230	1876	2428	3487	4167	4678	2350	1670	860	-	22746
ESKİŞEHİR-1 BAYİ TALEP ÇİZELGESİ													
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
(ton)	-	1345	3265	5417	7498	8134	6390	6845	6150	6440	5523	-	58006
ESKİŞEHİR-2 BAYİ TALEP ÇİZELGESİ													
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
(ton)	-	2120	2462	3491	5920	5846	4168	5060	6480	3364	3462	3254	45628
KÜTAHYA BAYİ TALEP ÇİZELGESİ													
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
(ton)	-	886	1300	1943	5748	5099	5454	4682	7108	4465	-	-	36685
POLATLI BAYİ TALEP ÇİZELGESİ													
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
(ton)	-	735	-	1292	1470	2256	3164	3050	1913	-	-	-	13878
GEBZE BAYİ TALEP ÇİZELGESİ													
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Toplam
(ton)	1110	2345	3860	3585	3490	-	-	-	-	-	-	-	14390
Toplam(ton)	1974	11417	17420	24415	35615	29707	27951	27960	25344	16587	9852	3254	219738
%	0.89	5.20	7.92	11.11	16.20	13.51	12.72	12.72	11.53	7.54	4.48	1.48	100

Ek-2 Eskişehir Çimento Fabrikasının Son Beş Yıllık Çimento Satış Ortalamaları

	(ton)												
Bayiler	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	• Toplam
Adapazarı	1714	2587.4	2871.4	3061	3745.2	3734.6	3658.8	3373.6	2227.6	1171	0	0	28144.6
İstanbul	2354	1612	2527.4	3376.6	3813.8	4562.8	4383.4	3257.4	2703.8	1970.8	1612.33	0	32174.3
Bilecik	0	0	1223.2	1850.8	2622	3653.4	3426.2	2987.8	1668.6	1311.2	955	0	19698.3
Esk-1	0	1344	2904.4	3984.4	5758	6054.2	5168.4	5676.6	5654.4	5121.8	51376	3537	50340.8
Esk-2	0	2120	2664.7	2498.8	5432.2	3892.2	3174	5917.2	6912.8	5590.6	4834	3671	46707.5
Kütahya	0	886	2145	2692.6	4372.6	4254.2	4597	4442.2	5040	3786.2	2564.6	3410	38190.4
Polatlı	0	1195	1555	1609.2	2083.8	2395.2	2655.2	2049.4	1325.4	1224	1200	0	17292.2
Gebze	1110	2344	3860	3585	3490	0	0	0	0	0	0	0	14389.0
Toplam	5178	12088.4	19751.2	22658.4	31317.6	28546.6	27063	27704.2	25532.6	20175.6	16303.6	10618	226954
%	2,097	5.26	8.703	9.984	13.799	12.578	11.924	12.207	11.250	8.890	7.184	4.678	100

EK-3-a

TORA ÇÖZÜMÜ :

TORA Optimization System - Version 2.0, Oct 1996
Copyright (c) 1989-96 Hamdy A. Taha. All Rights Reserved.
Date: Mon Jun 06 12:42:56 2005

- **Title: Çimento Nakliye**

Current solution found at node: 44
Nbr of nodes so far examined: 44

*** CURRENT BEST INTEGER SOLUTION ***

Objective value (min) =		20413.17773	
Variable	Value	Obj Coeff	Obj Val Contrib
x1 X11	205.0000	21.0100	4307.0498
x2 X21	1.0000	25.1600	25.1600
x3 X31	0.0000	25.2000	0.0000
x4 X12	170.0000	33.6200	5715.4000
x5 X22	1.0000	39.5400	39.5400
x6 X32	3.0000	40.3100	120.9300
x7 X13	99.0000	8.8600	867.1400
x8 X23	2.0000	10.4200	20.4400
x9 X33	2.0000	10.6200	21.2400
x10 X14	312.0000	3.4100	1063.9200
x11 X24	0.0000	4.0000	0.0000
x12 X34	1.0000	4.0800	4.0800
x13 X15	246.0000	6.2500	1537.5000
x14 X25	1.0000	7.3500	7.3500
x15 X35	0.0000	7.5000	0.0000
x16 X16	238.0000	9.0800	2161.0400
x17 X26	1.0000	10.6800	10.6800
x18 X36	2.0000	10.8900	21.7800
x19 X17	60.0000	18.7400	1124.4000
x20 X27	0.0000	22.0400	0.0000
x21 X37	3.0000	22.4700	67.4100
x22 X18	145.0000	25.2100	3655.4500
x23 X28	0.0000	29.6500	0.0000
x24 X38	1.0000	30.2300	30.2300

EK-3-b

QSB ÇÖZÜMÜ :

Quantitative Systems for Business"

Copyright (C) Prentice-Hall, Inc., 1986

BASRUN20.EXE Version 2.0 Copyright (C) IBM Corp., 1985

Summary of results for Adapazarı					
Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient	Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient
1. X11	205	17.72	3. X31	0.000	26.67
2. X21	1	21.27			
Minimum value of the OBJ = 4332.20					

Summary of results for İstanbul					
Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient	Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient
1. X12	170	28.35	3. X32	3	42.68
2. X22	1	34.04			
Minimum value of the OBJ = 5875.87					

Summary of results for Bilecik					
Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient	Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient
1. X13	99	7.47	3. X33	2	11.25
2. X23	2	8.97			
Minimum value of the OBJ = 908.82					

Summary of results for Esk-1					
Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient	Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient
1. X14	312	2.87	3. X34	1	4.32
2. X24	0.000	3.45			
Minimum value of the OBJ = 1068.00					

Summary of results for Esk-2					
Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient	Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient
1. X15	246	5.27	3. X35	0.000	7.93
2. X25	1	6.32			
Minimum value of the OBJ = 1544.85					

Summary of results for Kütahya					
Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient	Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient
1. X16	238	7.66	3. X36	2	11.33
2. X26	1	9.20			
Minimum value of the OBJ = 2193.52					

Summary of results for Polatlı					
Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient	Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient
1. X17	60	15.80	3. X37	3	23.79
2. X27	0.000	18.97			
Minimum value of the OBJ = 1191.45					

Summary of results for Gebze					
Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient	Variables No. Names	Solution	Obj. Fnctn. Coefficient
1. X18	145	21.26	3. X38	1	32.01
2. X28	0.000	25.53			
Minimum value of the OBJ = 3685.68					