

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HEDEF PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ  
MODELİ ÖNERİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Endüstri Mühendisi Gül İMAMOĞLU**

**ARALIK 2016  
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HEDEF PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ MODELİ**  
**ÖNERİSİ**

**Endüstri Mühendisi Gül İMAMOĞLU**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce**  
**"ENDÜSTRİ YÜKSEK MÜHENDİSİ"**  
**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05 / 12 / 2016**

**Tezin Savunma Tarihi : 27 / 12 / 2016**

**Tez Danışmanı : Doç.Dr. Emrullah DEMİRCİ**

**Trabzon 2016**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında  
Gül İMAMOĞLU Tarafından Hazırlanan**

**HEDEF PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ MODELİ  
ÖNERİSİ**

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 13/12/2016 gün ve 1680 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Y. İlker TOPÇU** .....

**Üye : Doç. Dr. Emrullah DEMİRCİ** .....

**Üye : Doç. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN** .....

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

Küreselleşen dünyada ticaretin hızla gelişmesi, uluslararası taşımaların artması ve rekabet avantajı sağlamak için lojistik maliyetleri düşürme arayışı, lojistik merkezlere olan ilgiyi her geçen gün arttırmaktadır. Lojistik merkezlerin kuruluşu sırasında ortaya çıkan en önemli karar problemlerinden biri de lojistik merkez yer seçimi kararıdır. Bu çalışma kapsamında Türkiye’de kurulması planlanan lojistik merkezlerin yer seçimi için Hedef Programlama tekniğine dayalı bir model önerisi geliştirilmiştir.

Öncelikle bu tez çalışmasının hazırlanmasında yardım ve desteğini esirgemeyen, danışman hocam Doç. Dr. Emrullah DEMİRCİ’ye teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasına birlikte başladığım hocam Prof. Dr. Coşkun HAMZAÇEBİ’ye tez çalışmama olan katkılarından ötürü teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca tez çalışmama katkılarını esirgemeyen hocalarım Dr. Gökhan ÖZÇELİK’e ve Prof. Dr. Birdoğan BAKİ’ye; çalışma arkadaşlarıma, dostlarıma ve son olarak bu süreçte benden desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Gül İMAMOĞLU

Trabzon 2016

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Hedef Programlama Tekniği ile Lojistik Merkez Yer Seçimi Modeli Önerisi” başlıklı bu ęalıřmayı danışmanım Doç. Dr. Emrullah DEMİRCİ'nin sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, ęalıřma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya ęıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 27/12/2016

Gül İMAMOğLU

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa No</u></b>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	VII
SUMMARY .....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	2
1.1. Giriş .....	2
1.2. Lojistik Kavramı.....	2
1.3. Lojistik Merkez .....	2
1.3.1. Lojistik Merkez Türleri .....	3
1.3.2. Lojistik Merkezlerin Bulundurması Gereken Özellikler .....	4
1.3.2.1. Lojistik Merkez Konumunun Bulundurması Gereken Özellikler .....	4
1.3.2.2. Lojistik Merkez Tesisinin Bulundurması Gereken Özellikler.....	5
1.3.3. Dünyada Lojistik Merkezler .....	6
1.3.4. Türkiye’de Mevcut Durum.....	8
1.4. Yayın Taraması ve Çalışmanın Amacı.....	10
1.4.1. Lojistik Merkezler Üzerine Yapılmış Çalışmalar.....	10
1.4.2. Yer Seçimi Üzerine Yapılmış Çalışmalar .....	12
1.4.3. Lojistik Merkez Yer Seçimi Üzerine Yapılmış Çalışmalar.....	15
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	23
2.1. Kullanılan Yöntemler .....	23
2.1.1. Hedef Programlama.....	23
2.1.2. P Medyan Tesis Yeri Seçimi Problemi.....	24
2.1.3. AHP Tekniği.....	25
2.2. Uygulama .....	28
2.2.1. Yapılandırma .....	28
2.2.1.1. Problem Yapısının Oluşturulması .....	28
2.2.1.2. Hedeflerin Belirlenmesi.....	29

2.2.1.3.	Veri Setinin Oluşturulması .....	31
2.2.1.4.	Ağırlıkların Belirlenmesi .....	32
2.2.2.	Modelleme .....	36
3.	BULGULAR .....	42
3.1.	Toplu Modelin Sonuçları .....	42
3.1.1.	Lojistik Merkez Kurulması İçin Uygun Bulunan İller .....	42
3.1.2.	Lojistik Merkez Kurulmayan İllerin Hizmet Alacağı Merkezler .....	44
3.2.	Bölge Modellerinin Sonuçları .....	45
3.2.1.	Marmara Bölgesi'nin Sonuçları .....	46
3.2.2.	İç Anadolu Bölgesi'nin Sonuçları .....	46
3.2.3.	Ege Bölgesi'nin Sonuçları .....	47
3.2.4.	Karadeniz Bölgesi'nin Sonuçları .....	48
3.2.5.	Akdeniz Bölgesi'nin Sonuçları .....	48
3.2.6.	Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Sonuçları .....	48
3.2.7.	Doğu Anadolu Bölgesi'nin Sonuçları .....	49
3.3.	Duyarlılık Analizi .....	49
4.	İRDELEME .....	51
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	53
6.	KAYNAKLAR .....	54
7.	EKLER .....	62
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

HEDEF PROGRAMLAMA TEKNİĞİ İLE LOJİSTİK MERKEZ YER SEÇİMİ MODELİ  
ÖNERİSİ

Gül İMAMOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Doç.Dr. Emrullah DEMİRCİ  
2016, 61 Sayfa, 6 Sayfa Ek

Uluslararası ticaretin gelişmesi ve üretimin emeğin ucuz olduğu bölgelere kayması ile hammadde ve ürünlerin taşındığı mesafeler artmıştır. Artan taşımacılık ve giderek zorlaşan rekabet koşulları, lojistik maliyetleri her geçen gün daha önemli bir hale getirmektedir. Kümeleme etkisi ile gereksiz taşımacılıkları ortadan kaldıran lojistik merkezler, lojistik maliyetleri düşürmekte, firmalara etkin ve hızlı lojistik hizmetler sunmakta ve şehir içi trafik sıkışıklığını azaltmaktadır. Sağladığı avantajlardan ötürü tüm dünyada lojistik merkezlere olan ilgi artmaktadır. Türkiye’de de kamu kurumları tarafından desteklenen lojistik merkezler kurulmaktadır. Lojistik merkezlerin kurulumu ile birlikte ortaya çıkan en önemli karar problemlerinden biri lojistik merkezlerin yer seçimidir. Bu çalışmada Türkiye’de kurulması planlanan lojistik merkezler için bir yer seçimi modeli önerilmiştir. Geliştirilen modelde lojistik merkezlerin kuruluş amaçlarına yönelik sekiz adet hedef belirlenmiş, Hedef Programlama tekniğinden faydalanılarak Türkiye’de lojistik merkez kurulumu için uygun bulunan iller saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yer seçimi, Lojistik merkez, Hedef programlama



Master Thesis

SUMMARY

A LOGISTICS CENTRE LOCATION SELECTION MODEL PROPOSAL WITH GOAL  
PROGRAMMING TECHNIQUE

Gül İMAMOĞLU

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Industrial Engineering Graduate Program  
Supervisor: Assoc. Prof. Emrullah DEMİRÇİ  
2016, 61 Pages, 6 Pages Appendix

The development of international trade and moving production sites to the regions that labour is cheap lead to increase transportation distances of raw materials and products. The increased transportation and challenging competitive condition make logistics costs more important every day. Logistics centres that eliminate redundant transportation with clustering effects reduce logistics costs, provide effective and fast logistics services to the companies and reduce inner city traffic congestion. All around the world interest in logistics centres is increasing due to the advantages it provides. In Turkey, logistic centres supported by public institutions are also being established. One of the most important decision problems that arise with the establishment of the logistics centres is the location selection of the logistics centres. In this study, a location selection model is proposed for the logistics centres that are planned to be established in Turkey. In the developed model, eight goals related with the establishment purposes of the logistics centres were determined and the provinces which are suitable for logistic centre establishment in Turkey have been determined by using the Goal Programming technique.

**Keywords:** Location selection, Logistics centre, Goal programming

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Şekil 1. Türkiye’de kurulması planlanan lojistik merkezler .....	10
Şekil 2. Lojistik merkezlerin hizmet vereceği iller .....	45



## TABLULAR DİZİNİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Tablo 1. Avrupa ülkelerinde bulunan lojistik merkez sayıları .....	7
Tablo 2. İkili karşılaştırma ölçeği.....	26
Tablo 3. Rastgele değer endeksi .....	27
Tablo 4. Kullanılan veriler, açıklamaları ve veri kaynakları.....	32
Tablo 5. Uzman görüşlerinin ortalaması ile elde edilen ikili karşılaştırma matrisi.....	33
Tablo 6. Normalize edilmiş karar matrisi .....	34
Tablo 7. Hedef ağırlıkları .....	34
Tablo 8. Hedeflerin literatürde bulunduğu çalışmalar.....	36
Tablo 9. Bölgelere düşen lojistik merkez sayıları .....	37
Tablo 10. Lojistik merkezlerin atanması gereken iller .....	42
Tablo 11. Lojistik merkezlerin hizmet verecekleri iller .....	44
Tablo 12. Bölge modellerinin sonuçları .....	46
Tablo 13. Hedef ağırlıklarının değişimine göre amaç fonksiyonunun aldığı değerler ...	50
Tablo 14. TCDD ve çalışma sonuçlarına göre lojistik merkezlerin bölgelere dağılımı ..	52
Ek Tablo 1. 81 ile ait çalışmada kullanılan veriler.....	62
Ek Tablo 2. Birinci uzmanın ikili karşılaştırma matrisi.....	65
Ek Tablo 3. İkinci uzmanın ikili karşılaştırma matrisi .....	65
Ek Tablo 4. Üçüncü uzmanın ikili karşılaştırma matrisi .....	66
Ek Tablo 5. Dördüncü uzmanın ikili karşılaştırma matrisi .....	66
Ek Tablo 6. Beşinci uzmanın ikili karşılaştırma matrisi .....	67
Ek Tablo 7. Altıncı uzmanın ikili karşılaştırma matrisi .....	67

## SEMBOLLER DİZİNİ

AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process)
ANP	: Analitik Ağ Süreci (Analytical Network Process)
ARAS-F	: Bulanık Katkı Oranı Değerlendirme Yöntemi (Fuzzy Additive Ratio Assessment Method)
BOCR	: Yarar, Fırsat, Maliyet, Risk (Benefit, Opportunities, Cost, Risk)
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
EU	: Avrupa Birliği(European Union)
FWOD	: Bulanık Ağırlıklandırılmış Baskın Örtüşme (Fuzzy Weighted Overlap Dominance)
GAMS	: The General Algebraic Modeling System
GIS	: Coğrafi Bilgi Sistemi (Geographic Information System)
GISDK	: Coğrafi Bilgi Sistemi Geliştirici Kiti (Geographic Information System Developer's Kit)
IVFNs	: Aralık Değerli Bulanık Sayılar (Interval Valued Fuzzy Numbers)
KGM	: Karayolları Genel Müdürlüğü
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü(The Organisation for Economic Co-operation and Development)
OWA	: Sıralı Ağırlıklı Ortalama(Ordered Weighted Average)
PROMETHEE	: Preference Ranking Organization Method For Enrichment Of Evaluations
SWOT	: Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar, Tehditler (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats)
TOPSIS	: Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNECE	: Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomi Komisyonu (The United Nations Economic Commission for Europe)
WLC	: Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon (Weighted Linear Combination)
3PL	: Üçüncü Parti Lojistik (Third Party Logistics)

## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

Küresel ticaretin gelişmesi ve üretim yerlerinin emeğin ucuz olduğu bölgelere kayması ile dünya çapında taşımacılık ve dolayısıyla lojistik maliyetler artmaktadır. Maliyetlerdeki bu artış ülke yöneticilerini ve yatırımcıları yeni lojistik çözümler arayışına götürmüştür. Bu arayışın bir sonucu olarak ortaya çıkan lojistik merkezler, hem ülkemizde hem de dünyada büyük ilgi görmektedir. Araştırmacılar çalışmalarını lojistik merkezler üzerine yoğunlaştırırken yöneticiler de ülke çıkarlarını gözetmek için lojistik merkez kurulumlarına daha fazla önem vermeye başlamışlardır.

Lojistik merkezlerin kurulumu sırasında ortaya çıkan en önemli karar problemlerinden biri de lojistik merkez yer seçimi problemidir. Bu konuda yapılan yanlış bir seçim lojistik merkezin amacını yerine getiremeyerek atıl bir durumda kalmasına sebep olacak ve geri dönülmesi oldukça maliyetli sonuçlar doğuracaktır. Bu sebeple lojistik merkez yer seçimi detaylı çalışmaların ardından verilmesi gereken bir karardır.

Bu yüksek lisans tezi kapsamında da Türkiye’de kurulması planlanan yirmi adet lojistik merkez için uygun illerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda geliştirilen matematiksel model Hedef Programlama ve P Medyan Tesis Yeri Seçimi tekniklerinin birlikte kullanılması ile oluşturulmuştur. Geliştirilen modelde lojistik merkezlerin, nüfusu fazla olan illere yakın olması, ihracatı fazla olan illere yakın olması, ithalatı fazla olan illere yakın olması, demir yolu uzunluğu fazla olan illere yakın olması, hava yolu ile taşınan yük miktarı fazla olan illere yakın olması, elleçlenen yük miktarı fazla olan illere yakın olması, karayolu ile taşınan yük miktarı fazla olan illere yakın olması ve trafik sıklığı fazla olan illere yakın olması şeklinde sekiz adet amaç kullanılmıştır.

### **1.2. Lojistik Kavramı**

İlk çağlardan beri ticarete bağlı olarak ürünlerin ve ham maddelerin taşınması yapılmaktadır (Uçar,1986). Zaman içerisinde uygarlıklar arası etkileşimin artması, ülkeler arası ticaretlerin oluşması ile taşımacılık daha uzak yerlere yapılmaya başlanmış, daha

maliyetli ve koordinesi zor bir şekil almıştır. Bu planlama ihtiyacı lojistik kavramını doğurmuştur. Lojistik Yunanca kökenli bir kelime olup ilk olarak 19. yüzyılda taşımacılık şekillerinin birleştirilmesi ve koordine edilmesi anlamında Fransız Akademisinde kullanılmıştır (Ceran ve Alagöz, 2007).

Günümüzde lojistik Türk Dil Kurumu tarafından “Kişilerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere her türlü ürünün, hizmetin ve bilgi akışının çıkış noktasından varış noktasına kadar taşınmasının etkili ve verimli bir biçimde planlanması ve uygulanması” olarak tanımlanmaktadır (URL-1, 2016).

Üretim ve ticaretin dünya çapında küreselleşmesi lojistik ve tedarik zinciri yönetimine olan ilgiyi arttırmıştır. Ticaret sınırlamalarının azalmasıyla daha uzak yerler için lojistik hizmetlere ihtiyaç duyulmaya başlanmış ve lojistik maliyetler artmıştır (Rimienne ve Grundey, 2007). Araştırmalara göre lojistik maliyetler üretim maliyetlerinin yaklaşık %30’una karşılık gelmektedir (Acar ve Ateş, 2011). Gelişen teknoloji ile üretimde maliyet düşürmenin çok zorlaştığı günümüzde, firmalar lojistik maliyetlerini düşürme arayışına girmişlerdir.

Firmalar lojistik aktivitelerini yerine getirmek için üç farklı tutum izleme imkanına sahiptirler. Bunlardan birincisi lojistik hizmetlerini firma içerisinde sağlamak, ikincisi bir lojistik firması kurarak veya satın alarak lojistik yan kuruluşuna sahip olmak üçüncüsü ise bu servisleri dışarıdan bir lojistik firmasından satın alarak üçüncü taraf lojistiğinden (Third Party Logistics - 3PL) faydalanmaktır. Avrupa ve Kuzey Amerika’da 3PL kullanımı oldukça yaygındır (Hergüllü, 2009). Türkiye’de de işletmeler hem kontrolü zorlaşan bu işlemlerden kurtulmak hem de daha az maliyetlerle lojistik ihtiyaçlarını gidermek için lojistik hizmetlerini dış kaynak kullanımı ile almaya başlamışlardır. Bu şekilde 3PL kavramı ve lojistik şirketleri ortaya çıkmıştır.

### **1.3. Lojistik Merkez**

Lojistikte ortaya çıkan bu gelişmeler beraberinde kümelenme etkisinden faydalanarak taşımaları ve dolayısı ile maliyetleri azaltmak fikri ile lojistik merkezlerin oluşmasını sağlamıştır (T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2013). Lojistik ile ilgili akla gelebilecek bütün imkanların bulunduğu lojistik merkezler (Lojistik Üs, Lojistik Köyü, Lojistik Park, Yük Köyü, Kara Limanı vb.) farklı kaynaklarda farklı şekillerde isimlendirilmekle birlikte bu terimler temel olarak aynı şeyi ifade etmektedir.

EUROPLATFORMS lojistik merkezleri taşıma, lojistik ve malların dağıtımı ile ilgili hem ulusal hem de uluslararası transit geçişler için her aktivitenin çeşitli operatörler tarafından ticari olarak gerçekleştirildiği bir merkez olarak tanımlamıştır. Bu tanımlama Avrupa Birliği (EU), Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomi Komisyonu (UNECE) ve Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından kabul edilmektedir (URL-2, 2016).

TCDD ise lojistik merkezleri “yük ve taşımacılık şirketleri ile ilgili resmi kurumların içinde yer aldığı, her türlü taşıma türünde etkin bağlantıları olan, depolama, bakım-onarım, yükleme boşaltma, elleçleme, tam yükleri bölme, birleştirme, paketleme vb. faaliyetlerini gerçekleştirme imkanları olan ve taşıma modları arasında düşük maliyetli, hızlı, güvenli, aktarma alan ve donanımlarına sahip bölge” şeklinde tanımlamıştır (T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2013).

Temel olarak bir lojistik merkez çok modlu ulaşım imkanlarına sahip güvenli çevrede, endüstri, lojistik, dağıtım firmaları, gümrük vb. kamu kuruluşlarını içeren, lojistik faaliyetlerin tümünün yürütülebildiği, tüm firmalara giriş olanağı sağlayan ve her kullanıcıya gerekli imkanların sunulduğu bir alan olarak tanımlanabilir (Kayıkçı, 2010; Jarzemskis, 2007).

### **1.3.1. Lojistik Merkez Türleri**

Lojistik merkezlerin sınıflandırılması ile ilgili literatürde bir birlik bulunmamaktadır. Wiegman ve diğerleri (1999) lojistik merkezleri analiman terminali (XXL), uluslararası terminal(XL), ulusal terminal (L), bölgesel terminal (M) ve yerel terminal (S) olarak beşe; Peker (2012) küresel lojistik merkezler, uluslararası lojistik merkezler, bölgesel lojistik merkezler ve yerel lojistik merkezler olmak üzere dörde; Higgins vd. (2012) 1.seviye, 2. seviye ve 3. seviye olmak üzere üçe ayırmıştır.

Peker'in (2012) ayırımına göre küresel lojistik merkezler kıtalar arası taşımacılık işlemlerinin yapıldığı, farklı ülke standartlarına uyumlu, ileri düzey çok modlu taşımacılık imkanlarına ve geniş coğrafi alanlara sahip lojistik merkezler olarak; uluslararası lojistik merkezler ise çoğunlukla aynı kıta içerisindeki birden çok ülkeye taşımacılığın gerçekleştiği, ağırlıklı olarak tek bir taşımacılık türünün kullanıldığı fakat çok modlu ulaşım imkanlarına da sahip lojistik merkezler olarak; bölgesel lojistik merkezler baskın bir taşıma modunun mevcut olduğu, farklı taşıma modları ile bağlantısı olan, stratejik

limanlara yakın ve uluslar arası taşıyıcılar için bir transfer merkezi olarak kullanılan lojistik merkezler olarak; yerel lojistik merkezler ise genellikle belirli bir ürün grubuna yönelik faaliyetlerin gerçekleştiği, ağırlıklı olarak denizyolu veya karayoluna yönelik taşımaların yapıldığı lojistik merkezler olarak tanımlanmıştır.

Higgins vd., (2012) çalışmalarında lojistik merkezleri üç seviyeye ayırmıştır. 1. seviye lojistik merkezleri küçük çaplı ve temel olarak depolama ve dağıtım merkezi görevi gören, konteyner alanı içeren tesisler olarak; 2. seviye lojistik merkezleri çok modlu terminaller sunan, geniş bir coğrafi alanı etkileyen yük dağıtım köyü olarak; 3. seviye lojistik merkezleri ise büyük kapsamlı işlemlerin gerçekleştirildiği, ana liman terminalleri barındıran, geçit kapısı da denilen en büyük ölçekli lojistik merkezler olarak tanımlamıştır.

### **1.3.2. Lojistik Merkezlerin Bulundurulması Gereken Özellikler**

Lojistik merkezler, hem üretici ve yan sanayi firmalarının, hem de lojistik firmalarının bulunması ile işlevini gerçekleştirebilir. Bu sebeple lojistik merkezler firmaları kendilerine çekecek maliyet avantajı dışında hem üretici firmaların hem de 3PL firmalarının ihtiyaçlarına cevap verecek altyapı ve teknik donanımları bulundurmalıdır. Lojistik merkezler büyüklüklerine ve türlerine göre farklı özellikleri barındırmakla birlikte temel olarak çok modlu taşımacılık imkanı sunmalı, transit yollara yakın olmalı, şehir merkezlerinden uzak olmalı, konteyner alanlarına açık ve kapalı depo alanlarına sahip olmalı, paketleme, gümrükleme ve sigortalama gibi destekleyici hizmetler sunmalıdır. Lojistik merkezlerin bulundurulması gereken özellikleri kategorileştirecek olursak bunlar; lojistik merkez konumunun bulundurulması gereken özellikler ve lojistik merkez tesisinin bulundurulması gereken özellikler olarak iki başlık altında incelenebilir.

#### **1.3.2.1. Lojistik Merkez Konumunun Bulundurulması Gereken Özellikler**

Lojistik merkez konumunun bulundurulması gereken özellikler zaman içerisinde bu tesise eklenemeyecek özelliklerdir. Bu nedenle bir lojistik merkez kurulumu aşamasında lojistik merkez konumunun bulundurulması gereken özellikler çok titiz bir çalışma ile belirlenerek bu özellikleri barındıran bir yer seçimi yapılmalıdır.

**Çok Modlu Taşımacılık:** Lojistik merkezlerin bulundurulması gereken en kritik özellik olan çok modlu taşımacılık, kara yolu, deniz yolu, demir yolu, hava yolu ve hatta boru hattı



taşımacılık yollarından birden çoğunun bir arada sunulmasıdır. Lojistik merkezlerin bu taşımacılık yollarından birden fazlasına direk ulaşımının olması, transit yüklerin bu merkezlerde birinden direk diğerine aktarılabilmesine olanak sağlar ve oluşacak ekstra taşımacılık maliyetini ortadan kaldırır.

Lojistik merkez fikrinin temelini oluşturan kümeleme etkisi depolama, paketlenme, sigortalama ve gümrükleme gibi işlemlerin kümelenmesinin yanı sıra deniz yolu, demir yolu, kara yolu ve hava yolu ulaşım modlarının kümelenmesini de ifade etmektedir. Bu çok modlu ulaşım imkanlarının kümelenmesi aynı zamanda şehir içi yük taşımacılığının azaltılması için de kilit bir rol oynamaktadır.

**Transit Yollara Yakınlık:** Yük taşımacılığında en çok kullanılan ulaşım aracı olan kara yolu hem ekonomik açıdan maliyetli bir taşımacılık hem de trafik sıkışıklığının önemli bir nedenidir. Fakat birçok konum için mümkün tek taşımacılık şekli olan kara yolu taşımacılığı en sık kullanılan taşımacılık şeklidir. Kara yolu taşımacılığını azaltmak amacı da güden lojistik merkezlerin transit yollara yakın olması kara yolu ile diğer ulaşım modlarının bir arada kullanılabilmesi için kilit rol oynamaktadır. Özellikle deniz yolu ve demir yolu gibi göreceli olarak daha ucuz taşımacılık imkânına sahip olmayan bölgelere yapılan karayolu taşımacılıkları lojistik merkezler sayesinde daha kolay bir şekilde kara yolu - deniz yolu/demir yolu entegre taşımacılığa çevrilebilmektedir. Fakat bunun gerçekleşmesi için lojistik merkezlerin transit yollara yakın olması çok önemli bir unsurdur.

**Şehir Merkezine Uzaklık:** Lojistik merkezlerin kurulmasındaki amaçlardan biri de şehir içi yük taşımacılığında kaynaklanan trafik yoğunluğunun önüne geçmektir. Bu sebeple lojistik merkezler şehir merkezlerine ve nüfusun yoğun olduğu bölgelere göreceli olarak uzak yerlere kurulması gerekmektedir. Ayrıca lojistik merkezlerin hava kirliliği, gürültü gibi çevresel etkileri de olduğu için şehir merkezine ulaşımı kolay olan fakat şehir içerisinde olmayan yerlere kurulmalıdır.

### **1.3.2.2. Lojistik Merkez Tesisinin Bulundurulması Gereken Özellikler**

**İntermodal Terminaller:** Taşınan yüklerin bir taşıma modundan bir diğerine herhangi bir müdahalede bulunulmadan geçişine olanak sağlayan bu terminaller ürüne değer katmayan elleçleme, yükleme, boşaltma gibi işlemleri ortadan kaldırarak zaman ve işgücü

avantajı sağlayacaktır. Bu sebeple çok modlu taşımacılığın yapıldığı lojistik merkezlerde intermodal terminallerin bulunması oldukça önemlidir (Elgün, 2011).

**İlgili Kamu Kurumları:** Lojistik merkezlerde ithalatı ve ihracatı yapılan yüklerin transferleri yapıldığı için bu merkezlerde gümrükleme işlemlerinin yapılması kritik öneme sahiptir. Bu sebeple lojistik merkezlerin içerisinde gümrük merkezi bulunmalıdır. Ayrıca lojistik merkezlerde ihracata yönelimi artırmak ve transit merkezi görevi görmek amacı ile serbest bölgelerin bulunması da oldukça önemli bir husustur.

**Depolama Alanları:** Lojistik merkezlerin bünyesinde depolama için kiralanabilen veya satın alınabilen çeşitli tiplerde depolar bulunmalıdır. Lojistik merkezlerde bulunması gereken depolama alanları; konteynır alanları, açık ve kapalı döküm yük depoları, sıcaklık kontrollü yük depoları, demir yoluna bağlı depolar, gümrüklere gelen ticari malların depolandığı yerler olan antrepolar, kamyon ve tırların bekleyebilmeleri için park alanları olarak listelenebilir.

**Etkin Bilgi Teknolojisi Kullanımı:** Lojistik merkezler yüksek hızlarda ticari mal hareketliliği olan yerlerdir. İşletmeler için ürünlerin takibi ve hızlı cevap sistemleri günümüzde oldukça önemlidir. Bu sebeple firmalara entegre taşıma sistemleri arasında mal ve bilgi paylaşımı yapılabilmesi için gerekli altyapı imkanının sunulması lojistik merkezler için çok önemli bir husustur.

**Paketleme Tesisleri:** Lojistik merkezlerde yapılan işlemler sadece lojistik üzerine değil, aynı zamanda küçük çaplı üretim faaliyetlerini de içermektedir. Bu sebeple lojistik merkezlerde ürünlerin sevkiyata hazırlanması için paketleme tesisleri de bulunmalıdır.

**Bankacılık ve Sigortacılık Tesisleri:** Lojistik merkezlerde ticari işlemlerin yapılması sebebi ile bankacılık ve sigortacılık işlemlerine de ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple lojistik merkezlerde banka ve sigorta acentelerinin bulunması da işletmelere katkı sağlamaktadır.

**Diğer Hizmetler:** Lojistik merkezler birçok insanın etkileşim içerisinde olduğu bir yer olması sebebi ile bu merkezlerde restoran, otel gibi genel hizmetler sınıfında yer alan tesisler ve güvenlik hizmetlerinin de bulunması gereklidir.

### **1.3.3. Dünyada Lojistik Merkezler**

Dünyada lojistik merkezler sanayinin gelişmesi ile ilk olarak ABD’de ortaya çıkmıştır. Lojistik merkezlerin Avrupa’da ortaya çıkması ise 1960’lı yılların sonlarında

olmuştur. Avrupa’da ilk olarak Fransa’da hemen ardından İtalya ve Almanya’da Lojistik merkezler kurulmaya başlamıştır (Aydın ve Ögüt, 2008; Elgün, 2011). 1980 ve 1990’lı yıllarda İngiltere, Belçika, Hollanda gibi Avrupa ülkelerinde lojistik merkezler kurulmaya başlanmıştır ve lojistik merkez kavramı tüm Avrupa kıtasına yayılmıştır.

Avrupa’daki lojistik merkezleri bir çatı altında toplamak amacı ile 1991 yılında Europlatforms derneği kurulmuştur (URL-3, 2016). Derneğin beyanına göre Avrupa’da hali hazırda 240 lojistik merkez bulunmaktadır. Bu lojistik merkezlerin ülkelere göre dağılımı Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Avrupa ülkelerinde bulunan lojistik merkez sayıları

Ülke	Lojistik merkez sayısı	Ülke	Lojistik merkez sayısı
Almanya	35	Avusturya	5
İspanya	33	Finlandiya	5
Fransa	26	Hırvatistan	4
İtalya	21	Lüksemburg	4
Hollanda	15	İrlanda	4
Çek Cumhuriyeti	11	Litvanya	3
İsveç	10	Estonya	3
Birleşik Krallık	9	Kıbrıs	3
Danimarka	7	Yunanistan	2
Belçika	7	Slovenya	2
Macaristan	7	Letonya	2
Portekiz	6	Malta	2
Polonya	6	Romanya	1
Slovakya	6	Bulgaristan	1

Tablo 1’den görüldüğü üzere mevcut durumda Almanya Avrupa’da en çok sayıda lojistik merkez bulundurmakta olan ülkedir ve ardından sırasıyla İspanya ve Fransa gelmektedir.

Lojistik merkez kavramının doğduğu yer olan ABD bu konuda zamanla Avrupa’nın gerisinde kalmış olmakla birlikte Amerika da çokça lojistik merkez barındırmaktadır. Bunlara örnek olarak Texas eyaletinden Alliance Global Logistics Hub, Kuzey

Carolina'daki North Carolina Global TransPark, Missouri eyaletindeki Logistics Park Kansas City, Kanada'daki Calgary Logistics Park ve Kanada'daki Atlantic Gateway-Halifax Logistics Park gösterilebilir.

#### **1.3.4. Türkiye'de Mevcut Durum**

Türkiye'deki yük ve yolcu taşımaları iki ana gruptan oluşmaktadır. Bunlardan ilki ülke içindeki taşımalarlardır. Bu taşımalar üretim düzeyi ve gelir düzeyine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. İkinci grup ise Türkiye üzerinden yapılan transit taşımalar olup ülke lojistik faaliyetlerinde büyük önem taşımaktadır (T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2014).

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğu altındaki yol ağı 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla, 2.127 km otoyol, 31.341 km devlet yolu ve 32.155 km il yolu olmak üzere toplam 65.623 km olarak belirtilmektedir (URL-4, 2015). Türkiye doğu ülkeleri ile Avrupa ülkeleri arasında yük taşımacılığının merkezi konumunda görülmesine rağmen ülkenin kara yolu ağı bu seviyelerle İngiltere, Almanya, Fransa, İtalya ve Polonya gibi gelişmiş Avrupa Birliği üye ülkelerinin gerisindedir. Bu sıralama Türkiye'nin yeterli altyapı imkanına sahip olmadığı şeklinde yorumlanabilir (URL-5, 2015).

Lojistik alanındaki ülke etkinliğini etkileyen bir diğer faktör demir yollarıdır. 2013 yılı itibari ile Türkiye'de 11.209 km toplam konvansiyonel hat ve 888 km yüksek hızlı tren hattı olmak üzere toplam 12.097 km demir yolu hattı bulunmaktadır (URL-6, 2015). Demir yolu taşımacılığı özellikle yük taşımaları için ekonomikliği ile ön plana çıkmanın yanı sıra, çok modlu taşımacılığa uygunluğu ile de avantajlıdır. Türkiye demir yolu taşımacılığı ile ilgili altyapı eksikliği dışında, demir yolu taşımacılığını diğer ulaştırma türleri ile birleştirmedeki sıkıntıların da etkisiyle aktif bir şekilde demir yollarını kullanamamaktadır (T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2014).

Özellikle yük taşımacılığında etkin kullanılan deniz yolu taşımacılığı Türkiye'nin 8.400 km kıyı şeridine sahip olması ve jeopolitik konumu sayesinde uluslararası ticarete önemli bir avantajı durumundadır. Ülkemizde Deniz Ticareti Genel Müdürlüğüne bağlı 69 adet liman başkanlığı bulunmakta olup 2013 yılı içerisinde bu limanlarda 384930757,999 ton yük elleçlemesi yapılmıştır (URL-7, 2015). Yapılan çalışmalar; Türkiye'nin dış ticaret taşımalarının, 2000-2010 yılları arasında %87,6'sının deniz yolu ile yapıldığını

göstermektedir (T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2014). Bu da deniz taşımacılığının lojistik sektöründe ne kadar önemli bir yer tuttuğunun göstergesidir.

Türkiye’yi lojistik sektöründe Avrupa ve Asya kıtaları arasındaki bir merkez haline getirmek, yük ve yolcu taşımacılığını geliştirmek ve lojistik maliyetlerini azaltmak amacıyla lojistik merkezler kurulmaktadır. Lojistik merkez kavramının Türkiye’de konuşulur hale gelmesi dünya ülkelerinden çok sonra 2005 yılında olmuştur. Türkiye’de hizmete açılan ilk lojistik merkez 2007 yılında Samsun Gelemen Lojistik Merkezi olmuştur (Elgün, 2011).

Türkiye’de kurulmuş ve kurulmakta olan lojistik merkezlerin çalışmaları Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Kalkınma Bakanlığı, Ekonomi Bakanlığı, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve TCDD’nin ortak çabalarıyla yürütülmektedir (T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2013).

TCDD Taşımacılık A.Ş. Genel Müdürlüğünün beyanına göre Türkiye’de İstanbul/Halkalı, İstanbul/Yeşilbayır, Kocaeli, Eskişehir, Balıkesir, Kayseri, Samsun, Denizli, Mersin, Erzurum, Uşak, Konya, Bilecik, Kahramanmaraş, Mardin, Sivas Kars, İzmir, Şırnak ve Bitlis’de olmak üzere toplam 20 adet lojistik merkezin yapılması planlanmaktadır. Bu lojistik merkezlerden Samsun, Uşak, Denizli, Kocaeli, İstanbul/Halkalı, Eskişehir ve Balıkesir illerinde bulunan yedi tanesi hizmete açılmıştır. Bilecik, Mardin, Erzurum, Mersin, Kahramanmaraş, İzmir lojistik merkezlerinin ise yapım işlemlerinin sürdüğü bildirilmektedir. Şekil 1’de TCDD Taşımacılık A.Ş. Genel Müdürlüğünün kurmakta olduğu ve kurmayı planladığı lojistik merkezlerin konumları görülmektedir (URL-8 2016).



Şekil 1. Türkiye’de kurulması planlanan lojistik merkezler

#### 1.4. Yayın Taraması ve Çalışmanın Amacı

Türkiye’de kurulması planlanan lojistik merkezler için uygun illerin seçiminin amaçlandığı bu tez kapsamında üç farklı başlık altında yayın taraması yapılmıştır. Bunlardan ilki lojistik merkez kavramını anlamak, temel gereksinimlerini öğrenmek için lojistik merkezler üzerine yapılmış genel çalışmalardır. İkinci başlıkta, tez kapsamında yer seçimi yapılacak olması sebebi ile üretim ve hizmet tesislerine yönelik yer seçimi çalışmaları incelenmiştir. Üçüncü başlık altında ise tezin esas konusu olan lojistik merkez yer seçimi çalışmaları ele alınmıştır.

##### 1.4.1. Lojistik Merkezler Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Literatür incelendiğinde lojistik merkezler üzerine yapılmış çokça çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmalar konularına göre; lojistik merkez kavramını açıklayan ve tarihsel gelişimini inceleyen çalışmalar (Meidute, 2005; Rimiene ve Grundey, 2007; Jarzemskis, 2007; Aydın ve Öğüt, 2008; Önden vd., 2015), lojistik merkezlerin bulundurma gereken nitelikleri inceleyen çalışmalar (Kaynak ve Zeybek, 2007; Meidute ve Raudeliuniene, 2011; Elgün, 2011), lojistik merkez yer seçimi üzerine yapılan çalışmalar (Klapita ve Svecova, 2006; Kayıkçı, 2010; Markovic vd., 2013), lojistik merkezlerin ekonomik sürdürülebilirliğini ve işletmelere sağladığı maliyet avantajlarını inceleyen çalışmalar (Tsamboulas ve Kapros, 2003; Meidute, 2007; Bezirci ve Dündar,

2011), lojistik merkez tesis tasarımı üzerine yapılan çalışmalar (Ballis ve Mavrotas, 2007), ülkelerin lojistik merkez potansiyelini inceleyen çalışmalar (Kara vd., 2009) ve belirli bir lojistik merkezi inceleyen çalışmalar (Karakuyu, 2010) olarak özetlenebilir.

Literatürde lojistik merkezler üzerine yapılan çalışmalarda en sık rastlanan konulardan birisi lojistik merkez kavramı ve tarihsel gelişimidir. Meidute (2005), lojistik merkezlerin farklı ülkelerde farklı şekillerde ifade edildiğinden bahsetmiş lojistik merkez kavramını açıklamıştır. Lojistik merkezler için çok modlu taşımacılığın öneminden de bahsedilen çalışmada, lojistik merkezlerde bulunması gereken nitelikler özetlenmiş ve bu merkezlerde sunulan hizmetlere değinilmiştir. Rimiene ve Grundey (2007), lojistik merkezlerin tarihsel gelişiminden bahsetmiş lojistik merkez kavramını incelemiş, lojistik faaliyetlerin yürütüldüğü tesisleri hiyerarşik olarak sınıflandırmışlardır. Jarzemskis (2007), lojistik merkez kavramından bahsettiği çalışmada lojistik merkezlerle iş birliğinde olmanın faydalarını 11 başlık altında incelemiş ve lojistik merkez kurulumundaki kısıtlamalara değinmiştir. Aydın ve Öğüt (2008), lojistik köy kavramına değinmiş, lojistik merkezlerin temelini oluşturan öğelerden bahsetmiş, bu merkezlerin özelliklerini anlatmış ve faydalarını ele almışlardır. Ayrıca çalışmada lojistik merkezlerin karşılaştıkları sorunlara da değinilmiştir. Önden vd., (2015) çalışmalarında lojistik merkez kavramını ele almış, bu merkezlerin özelliklerinden ve gelişiminden bahsetmişlerdir. Ayrıca lojistik merkez yer seçiminde etkili olacağı düşünülen kriterleri belirlemişlerdir.

Literatürde sıklıkla rastlanan bir diğer konu lojistik merkezlerin bulundurulması gereken özellikler olmuştur. Kaynak ve Zeybek (2007), çok modlu taşımacılığın öneminden ve katkılarından bahsetmiştir. Çok modlu taşımacılık için düğüm noktalarının gerekliliğinden bahsetmiş, kara limanı ve lojistik merkezlerin gerekliliklerini vurgulamışlardır. Ayrıca çalışmada Türkiye'deki lojistik merkez ve kara limanlarının durumlarına değinilmiştir. Elgün (2011), lojistik köylerin ortak özelliklerinden bahsetmiş konularının bulundurulması gereken özelliklerine değinmiş, Avrupa'da ve Türkiye'deki lojistik merkezlerin gelişimini incelemiştir. Ayrıca Elgün ve Elitaş'ın (2011) çalışmalarında elde ettikleri lojistik merkez yerleri için uygunluk sıralamasına değinmiştir. Meidute ve Raudeliuniene (2011), lojistik merkez kurulumu için dış etmenler ve içsel etmenleri değerlendirmişlerdir. Üç aşamalı olan bu değerlendirmede literatür araştırmasından, ÇKKV tekniklerinden ve uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Öncelikle etmenler belirlenmiş, ardından bu etmenler incelenmiş ve son olarak da bu etmenler yorumlanmıştır.

Lojistik merkezlerin ekonomik sürdürülebilirliğini ve işletmelere sağladığı ekonomik avantajları inceleyen, lojistik merkezlere ekonomik açıdan yaklaşan çalışmalara da literatürde sıklıkla rastlanmaktadır. Tsamboulas ve Kapros (2003), özel ve kamusal lojistik merkezlerin finansal sürdürülebilirliklerini dört aşamada incelemişlerdir. İlk aşamada bölge seçimi ve trafik sıkışıklığının belirlenmesine değinilmiş, ikinci aşamada sunulan hizmetler ve bunlarla ilgili boyutlardan bahsedilmiş, üçüncü aşamada yatırım ve operasyon maliyetlerinin tahmini yapılmış ve son aşamada yatırımın değerlendirilmesi yapılmıştır. Geliştirilen bu model ile Kuzey Yunanistan'da bir uygulama sunmuşlardır. Meidute (2007), lojistik merkezlerin dört evreden oluşan ekonomik değerlendirmesini yapmış ve lojistik merkez sermaye karlılığını incelemiştir. Bezirci ve Dündar (2011), çalışmalarında Türkiye'de kurulmakta olan lojistik merkezlerin lojistik işletme maliyetlerini ve işletmelere sağladığı maliyet avantajlarını incelemiştir. Çalışmada ayrıca lojistik firmalarının ne sebeplerle Ankara Lojistik Üssünde faaliyette bulduklarını yüz yüze görüşmelerle belirlemeye çalışmışlardır.

Bu konuların dışında lojistik merkez tasarımı üzerine odaklanan, ülkelerin lojistik merkez olma potansiyelini inceleyen, belirli lojistik merkezleri inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Ballis ve Mavrotas (2007), Athena yakınlarındaki Thriaso bölgesine kurulmakta olan lojistik merkez tasarımı için 3 alternatiften en uygun olanını bulmak için PROMETHEE tekniğinden faydalanmıştır. Kara vd., (2009) Türkiye'nin stratejik konumu, dış ticaret hacmi ve taşımacılıkta bir transit ülke olması açısından lojistik üs olma potansiyelini incelemişlerdir. Türkiye'nin lojistik üs olması için taşımacılıkta bir geçiş ülkesinden ziyade merkez ülke olması gerektiğini belirtmişlerdir. Karakuyu (2010), İstanbul Hadımköy'e kurulması planlanan lojistik merkezin konumuna, etrafında bulunan sanayi ve lojistik işletmelerine değinmiş, liman bağlantılarını ele almıştır. Merkezin havaalanına ve anayollara yakınlığına dikkat çekilmiştir. Ayrıca çalışmada merkezin dezavantajlı yönleri olan bölgedeki altyapı eksikliği, çevre kirliliği, plansız kentleşme konularına dikkat çekilmiştir.

#### **1.4.2. Yer Seçimi Üzerine Yapılmış Çalışmalar**

Literatürde yer seçimi üzerine yapılmış çokça çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar arasında kullanılan teknikler bakımından ÇKKV teknikleri ile yapılan çalışmalar,



matematiksel modelleme ile yapılan çalışmalar ve meta sezgisel metotlar ile yapılan çalışmalar dikkat çekmektedir.

Yer seçimi çalışmaları alanlarına göre gruplandırılmaya gidildiğinde ise enerji alanı (Choudhary ve Sankar, 2012; Wu ve Geng, 2014; Freanco vd., 2015), çevre yönetimi alanı (Li vd., 2011; Kabir ve Sumi, 2014; Mokhtarian vd., 2014), lojistik ve tedarik zinciri alanı (Demirel vd., 2010; Ozcan vd., 2011; Hong ve Xiaohua, 2011; Erbiyik vd., 2012; Correia ve Antunes, 2012; Bruglieri vd., 2014; Wey, 2015) yapılmış çalışmaların çokluğuyla dikkat çekmektedir.

Yer seçimi çalışmalarında sıklıkla ele alınan enerji alanında Choudhary ve Sankar (2012), termik santral yer seçimi için Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process, AHP) ile kriter ağırlıklarının belirlendiği ve seçeneklerin TOPSIS tekniği ile sıralandığı sentez bir teknik önermişler. Ayrıca yazarlar tekniğin etkinliğini göstermek için Hindistan üzerinde sayısal bir örnek sunmuşlardır. Wu ve Geng (2014), çalışmalarında AHP tekniği ile Güneş-Rüzgar hibrit güç istasyonlarına yönelik yer seçimi modeli kurmuşlar ve modelin etkinliğini göstermek amacı ile Çin Halk Cumhuriyeti üzerinde sayısal bir örnek sunmuşlardır. Freanco vd., (2015) biyogaz tesislerine yönelik en uygun yer seçimi yapılmasına yardımcı olmak amacı ile sentez bir model önermişlerdir. Bu sentez modelde GIS (Coğrafi bilgi sistemi) ile seçeneklerin belirli faktörlere göre değerlendirilmesi yapılmış, AHP kriter ağırlıkları belirlenmiş FWOD(bulanık ağırlıklandırılmış baskın örtüşme (Fuzzy Weighted Overlap Dominance)) verilerin düzenlenmesinde kullanılmış ve AHP-FWOD ile yer seçimi yapılmıştır.

Son dönemde oldukça popüler bir konu haline gelen çevre yönetimi üzerine Li vd., (2011) Minimum Steiner Ağacı (Minimum Steiner Tree) ile bir su geri dönüşüm tesisi yer seçimi modeli oluşturmuş, NP hard bu problemin çözümü için yaklaşık çözüm bulan bir metodoloji önermişlerdir. Kabir ve Sumi (2014), trafo yer seçiminin çevreye etkileri açısından inceledikleri sentez teknikte Bulanık AHP ve PROMETHEE tekniklerini bir arada kullanmışlardır. Yazarlar ayrıca Bangledesh üzerinde bu tekniğin kullanıldığı bir örnek sunmuşlardır. Mokhtarian vd, (2014) tesis yer seçimi için Aralık Değerli Bulanık Sayıların (Interval Valued Fuzzy Numbers (IVFNs)) kullanıldığı VIKOR tekniği ile bir model sunmuşlardır. Gerçek bir örnek olarak İran'ın en büyük şehirlerinden biri olan İsfahan'da yaş atık depolanacak çukur yerlerinin 14 aday arasından seçimini bu model ile belirlemiş ayrıca modelin diğer tekniklerle kıyaslanması için farazi bir sayısal örnekle sunmuşlardır.

Demirel vd., (2010) depo yer seçimi için bir ÇKKV yöntemi olan Choquet İntegral Tekniği ile depo yer seçimi için bir model kurmuşlar, Türkiye'deki bir lojistik firması için gerçek verilerle bu modeli uygulamışlardır. Özcan vd., (2011) çalışmalarında öncelikle ÇKKV tekniklerinden AHP, TOPSIS, ELECTRE ve Gri İlişkisel Analizi kıyaslamışlar ardından TOPSIS ELECTRE ve Gri İlişkisel Analizi depo yer seçimi problemi çözümünde kullanmışlardır. Hong ve Xiaohua (2011), felaket durumunda dağıtım merkezi görevi gören acil lojistik merkezleri yer seçimi için AHP tekniği ve Çok Amaçlı Matematiksel Modellemeye dayalı bir çözüm algoritması geliştirmişlerdir. Erbyık vd., (2012) perakende mağazaları yer seçimi için birçok etmenin dikkate alınması gerektiğini vurgulamış bu sebeple AHP ile seçim yapılması için bir model sunmuşlardır. Bu modeli Türkiye'de gıda sektöründeki bir firma için uygulamışlardır. Correia ve Antunes (2012), tek yönlü araç kiralama şirketine ait bir depo yer seçimi için tam sayılı programlama modeli kurmuşlar ve Portekiz'deki bir şirketin depo yer seçimi problemi için bu modeli çözmüşlerdir. Bruglieri vd., (2014) zehirli atık taşıyan araçların kontrollerinin yapıldığı Geçiş Yerlerinin (Gateway) yer seçimi için NP Hard bir matematiksel model kurmuşlardır. Wey (2015), çalışmalarında şehir planlama ve ulaşım yaklaşımı olan Akıllı Büyüme (Smart Growth) kavramından bahsetmiş, Tapei şehrindeki metroya eklenecek yeni bir transit istasyonunun 7 seçenek arasından hangisine kurulmasının uygun olacağını belirlenmesi için Bulanık AHP ve Veri Zarflama Analizinden oluşan sentez bir yöntem sunmuşlardır.

Bu çalışmalar dışında yine yer seçimi üzerine sağlık alanında (Lin vd., 2010; Aydın ve Arslan, 2010; Baray ve Cliquet, 2013), bilişim alanında (Lu vd., 2011), sosyal alanda (Cheng vd., 2007; Ishizaka vd., 2013; Dock vd., 2014) yapılmış çalışmalar da bulunmaktadır.

Lin vd., (2010) Veri Zarflama Analizini kullanarak Tayvan'daki 17 bölgenin sağlık açısından etkinliklerini belirlemiş ve hangi bölgeye hastane kurulmasının uygun olacağını saptamaya çalışmışlardır. Aydın ve Arslan (2010), bulanık AHP tekniği ile Ankara'ya kurulacak yeni bir hastane için uygun bölge seçimi yapmışlardır. Baray ve Cliquet (2013), P Medyan ve küme kaplama modellerini bir arada kullanarak Fransa'daki doğum evleri için yer seçimi modeli önermişlerdir.

Cheng vd., (2007) Hong Kong'da kurulacak bir alışveriş merkezi yer seçimine yardımcı olmak amacı ile GIS ile model kurmuşlardır. Kurulan modelde hem uzaysal hem de uzaysal olmayan verileri aynı anda değerlendirebilmek için GIS tekniği tercih

edilmiştir. Ishizaka vd., (2013) açılması planlanan bir kumarhane için Londra’da iki alternatif bölge belirlemiş ve yer seçimi için Ağırlıklı Toplamlar, TOPSIS ve PROMETHEE teknikleri ile bir model sunmuşlardır. Dock vd., (2014) Kentucky Eyaletinin Jefferson ilçesindeki restoranların etkili yer seçimi yapılabilmesi için üç farklı çekim modeli (Gravity Model) kurmuşlardır. Bu modeller Pazar potansiyeli modeli, karmaşık çekim modeli ve rakip yerler/Huff modelleridir.

Lu vd., (2011) Kısıtlı Steiner Ağacı (Restricted Steiner Tree) Algoritmasından faydalanarak kablosuz ağ sinyal sağlayıcılarının yer seçimini yapmışlardır.

### 1.4.3. Lojistik Merkez Yer Seçimi Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Lojistik merkezler son zamanlarda yoğun ilgi gören bir kavram olup hem ülke yöneticileri için hem de bilimsel alanda üzerine çalışmalar yapılan bir konu haline gelmiştir (Kayıkcı, 2010). Lojistik merkez kavramının ortaya çıkması ile birlikte ortaya çıkan en önemli öğelerden biri de yer seçimi kararı olmuştur. Literatürde lojistik merkez yer seçimi üzerine oldukça fazla çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda en sık kullanılan yöntemler çok kriterli karar verme teknikleri, matematiksel modeller, yapay zeka uygulamaları, benzetim teknikleri ve matematiksel modeller ile çok kriterli karar verme tekniklerinin bir arada kullanıldığı sentez yöntemlerdir.

Literatürde çok kriterli karar verme (ÇKKV) teknikleri, çalışmalarda en sık karşılaşılan yöntem olmuştur (Chen, 2001; Yang, 2005; Chen ve Qu, 2006; Wang ve Liu, 2007; Turskis ve Zavadskas, 2010; Eryürük vd., 2010; Bamyacı ve Tanyaş, 2010; Awasthi vd., 2011; Notteboom, 2011; Ka, 2011; Erkayman vd., 2011; Kuo, 2011; Elgün ve Elitaş, 2011; Ar ve Tanyaş, 2012; Eryürük vd., 2012; Peker, 2012; Markovic vd., 2013; Eevli, 2014; Ruda, 2014; Wang vd., 2014; Zak ve Weglinski, 2014; Demiroğlu ve Eleren, 2014; Nguyen ve Notteboom, 2016).

Çok kriterli karar verme tekniklerini kullanan çalışmalardan kayda değer bir kısmında bulanık mantıktan faydalanılmıştır.

Chen (2001), lojistik merkez yer seçimi için kriter ağırlıklarının ve alternatiflerin kriterler üzerinden aldığı değerlerin dilsel olarak ifade edildiği ikili kıyaslamalara dayanan yeni bir bulanık çok kriterli karar verme tekniği önermiştir. Yang (2005), doktora tezinde kuru liman (iç liman) yer seçimi için bulanık TOPSIS tekniği ve Geographic Information System Developer’s Kit (GISDK) programı ile iki farklı karar modeli kurmuştur. Ayrıca

yatırım kararlarını verirken yardımcı olmak üzere hem özel işletmeler hem de kamu kurumlarının hedeflerini gözeten bir matematiksel model geliştirmiştir. Chen ve Qu (2006), lojistik merkez yer seçimi için bulanık AHP ve Entropi tekniklerini entegre ederek sentez bir model sunmuşlardır. Bu sentez teknikte AHP tekniği ile elde edilen ağırlıklar Entropi tekniği ile tekrar düzenlenmiştir. Çalışmada sayısal bir örnek sunulmuş ve üç alternatif yer sıralanmıştır. Wang ve Liu (2007), mevcut ulusal ve uluslararası lojistik merkez yer seçimi çalışmalarını incelemiş ardından bulanık AHP ve bulanık TOPSIS tekniklerinden faydalanarak sentez bir teknik önermiş ve Çin Halk Cumhuriyetinin Jinan bölgesi için uygulama sunmuşlardır. Turskis ve Zavadskas (2010), lojistik merkez yer seçimi için bulanık bir ÇKKV tekniği olan bulanık katkı oranı değerlendirme yöntemi (Fuzzy Additive Ratio Assessment Method (ARAS-F)) ismini verdikleri bir model önermişlerdir. Kriter ağırlıklarının AHP ile belirlendiği bu teknik fayda fonksiyonu temelli bir ÇKKV tekniğidir. Awasthi vd., (2011) kentsel dağıtım merkezleri yer seçimi için bulanık TOPSIS tekniğini kullandıkları bir model sunmuşlar ve kullanılan kriter ağırlıklarına göre bir duyarlılık analizi yapmışlardır. Ka (2011), Çin'deki mevcut kuru limanların durumlarını incelemiş ve bu merkezlerdeki sorunların temellerinin hatalı yer seçimine dayandığına karar vermiştir. Bu sebeple kuru liman yer seçimi için bulanık AHP ile kriter ağırlıklarının belirlendiği ve ELECTRE II ile seçeneklerin sıralandığı bir model sunmuştur. Erkeyman vd., (2011) Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'ne kurulacak lojistik merkez yer seçimi için bulanık TOPSIS metodunu kullandıkları bir model önermişlerdir. Yer seçimi için Erzurum, Diyarbakır ve Malatya illeri 3 aday şehir olarak belirlenmiş ve 4 kriter üzerinden değerlendirme yaparak Erzurum ilinin lojistik merkez kurulumu için en uygun il olduğu sonucuna varmışlardır. Kuo (2011), uluslararası dağıtım merkezi yer seçimi için sentez bir teknik sunmuştur. Bu teknikte bulanık DEMATEL ile kriterlerin yapısı oluşturulmuş, AHP/ANP ile kriter ağırlıkları belirlenmiş, uzaklık temelli TOPSIS tekniğine benzeyen yeni bir ÇKKV tekniği ile de seçeneklerin sıralanması yapılmıştır. Eevli (2014), lojistik merkez yer seçimi için bulanık PROMETHEE tekniğini kullandığı bir model sunmuştur. Bu modelde seçim kriterleri literatür araştırması ve uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca modelin etkinliğini göstermek amacı ile sayısal bir örnek sunulmuştur. Wang vd., (2014) lojistik merkez yer seçiminde tutarlılığı dikkate almak ve uzmanların geçmişteki tahminlerinin doğruluğunu değerlendirmek için karar vericilerin güvenilirliğine dayalı bulanık bir ÇKKV tekniği sunmuştur.

Lojistik merkez yer seçimi için çok kriterli karar verme tekniklerinden faydalanan diğer çalışmalarda ise kesin değerler ile hesaplamalar yapılmıştır:

Eryürük (2010), doktora tezinde Marmara Bölgesinde konfeksiyon sektörüne yönelik bir lojistik merkez yer seçimi modeli sunmuştur. Aday yerler yapılan çalışmalar doğrultusunda İstanbul'un 3 ilçesinde belirli araziler olarak belirlenmiştir. Literatür araştırması ile elde edilen kriterler uzman görüşleri doğrultusunda 25 adete indirilmiş ve AHP tekniğinden faydalanılarak aday yerler sıralanmıştır. Bamyacı ve Tanyaş (2010), çalışmalarında Bamyacı (2008) tarafından organize lojistik bölgesi yer seçimi için kullanılan 18 kriteri kullanarak daha önce yapılmış çalışmalardan Bamyacı (2008), Bamyacı ve Tanyaş (2008), Bamyacı ve Tanyaş (2009) elde edilen sonuçları karşılaştırmışlardır. Bu çalışmaların ilkinde AHP tekniği, ikincisinde AHP-TOPSIS ve üçüncüsünde de AHP-SAW tekniği ile İstanbulun 3 bölgesi arasından yer seçimi yapılmıştır. Her üç çalışmada da Hadımköy Bölgesinin seçilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Elgün ve Elitaş (2011), Türkiye'deki kuzey güney ulaşım hattı üzerinde yer alan 7 şehrin lojistik merkez olabilme potansiyellerini değerlendirmişlerdir. Bu amaçla delphi tekniğinden faydalanan yazarlar 30 uzmanın görüşlerine başvurmuştur. Notteboom (2011), çalışmasında konteyner bağlantı noktalarının (container hub) bulundurulması beklenen karakteristikleri belirlemiş ve Güney Afrika'daki durumlarını incelemiştir. Ardından Güney Afrika'da konteyner bağlantı noktası (container hub) yer seçimi için öncelikle nicel bir SWOT analizi (strengths, weaknesses, opportunities, threats - güçlü yönler, zayıf yönler fırsatlar, tehditler) yapmış ardından AHP ve SMARTER tekniklerini bir arada kullandığı bir model sunmuştur. Ar ve Tanyaş (2012), çalışmalarında Türkiye'deki illerin lojistik merkez kurulma önceliklerini belirlemek için Gri İlişkisel Analiz tekniğinden faydalanmışlardır. 81 ile ait 2010 yılına ait veriler ile yapılan bu çalışmada kriter ağırlıkları eşit olarak ele alınmıştır. Eryürük vd., (2012) konfeksiyon sektörüne yönelik lojistik merkez yer seçimi için AHP tekniğinin kullanıldığı bir model önermişlerdir. Çalışmada Türkiye'deki konfeksiyon firmalarının çoğunun Marmara bölgesinde toplandığına dikkat çekilmiş bu sebeple lojistik merkezin bu bölgeye kurulması gerektiğine karar verilmiştir. Bölgedeki üç merkez (Tuzla, Hadımköy ve Gümüşkaya) seçenekler olarak belirlenmiş, kullanılan kriterler ise literatür araştırması ve uzman görüşleri ile elde edilmiştir. Çalışma sonucunda lojistik merkez kurulumu için en uygun bölge Hadımköy olarak belirlenmiştir. Peker (2012), yaptığı doktora tezinde AAS ve BOCR (Benefit, Opportunities, Cost, Risk) tekniklerini bir arada kullanarak Trabzon ili

için bir lojistik merkez yer seçimi modeli önermiştir. Yazar öncelikle Delphi tekniğinden faydalanarak uzman görüşleri doğrultusunda farklı lojistik merkez sınıflarının bulundurulması gereken kriterleri belirlemiş ve Trabzon'un sağladığı kriterlere bakılarak bölgesel bir lojistik merkez kurulmasının uygun olacağına kanaat getirmiştir. Trabzon'da lojistik merkez yer seçimi için uygun kriterler belirlenirken literatür araştırması ve uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Çalışmada AAS'deki etkiler Fayda, Fırsat, Maliyet ve Risk başlıkları altında belirlenmiş, faydalı olan kriterler için fayda ağı, fırsat yaratanlar için fırsat ağı maliyet içerenler için maliyet ağı ve risk unsuru taşıyanlar için risk ağı oluşturulmuştur. Bu ağılar Super Decisions programına tanıtılmış ve  $(a * \text{fayda}) + (b * \text{fırsat}) + (c * \text{maliyet}) - (d * \text{risk})$  şeklinde ağırlıklar ile çarpılıp ağırları birleştirmiştir. Çalışmanın sonunda ağırlıklar değiştirilerek duyarlılık analizi yapılmıştır. Markovic vd., (2013) lojistik merkez yer seçimi için PROMETHEE tekniğinin bir varyasyonu olarak MODIPROM tekniğini sunmuşlardır. Bu teknikte PROMETHEE'de kullanılan öncelik fonksiyonlarına bir yenisi eklenmiş ve kriterlerin aldıkları ağırlıkların değişmesinin sonuca etkilerinin incelenmesi modele dahil edilmiştir. Ayrıca yazarlar tekniğin kullanımı için MODIPROM adını verdikleri bir yazılım geliştirmişlerdir ve 5 alternatifli bir sayısal örneğin üzerinden MODIPROM tekniğinin çözümünü göstermişlerdir. Ruda (2014), lojistik merkez yer seçimi için Çek Cumhuriyetinde Vysocina bölgesine kurulması planlanan kamusal bir lojistik merkez yer seçimi için ÇKKV tekniklerine uzaysal olarak yönlendirme eklenmesi ile oluşan Çok Kriterli Analiz (Mullti Criteria Analysis) yöntemleri ile üç farklı model kurmuştur. Bu modeller Boolean modeli, Sıralı Ağırlıklı Ortalama (OWA, Ordered-Weighted Average) yöntemi ve Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon (WLC, Weighted Linear Combination) yöntemleri ile oluşturulmuştur. Yazar Boolean yönteminin tatmin edici sonuçlar vermediğine kanaat getirmiş, Sıralı Ağırlıklı Ortalama yöntemi ve Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon yöntemlerinin benzer alanlar göstermekle birlikte Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon yönteminin sonuçlarını daha tatmin edici bulmuştur. Demiroğlu ve Eleren (2014), Türkiye'deki demir yolu ile bağlantılı 7 limanın küresel lojistik merkezlere uygunluklarını AHP ve PROMETHEE'den oluşan sentez bir teknikle incelemişlerdir. Çalışmada AHP ile kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından PROMETHEE tekniği ile limanları sıralamış ve bu sıralamaya alternatif olarak AHP tekniği ile de sıralama yapmışlardır. Sıralamaların aynı çıktığı sonucuna varılmış ve tutarlı bir model kurulduğuna kanaat getirmişlerdir. Zak ve Weglinski (2014), lojistik merkezler için en uygun yerin seçilmesine yardımcı olmak amacı ile iki aşamalı bir model önermişlerdir. İlk aşamada

bölgelere yönelik Makro Analiz uygulanmış, bölgelere ait teknolojik, altyapısal, ekonomik vb. etmenlerin değerleri belirlenmiştir. İkinci aşamada ise ELECTRE III/IV ile bölgeler sıralanmıştır. Nguyen ve Notteboom (2016), çalışmalarında birden fazla paydaş açısından kuru liman yerlerinin değerlendirilmesi için Çok Kriterli Analiz tekniği ile geliştirmekte olan ülkelere yönelik bir model sunmuşlardır. Kurulan bu modelde kuru liman kullanıcıları, servis sağlayıcıları ve toplum açısından alternatif yerlerden en uygunun belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada ayrıca Vietnam için bir uygulama sunmuşlardır.

Literatürde lojistik merkez yer seçimi için sıklıkla kullanılan bir diğer yöntem matematiksel modelledir (Taniguchi vd., 1999; Can ve Çilingirtürk, 2006; Klapita ve Svecova, 2006; Yang vd., 2007; Wang ve He, 2009; Xu vd., 2011; Liu vd., 2012; Georgijevic vd., 2013; Hamzaçebi ve İmamoğlu, 2014).

Taniguchi vd., (1999) kamusal lojistik merkezlerin büyüklüğünü belirlemek ve yer seçimini yapmak için kuyruk teorisinden de faydalanarak doğrusal olmayan bir matematiksel model kurmuşlardır. Can ve Çilingirtürk (2006), Türkiye'deki bir marketler zinciri ana depo yer seçimi için coğrafi koşulları ve taşıma maliyetlerini dikkate alan, iki yönlü koordinat sistemi kullanılan, nüfus ve GSYH değerlerini de göz önünde bulunduran bir dış bükey programlama modeli geliştirmişlerdir. Sonuç olarak ana depo için Eskişehir Bilecik arasındaki Bozüyük ilçesine yakın bir alan belirlemişlerdir. Klapita ve Svecova (2006), lojistik merkez yer seçimi için bulanık sayılarla ifade edilen, kesin olmayan maliyetleri içeren, 0-1 tam sayılı değişkenleri olan ve doğrusal olmayan bir matematiksel model sunmuşlardır. Yazarlar böylelikle gelecekte gerçekleşebilecek değişikliklere dayanıklı bir çözüm elde etmişlerdir. Yang vd., (2007) lojistik dağıtım merkezleri yer seçimi için Bulanık şans kısıtlı programlama modeli tasarlamış modelin yaklaşık çözümü için Tabu Arama Algoritması, genetik algoritma ve bulanık benzetim algoritmalarını birleştirmişlerdir. Wang ve He (2009), belirsiz bir ortamda lojistik merkez yer seçimi ve atama problemi için iki farklı model sunmuşlardır. Birinci modelde pişmanlık modeline dayalı robust bir optimizasyon modeli geliştirmişlerdir. Bu modeli çözmek için sayım metodu ve genetik algoritmadan faydalanarak modeli Visual C++ ve Visual Studio 6.0 ile çözmüşlerdir. İkinci model ise iki aşamalı bir model olup birinci aşamasında lojistik merkez yer seçiminin yapıldığı deterministik bölüm ikinci aşamada ise dağıtım planının yapıldığı stokastik bölüm bulunmaktadır. Bu model ise Lingo 9.0 yazılımından faydalanılarak çözülmüştür. Ayrıca yazarlar sayısal bir örnek üzerinden robust modelin stokastik modele göre daha iyi sonuçlar verdiğini göstermişlerdir. Xu vd., (2011) lojistik

dağıtım merkezi yer seçimi için bulanık katsayılı çok amaçlı şans kısıtlı bir matematiksel model oluşturmuşlar ve modelin yaklaşık çözümü için yayılan ağaç temelli genetik algorithmadan faydalanmışlardır. Yazarlar modelin etkinliğini göstermek için gerçek bir süt ürünleri holdingi için sayısal örnek sunmuşlardır. Liu vd., (2012) lojistik merkez yer seçimi için literatürde sıklıkla kullanılmış dokuz tekniği belirlemiş bu teknikleri incelemiş ve en uygun tekniğin Center of Gravity methodu olduğuna kanaat getirmişlerdir. Yazarlar Center of Gravity methodu ile Jilin şehri lojistik merkezi yer seçimi için bir model önermişlerdir. Georgijevic vd., (2013) gerekli lojistik merkez sayısını, büyüklüğünü ve yer seçimini belirlemek için sabit maliyetleri, elleçleme maliyetlerini ve stok tutma maliyetlerini içeren kapasite sınırlı matematiksel bir model kurmuşlardır. Yazarlar modelin etkinliğini göstermek amacı ile Sırbistan Cumhuriyeti'nde bir uygulama sunmuşlardır. Hamzaçebi ve İmamoğlu (2014), Türkiye'nin TR90 bölgesine kurulması planlanan lojistik merkez yer seçimi için bir hedef programlama tekniği geliştirmişlerdir. Çalışmada kullanılan hedefler literatür araştırması ve uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiş, 5 adet hedef kullanılmıştır. Problemin çözümü için GAMS 23.8 yazılımı kullanılmış ve lojistik merkez kurulumu için en uygun ilin Trabzon olduğu sonucuna varılmıştır.

Diğer tekniklere göre az olmakla birlikte literatürde lojistik merkez yer seçimi için karşılaşılan bir diğer teknik veri madenciliği ve yapay zeka uygulamaları olmuştur (Kayıkçı, 2010; Li vd., 2011; Liu vd., 2011 ; Ji vd., 2013; Hu vd., 2015).

Kayıkçı (2010), lojistik merkez yer seçimi için bulanık AHP ve Yapay Sinir Ağlarının bir arada kullanıldığı bir model önermiştir. Kriter ağırlıklarının bulanık AHP ile belirlendiği modelde yapay sinir ağları ile yer seçimi problemi yapılandırılmıştır. Çalışmada yapay sinir ağları uygulaması için MatLab v6.5 programından faydalanan yazar modelin sayısal bir örneğini de sunmuştur. Li vd., (2011) lojistik merkez yer seçimi için Aksiyomatik Bulanık Kümeler (Axiomatic Fuzzy Set) kümeleme metodu ve TOPSIS tekniğinden oluşan bir model önermişlerdir. Modelde Aksiyomatik Bulanık Kümeler ile aday şehirlerin faktörlerden aldıkları puanların belirlenmesi, TOPSIS tekniği ile de sıralama yapılması önerilmiştir. Çalışmada ayrıca sayısal bir örnek ile modelin uygulaması yapılmıştır. Liu vd., (2011) dağıtım merkezi yer seçimi için sentez sezgisel bir model olan, bulanık mantık ile kaba kümelerden oluşan bir teknik önermişlerdir. Öncelikle kaba küme metodu ile ağırlıklar elde edilmiş ardından etkileşimli çok amaçlı bulanık karar teorisi ile matematiksel modeli oluşturmuşlardır. Ji vd., (2013) bir dağıtım ağındaki bölgesel ekspres dağıtım merkezi için iki alternatif model önermişlerdir. Birinci teknik yol şebekesine



dayalı doğrusal olmayan matematiksel bir model ikinci teknik ise maliyetlere yönelik bulanık C Ortalamalar metodudur. Yazarlar sayısal bir örnek ile bulanık C ortalamalar metodunun problemin çözümünde başarılı sonuç verdiği kanaat getirmişlerdir. Hu vd., (2015) arz talep ağlarına (supply demand network) yönelik lojistik dağıtım merkezleri yer seçimi için gelişmiş bir ateş böceği algoritması sunmuşlardır. Bu algorithmada bir koordinasyon faktörü eklenerek arama aşaması değiştirilmiş ve algoritmanın doğruluğu geliştirilmiştir.

Literatürde nadir olarak benzetim tekniklerinden yararlanan çalışmalar da bulunmaktadır (Moreira vd, 1998; Kampf vd., 2011).

Moreira vd., (1998) yük ve yolcu taşımacılığı yapan modlar arası (inetrmodal) terminal yer seçimi için bulanık mantık içeren bir benzetim modeli ile karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Kampf vd., (2011) Çek Cumhuriyeti'nde kamusal lojistik merkezleri için uygun yer seçiminde etkili olan parametreleri belirlemiş, bu merkezlerin yer seçimi kararına yardımcı olacak bir araç geliştirmişlerdir. Çalışmada kullanılan dokuz kriter ve seçeneklerin kriterlere göre öncelikleri uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiş, kriter ağırlıkları Saaty'nin ikili karşılaştırma metodu ile hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar Monte Carlo benzetimi ile doğrulanmış, ağırlıklı toplamlar metodu ile 4 alternatif bölgeden biri seçilmiştir.

Çok kriterli karar verme tekniklerini matematiksel modellerle bir arada kullanan sentez çalışmalar da lojistik merkez yer seçimi literatüründe yer almaktadır (Farahani ve Asgari, 2007; Regmi ve Hanoka, 2013; Chen vd., 2014).

Farahani ve Asgari (2007), çalışmalarında askeri lojistik sistemi için dağıtım merkezi görevi görececek depoların yer seçimini incelemişlerdir. Bu çalışmada amaç en az sayıdaki dağıtım merkezi sayısını bulmak ve en iyi yer seçimlerini yapmaktır. Çalışmada öncelikle TOPSIS tekniği ile 33 alternatifi sıralamış ardından Çok Amaçlı Küme Kaplama modeli ile açılacak dağıtım merkezi sayısına ve yerlerine karar vermişlerdir. Regmi ve Hanoka (2013), Laos Demokratik Halk Cumhuriyeti'ndeki bölgesel lojistik merkezlerin kuru liman olma potansiyellerini analiz etmişlerdir. Bu amaçla belirlenen 4 merkez AHP ve AHP-Hedef Programlama teknikleri ile sıralanmıştır. AHP'de kullanılan ana kriterler hedef programlamada hedefler olarak kullanılmıştır. Ayrıca AHP'de ana kriterlerin seçenekler bazında aldıkları değerler hedef programlamada teknoloji katsayıları olarak kullanılmış, AHP ile belirlenen kriter ağırlıkları ise hedeflerin katsayıları olarak kullanılmıştır. Yazarlar AHP ve AHP-Hedef Programlama sentez tekniğinin aynı doğrultuda sonuç verdiği

kanaat getirmişlerdir. Chen vd., (2014) hava yolu şirketleri için lojistik merkez yer seçimi yapılmasında Bulanık TOPSIS ve çoktan seçmeli hedef programlamadan oluşan sentez bir model sunmuşlardır Kriterlerin delphi tekniği ile belirlendiği çalışmada, TOPSIS tekniği ile elde edilen pozitif ideal çözüme olan uzaklık ve negatif ideal çözüme olan uzaklık hedef programlamada hedeflerden sapma değerleri olarak kullanılmış ve amaç fonksiyonunda ağırlıklarla çarpılarak en küçüklenmeye çalışılmıştır. Çalışmada ayrıca Çin Halk Cumhuriyetinin Shanghai bölgesi için sayısal bir örnek sunulmuş ve sonucun kriter ağırlıklarından etkilenme seviyesini göstermek için bir de duyarlılık analizi uygulanmıştır.

Bu tez kapsamında ise Türkiye’de kurulması planlanan lojistik merkezlerin yer seçimi için hedef programlama tekniği ile uygun illerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Lojistik merkezler için yapılacak yer seçimi birçok faktörden etkilenen önemli bir karardır. Birçok sektörü etkileyecek ve geri dönüşü maliyetli bir karar olduğu için lojistik merkez yer seçimi detaylı araştırmaların ardından akılcı tekniklerle alınması gereken bir karardır. Bu sebeple tez kapsamında birçok faktörün göz önüne alınabildiği bir yöntem olan ve en iyi sonucu vermeyi garanti eden hedef programlama tekniği tercih edilmiştir.

Bu çalışmayı literatürdeki diğer çalışmalardan ayıran en önemli özellik, hedef programlama tekniği ile P medyan tesis yer seçimi modellerinin entegre edilmiş olmasıdır. Ayrıca diğer çalışmalardan farklı olarak tek bir merkezin yer seçimi değil, birbirinden etkilenen birden çok sayıda lojistik merkezin yer seçimi bir arada yapılmıştır. Son olarak çalışmaların çoğunda en az bir faktörün değerleri uzman görüşleri doğrultusunda subjektif olarak belirlenirken bu çalışmada bütün faktörler için sayısal veriler elde edilmiş öznellikten kaynaklanabilecek yanılgıların önüne geçilmiştir.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Kullanılan Yöntemler

Bu tez kapsamında üç farklı teknikten faydalanılmıştır. Bu tekniklerden ikisi matematiksel modellere dayalı doğrusal programlama teknikleri olan Hedef Programlama ve P Medyan Tesis Yeri Seçimi modeli, diğeri ise bir Çok Kriterli Karar Verme tekniği olan Analitik Hiyerarşi Sürecidir (Analytical Hierarchy Process - AHP).

Tez kapsamında Hedef Programlama tekniği kurulan modelin temelini oluşturmaktadır. Lojistik merkez yer seçimini etkileyen birden çok faktör olması sebebi ile Hedef Programlama tekniğinden faydalanılmıştır. Çalışmada amaçlar oluşturulurken P Medyan modellerden faydalanılmış, AHP tekniği ile amaçların ağırlıkları belirlenmiştir.

#### 2.1.1. Hedef Programlama

Birden çok ve genellikle birbirleri ile çelişen amaçları içeren problemlerin çözümünde Çok Amaçlı Karar Verme tekniklerinden faydalanılır. Çok Amaçlı Karar Verme tekniklerinden biri olan Hedef Programlama tekniği 1961 yılında Charnes ve Cooper tarafından geliştirilmiştir (Turanlı ve Köse, 2005). Bu teknikte her bir amaç bir kısıt olarak ele alınmıştır. Amaçlar için arzu edilen değerler hedef değerleri olarak ilgili amacın sağ taraf sabiti şeklinde kullanılırken bu hedef değerlerden pozitif ve negatif yönde sapma değerleri en küçüklenmeye çalışılmıştır. Amaçların önceliklerine göre hedef değerden sapma değerleri belirli katsayılar ile çarpılarak amaç fonksiyonunda bu toplam en küçüklenmeye çalışılır. Hedef Programlama problemlerine ait genel matematiksel model ve karar değişkenleri aşağıdaki gibidir.

Karar değişkenleri ve indisler;

$w_k$ =k. amacın ağırlık katsayısı

$b_k$ =k. amaç için belirlenen hedef değeri

$d_k^+$ =k. Amaçta hedef değerinden pozitif sapma değeri

$d_k^-$ =k. Amaçta hedef değerinden negatif yönde sapma değeri

m= amaç sayısı

Matematiksel Model;

$$\text{Min} \sum_{k=1}^m w_k d_k^{(+/-)} \quad (1)$$

$$f_k(x) + d_k^- - d_k^+ = b_k \quad \forall k \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

$$d_k^-, d_k^+ \geq 0 \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

### 2.1.2. P Medyan Tesis Yeri Seçimi Problemi

P medyan problemi;  $n$  düğümü olan bir şebekede,  $p$  adet tesisin düğümlerin taleplerini karşılayacak, toplam ağırlıklı taşımaları en aza indirgeyecek şekilde yerleştirilmesini ve düğümlerin hizmet alacağı tesislerin belirlenmesini amaçlayan bir tesis yer seçimi problemidir (Hakimi,1964). P medyan probleminde kurulacak tesis sayısı olan  $p$ 'nin önceden bilindiği, tesis kapasitelerinin olmadığı, ayrık yapılı problemlerdir (Bastı, 2012). P medyan probleminin çözümü için doğrusal tam sayılı matematiksel model, ilk olarak Revelle ve Swain (1970) tarafından geliştirilmiştir. P medyan probleminin çözümü için geliştirilen tam sayılı doğrusal matematiksel model ve karar değişkenleri aşağıdaki gibidir.

Karar değişkenleri ve indisler;

$n$ =düğüm sayısı

$p$ =açılacak tesis(medyan) sayısı

$t_i$  =i düğümündeki talep

$d_{ij}$ =i düğümünün  $j$  düğümüne olan uzaklığı

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & i \text{ düğümü } j \text{ tesisinden hizmet alıyorsa} \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

$$y_j = \begin{cases} 1 & j \text{ düğümüne tesis açılmışsa} \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases}$$

Matematiksel Model;

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_i d_{ij} x_{ij} \quad (4)$$

Öyle ki

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$x_{ij} \leq y_j \quad \forall i, j \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n y_j = p \quad (7)$$

$$x_{ij}, y_j \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

P medyan probleminin matematiksel modelinde Eşitlik 4 amaç fonksiyonunu temsil etmektedir. Burada her düğümün talep değeri ile hizmet göreceği tesise uzaklığı çarpılır ve bu çarpımların toplamı en azlanmaya çalışılır. Eşitlik 5 her düğümün sadece bir hizmet merkezine atanmasını, Eşitlik 6 bir düğümün bir tesisten hizmet alabilmesi için o tesisin açılması gerektiğini gösterir. Eşitlik 7 ile önceden belirlenen p adet tesisin açılması sağlanır. Eşitlik 8 ise karar değişkenlerini sınırlamaktadır.

### 2.1.3. AHP Tekniği

AHP ikili karşılaştırmalara dayanan bir Çok Kriterli Karar Verme tekniği olup, uygulanması kolay ve rasyonel bir teknik olması sebebi ile sıklıkla kullanılmaktadır. AHP ilk olarak Thomas H. Saaty tarafından geliştirilmiştir (Önder ve Önder, 2015).

AHP tekniği 5 temel adımdan oluşmaktadır (Regmi ve Hanoka, 2013).

Adım 1: Bu aşamada problemin amacı, değerlendirme kriterleri, alt kriterler ve alternatifler belirlenir, problemin hiyerarşik yapısı oluşturulur.

Adım 2: Bu aşamada kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırılmaları yapılır ve kriterlere göre alternatiflerin ikili karşılaştırılmaları yapılır.

Adım 3: İkili karşılaştırmalar kullanılarak kriterlerin ağırlıkları ve alternatiflerin kriterler bazında aldıkları önem ağırlıkları belirlenir.

Adım 4: Alternatiflerin kriterler bazında aldıkları önem ağırlıkları kullanılarak öncelikleri hesaplanır.

Adım 5: Tutarlılık kontrolü yapılır.

AHP tekniğinde yapılan işlemler Eşitlik 9 ile Eşitlik 15 arasında gösterilmiştir.

Saaty'nin önerdiği Tablo 2'de gösterilen 1-9 ölçeğine göre kriterlerin ikili karşılaştırması yapılarak Eşitlik 9'daki karar matrisi oluşturulur.

Tablo 2. İkili karşılaştırma ölçeği

Önem değeri	Tanım
1	İki ölçüt eşit öneme sahiptir.
3	1. ölçüt 2. ölçüte göre biraz daha önemlidir.
5	1. ölçüt 2. ölçüte göre çok önemlidir.
7	1. ölçüt 2. ölçüte göre çok fazla öneme sahiptir.
9	1. ölçüt 2. ölçüte göre mutlak öneme sahiptir ve kesinlikle tercih edilir.
2,4,6,8	Ara değerler.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Eşitlik 9'da matrisin alt üçgensel kısmı  $a_{21} = 1/a_{12}$  şeklinde üst üçgensel matrisin çarpıma göre tersi alınarak doldurulur, köşegen üstündeki değerler ise aynı ölçütlerin kıyaslanması anlamına geldiği için 1 değeri alırlar.

Matrisin normalizasyonu için her bir değer Eşitlik 10'daki gibi sütun toplamına bölünür ve Eşitlik 11'deki normalize matris elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{n1} & r_{n2} & r_{n3} & \dots & r_{nn} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Öncelikler vektörü hesabı için Eşitlik 11'deki değerlerin Eşitlik 12 yardımı ile satır ortalamaları alınır.

$$t_i = \frac{\sum_{j=1}^n r_{ij}}{n} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

Karar matrisi ile öncelikler vektörünün Eşitlik 13'deki gibi çarpımı ile tüm öncelikler matrisi hesaplanır.

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ \vdots \\ t_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ \vdots \\ p_n \end{bmatrix} \quad (13)$$

Önceliklerin hesaplanmasının ardından karşılaştırmaların tutarlılığını göstermek için uyum endeksi (CI) hesaplanır. Bunun için tüm öncelikler vektörünün elemanları öncelikler vektörü elemanlarına bölünür. Bu bölümlerin ortalaması ise uyum indeksinde kullanılacak olan  $\lambda_{maks}$  değerini verir.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (14)$$

Uyum endeksinin Eşitlik 14'deki formül yardımı ile hesaplanmasının ardından karar problemi için ele alınan ölçütlerin sayısına (n) karşılık gelen rastgele değer endeksi (RI) Tablo 3'den seçilir.

Tablo 3. Rastgele değer endeksi

n	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tutarsızlık değeri (CR) Eşitlik 15 yardımı ile hesaplanır. Hesaplanan tutarsızlık değeri 0,1'den küçük ise karşılaştırmaların kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğu sonucuna varılır.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (15)$$

AHP tekniği literatürde alternatiflerin sıralanması için kullanılmasının yanı sıra sıklıkla sadece kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmıştır (Kayıkçı, 2010; Demiroğlu ve Eleren, 2014; Kabir ve Sumi, 2014; Medineckiene vd., 2015; Jaberidoost vd., 2015; Franco vd., 2015).

## **2.2. Uygulama**

### **2.2.1. Yapılandırma**

#### **2.2.1.1. Problem Yapısının Oluşturulması**

Bu tez kapsamında TCDD tarafından kurulması planlanmakta olan 20 adet lojistik merkezin kurulumu için uygun illerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Lojistik merkezler yatırım maliyeti yüksek ve ülke ekonomisi için önemli yere sahip tesisler oldukları için bu merkezlerin yer seçimi detaylı analizlerin ve rasyonel karar verme sürecinin ardından yapılmalıdır. Türkiye’de birden çok lojistik merkez kurulması planlandığı için bu kurulum kararlarının birbirleri ile bütünleşik şekilde ele alınması gerekmektedir. Türkiye’de kurulması planlanan lojistik merkez sayısı TCDD tarafından ilk olarak 11 ardından 18, 19 ve 20 olarak belirlenmiştir (Aydın ve Öğüt, 2008; Gürsev, 2014; URL-6, 2015; URL-8, 2016). Lojistik merkez sayısının kademeli olarak artması ve kurulan merkezlerin ardından yeni merkezlerin açılmasına karar verilmesi, lojistik merkezlerin yer seçimi kararları arasındaki etkileşimi, bu merkezlerin toplu bir şekilde yer seçimlerinin yapılmasına göre daha etkisiz kılmaktadır. Bu sebeple tez kapsamında 20 adet lojistik merkez için uygun illerin belirlenmesi etkileşimli bir şekilde yapılmıştır.

Türkiye’de bulunan 81 il lojistik merkezlerin kurulması için alternatifler olarak ele alınmış ve lojistik merkezlerin en efektif olarak kullanılabileceği iller seçilmeye çalışılmıştır. Bu seçim aşamasında iki farklı yol izlenmiştir. Bunlardan ilkinde Türkiye’ye



kurulması planlanan 20 lojistik merkezin 81 ilden hangilerine kurulmasının uygun olacağı tek bir karar problemi olarak ele alınmıştır. İkincisinde ise Türkiye'deki 20 lojistik merkezin kaçının hangi coğrafi bölgeye kurulmasının uygun olduğu belirlenmiş ve her bölge için yer seçimleri ayrı ayrı yapılmıştır. Bölgeler için ayrı ayrı seçimlerin yapılmasındaki amaç Marmara Bölgesi gibi gelişmiş bölgelerde yığılmalar oluşmasının önüne geçmek ve görece daha az gelişmiş bölgelerde bölge ekonomisine fayda sağlayacak lojistik merkezlerin eksik kalmamasını sağlamaktır.

### **2.2.1.2. Hedeflerin Belirlenmesi**

Literatürde lojistik merkez üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde yer seçimini etkileyen birçok ölçüt olduğu görülmüştür. Lojistik merkezlerin kurulma hedeflerine, ölçeklerine ve ağırlıklı olarak hitap edeceği sektörlerle bağlı olarak bazı etmenler değişmekle birlikte çalışmaların çoğunda temel öğeler benzerlik göstermektedir. Bunlar ithalat ve ihracat miktarı, havayolu bağlantısı, liman bağlantısı, demir yolu bağlantısı, karayolu bağlantısı, transit yollara yakınlık, yatırım maliyeti, genişleme imkanı, pazara yakınlık, trafik etkisi, enerji tedariği, devlet politikaları, jeolojik durum, iklim gibi etmenlerdir.

Bu tez kapsamında kamu kurumları tarafından desteklenecek birden çok lojistik merkez kurulumu için uygun illerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu sebeple belirli arazilerin değerlendirildiği çalışmalarda geçen yatırım maliyeti ve genişleme imkanı ölçütleri kullanılmamıştır. Lojistik merkezlerin devlet yatırımları olarak kurulacak olması sebebi ile devlet politikaları ölçütü ve devlet destekli projelerde enerji kaynaklarına ulaşım imkanı sağlanacağından enerji tedariği ölçütünün kullanılması gereksiz görülmüştür. Jeolojik durum ve iklim ölçütleri için sayısal verilere ulaşılamaması ve uzmanların 81 ilin hepsine hakim olması mümkün olmayacağından subjektif değerlendirmeler ile bu verilerin elde edilmesi yoluna gidilmemiştir. Çalışma kapsamında kullanılan sekiz ölçüt ve bu ölçütlerin kullanılma sebepleri sırası ile aşağıda özetlenmiştir.

Nüfus hedefi: Lojistik merkezlerin hem pazara yakın olmasını hem de gerekli işgücü teminini sağlamak için nüfusu fazla olan illere kurulması gerekmektedir. Bu sebeple, lojistik merkezlerin nüfusu fazla olan illere kurulması ve bu merkezden yararlanması planlanan illerden nüfusu fazla olan illere yakın olması bir hedef olarak belirlenmiştir.

İthalat hedefi: İthalatı fazla olan illerde kurulacak lojistik merkezler, ithal malların bu illere daha kolay ve hızlı gelmesini sağlayacak olmanın yanı sıra, bu ürünlerin gereksiz taşımalarından kaynaklanan ekstra maliyetleri de ortadan kaldıracaktır. Bu sebeple lojistik merkezlerin ithalatı fazla olan illere kurulması ve aynı zamanda bu merkezden hizmet göreceğ illerden ithalatı fazla olanlara da yakın olması bir diğ er hedef olarak belirlenmiştir.

İhracat hedefi: Ülke ekonomisi için çok önemli bir yere sahip olan ihracatı geliştirmek, yapılmakta olan ihracatı kolaylaştırmak ve maliyetlerini azaltmak amacı ile lojistik merkezlerin ihracatı fazla olan illere kurulması ve aynı zamanda hizmet vereceğ i illerden ihracatı fazla olan illere yakın olması ihracat hedefi olarak belirlenmiştir.

Demir yolu bağlantısı hedefi: Lojistik merkezlerin en önemli ayaklarından biri çok modlu taşımacılık imkanına sahip olmasıdır. Lojistik merkezlerin en ucuz taşımacılık şekli olan demir yolu bağlantısına sahip olması yüklerin demir yolu ile gerçekleştirilen taşıma oranını arttıracaktır. Ayrıca bir dağıtım merkezi görevi gören bu merkezlerde demir yolundan gelen yüklerin bir diğ er taşımacılık moduna geçişi gerçekleştirilecektir. Bu sebeple lojistik merkezlerin uzun demir yolu hattına sahip illere kurulması ve demir yolu bulunan illere yakın olması hedeflenmiştir.

Hava yolu ile taşınan yük hedefi: Görece pahalı bir taşımacılık şekli olan hava yolu taşımacılığı bazı ürünlerin nakliyesi için tek yöntem olmakla birlikte hızlı bir ulaştırma yolu olması sebebi ile de tercih edilmektedir. Lojistik merkezlerde hava yolu ulaşımı da zaruri olduğ u için merkezlerin hava yolu bağlantısı bulunan illerde olması uygun olacaktır. Lojistik merkezler yük taşımacılığına yönelik olarak kuruldukları için bu merkezlerin hava yolu ile yük taşımacılığı fazla olan illere kurulması ve hava yolu ile yük taşımacılığı fazla olan illere yakın olması bir diğ er hedef olarak belirlenmiştir.

Deniz yolu ile taşınan yük hedefi: Özellikle uluslararası taşımacılıkta en aktif kullanılan taşımacılık şekli olan deniz yolu taşımacılığı lojistik merkezler için oldukça önemlidir. Bu sebeple lojistik merkezlerin deniz yolu ile yük taşımacılığı fazla olan illere kurulması ve deniz yolu ile yük taşımacılığı fazla olan illere yakın olması deniz yolu hedefi olarak belirlenmiştir.

Kara yolu ile taşınan yük hedefi: Kara yolu taşımacılığı yük taşımacılığında büyük bir paya sahiptir. Lojistik merkezler taşımacılığın ve ticaretin canlı olduğ u yerlere kurulmakta ve kara yolu taşımacılığın azaltarak çok modlu taşımacılığ ı teşvik etmeyi amaçlamaktadırlar. Bu sebeple lojistik merkezler kara yolu ile taşımacılığın fazla olduğ u

illere kurulması ve hizmet vereceği illerden kara yolu yük taşımacılığın fazla olduğu illere yakın olması kara yolu hedefi olarak belirlenmiştir.

Trafik sıkışıklığı hedefi: Lojistik merkezlerin kurulmasındaki amaçlardan biri de şehir içi yük taşımacılığında kaynaklanan trafik sıkışıklığının önüne geçmektir. Şehir merkezlerinin dışına kurulan ve yük aktarım merkezi görevi gören lojistik merkezler taşıma modları arasında gerçekleştirilen gereksiz taşımaları ortadan kaldırarak trafik sıkışıklığını azaltmaktadırlar. Bu sebeple lojistik merkezler trafik sıkışıklığının fazla olduğu illere kurulmalı ve eş zamanlı olarak trafik sıkışıklığının fazla olduğu diğer illere de yakın olmalıdır.

### **2.2.1.3. Veri Setinin Oluşturulması**

Lojistik merkez yer seçimi için kullanılan hedeflerin belirlenmesinin ardından Türkiye'nin 81 ili için hedeflere yönelik veriler toplanmıştır. Kullanılan veriler, verilerin ait oldukları yıllar, verilerin açıklamaları, temin edildikleri kaynak Tablo 4'de sunulmuştur.

Tablo 4'den görüldüğü üzere demir yolu uzunluğu ve hava yolu ile taşınan yük miktarı verileri 2014 yılına aittir. Bunun sebebi bu iki faktöre ait 2015 yılı verilerine erişilememiş olmasıdır. Kullanılan faktörlere dair 81 ile ait veriler Ek-1'de verilmiştir.

Tablo 4. Kullanılan veriler, açıklamaları ve veri kaynakları

Veri	Yılı	Açıklama	Veri Kaynağı
Nüfus	2015	İle kayıtlı kişi sayısı	Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)
İthalat	2015	İlde yapılan ithalatın Türk Lirası cinsinden parasal değeri	TÜİK
İhracat	2015	İlde yapılan ihracatın Türk Lirası cinsinden parasal değeri	TÜİK
Demir yolu uzunluğu	2014	İldeki demir yolu hatlarının uzunluğu	TÜİK
Hava yolu ile taşınan yük	2014	İlde hava yolu taşımacılığı ile taşınan yük miktarı	TÜİK
Deniz yolu ile taşınan yük	2015	İlde deniz yolu taşımacılığı ile taşınan yük miktarı	Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü
Kara yolu ile taşınan yük	2015	İlde bir ton yükün bir kilometre mesafeye taşınmasıyla elde edilen trafik ölçü miktarı	Kara Yolları Genel Müdürlüğü (KGM)
Taşıt sayısı	2015	İlde bir motorlu kara taşıtının bir kilometre mesafedeki hareketiyle elde edilen trafik ölçü miktarı	KGM

#### 2.2.1.4. Ağırlıkların Belirlenmesi

Çalışma kapsamında lojistik merkezlerin yer seçimini yapmak için hedeflerin ağırlıkları iki farklı şekilde hesaplanmış ve sonuçların bu ağırlıklara olan duyarlılığı incelenmiştir. Ağırlıklandırma yöntemlerinin ilkinde lojistik sektöründe çalışan akademisyenler ve kamu görevlilerine hedeflerin önem derecelerini belirlemek için anket uygulanmıştır. Uzmanlardan sekiz hedef arasında ikili kıyaslama yapması istenmiş ve AHP tekniği ile ağırlıklar hesaplanmıştır. İkinci ağırlıklandırma sisteminde ise lojistik merkez yer seçimi literatüründe bu hedeflere kaç kez rastlanıldığı kullanılarak bir hesaplama yapılmıştır.

### 2.2.1.4.1. Uzman Görüşleri ile Ağırlıkların Hesaplanması

Uzman görüşleri ile ağırlıklar hesaplanırken 2 akademisyen, 4 Ulaştırma Bölge Müdürlüğü çalışanı mühendis, 2 Karayolları Bölge Müdürlüğü çalışanı mühendis ve 1 liman çalışanı mühendis ile görüşmeler yapılmıştır. Toplam 9 uzmandan 3'ünün ikili karşılaştırması kendi içerisinde tutarsız çıktığı için çalışmadan çıkarılmıştır. Kalan 6 uzmanın görüşlerinin geometrik ortalaması alınarak Tablo 5'deki ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Değerlendirmeye katılan her bir uzman görüşü Ek-2'de sunulmuştur.

Tablo 5. Uzman görüşlerinin ortalaması ile elde edilen ikili karşılaştırma matrisi

	Nüfus	İhracat	İthalat	Demir yolu uzunluğu	Hava yolu ile taşınan yük	Deniz yolu ile taşınan yük	Kara yolu ile taşınan yük	Trafik sıklığı
Nüfus	1,00	0,61	0,64	2,24	3,46	1,63	1,12	2,82
İhracat	1,6497	1,00	1,65	3,02	5,08	2,76	1,43	4,16
İthalat	1,5704	0,61	1,00	2,35	4,97	2,75	1,25	3,99
Demiryolu uzunluğu	0,4466	0,33	0,43	1,00	3,05	1,29	0,93	3,36
Havayolu ile taşınan yük	0,2887	0,20	0,20	0,33	1,00	0,44	0,34	0,83
Elleçleme	0,614	0,36	0,36	0,77	2,28	1,00	0,56	1,42
Ton.km	0,8909	0,70	0,80	1,07	2,93	1,80	1,00	2,54
Taşıt.km	0,3545	0,24	0,25	0,30	1,20	0,70	0,39	1,00

İkili karşılaştırma matrisindeki her bir değer kendi sütun toplamına bölünerek Tablo 6'daki normalize edilmiş karar matrisi elde edilmiştir. Normalize karar matrisinin satır ortalamaları hesaplanarak ise Tablo 7'deki öncelikler vektörü (ağırlıklar) hesaplanmıştır.

Tablo 6. Normalize edilmiş karar matrisi

	Nüfus	İhracat	İthalat	Demir yolu uzunluğu	Hava yolu ile taşınan yük	Deniz yolu ile taşınan yük	Kara yolu ile taşınan yük	Trafik sıklığı
Nüfus	0,14674	0,14984	0,11963	0,20217	0,14442	0,13169	0,15971	0,14014
İhracat	0,24208	0,24720	0,30952	0,27253	0,21198	0,22307	0,20287	0,20666
İthalat	0,23044	0,15004	0,18787	0,21210	0,20731	0,22231	0,17843	0,19819
Demiryolu uzunluğu	0,06554	0,08190	0,07998	0,09029	0,12728	0,10452	0,13299	0,16694
Havayolu ile taşınan yük	0,04236	0,04862	0,03778	0,02957	0,04169	0,03541	0,04860	0,04136
Elleçleme	0,09009	0,0896	0,06833	0,06985	0,09520	0,08086	0,07915	0,07073
Ton.km	0,13073	0,17338	0,14981	0,09661	0,12206	0,14535	0,14228	0,12629
Taşıt.km	0,05202	0,05942	0,04709	0,02687	0,05007	0,05679	0,05597	0,04968

Tablo 7. Hedef ağırlıkları

Hedef	Ağırlık
Nüfus hedefi	0,15
İhracat hedefi	0,24
İthalat hedefi	0,20
Demir yolu uzunluğu hedefi	0,11
Hava yolu ile taşınan yük hedefi	0,04
Deniz yolu ile taşınan yük hedefi	0,08
Kara yolu ile taşınan yük hedefi	0,14
Trafik sıklığı hedefi	0,05

Kriter ağırlıklarının hesaplanmasının ardından uzman görüşlerinin tutarlı olduğunu göstermek amacı ile tutarlılık hesaplanmıştır. İkili karşılaştırma matrisi ile öncelikler vektörü matris çarpımına tabi tutularak elde edilen tüm öncelikler matrisinin elemanları öncelikler vektöründe karşılık gelen elemanlara bölünmüş ve bu bölümlerin ortalaması olan  $\lambda_{maks}$  8,12113 olarak hesaplanmıştır. Uyum endeksi ise Eşitlik 16'daki gibi hesaplanmıştır.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{8,12113 - 8}{8 - 1} = 0,017305 \quad (16)$$

Uyum oranı ise uyum endeksinin Eşitlik 17'deki gibi Tablo 3'den seçilen ve ele alınan ölçüt sayısına karşılık gelen rastgele değer indeksine bölünmesi ile hesaplanmıştır.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,017305}{1,41} = 0,012273 \quad (17)$$

Sonuç olarak hesaplanan uyum değerinin kabul edilebilir sınır olan 0,1'den küçük olduğu ve karşılaştırmanın tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

#### 2.2.1.4.2. Literatür Araştırması ile Ağırlıkların Hesaplanması

İkinci ağırlıklandırma yöntemi olan literatür araştırmasına göre ağırlıkların belirlenmesinde, incelenen çalışmalardan 12 tanesi temel alınmıştır. Yayın taraması bölümünde 50'nin üzerinde lojistik merkez yer seçimi çalışması incelenmesine rağmen, bu çalışmalardan sadece 12 tanesinin ağırlıklandırmada kullanılmasının sebebi diğer çalışmaların boyut ve kapsam olarak bu tezin konusundan farklılaşmasıdır. İncelenen çalışmalardan bazıları belirli bir sektöre yönelik lojistik merkezler ile ilgilenmekte; bazıları deniz yolu bağlantısı bulunmayan kara limanları ile ilgilenmekte; bazıları lojistik merkezlerden farklılaşan dağıtım merkezleri ile ilgilenmekte; bazıları ise belirli araziler üzerinden değerlendirme yapmaktadır. Bu sebeple çalışmaların bir kısmı bu tez kapsamında ilgilenilen konu olan birden fazla lojistik merkezin yer seçimi aşamasında uygun illerin belirlenmesi problemi için uygun ölçütleri içermemektedir.

Ağırlıklandırma sırasında lojistik merkez yer seçimi için belirlenen hedeflerin daha önceki çalışmaların kaçında geçtiği dikkate alınmıştır. Literatürde kullanılan ağırlıkların ortalamasının alınmasının yerine ölçütlerin bulunduğu çalışma sayısının dikkate alınmasındaki sebep çalışmaların çoğunda kriter ağırlıklarına ulaşılamamasıdır.

Literatürde bulunan bazı çalışmalarda tez kapsamında belirlenen hedeflerden birden fazlası tek bir ölçüt olarak ele alınmıştır (ithalat ve ihracatın dış ticaret şeklinde tek bir ölçüt olarak alınması gibi). Bu gibi durumlarda kaç hedef bir ölçüt altında kullanıldı ise (n) hedeflerin geçtikleri çalışma sayısı 1/n olarak hesaplanmıştır. Tablo 8'de hedeflerin çalışmalarda geçme sayıları gösterilmiştir.

Tablo 8. Hedeflerin literatürde bulunduğu çalışmalar

Çalışma	Nüfus	İthalat	İhracat	Demir yolu	Hava yolu	Deniz yolu	Kara yolu	Trafik
Kayıkçı, (2010)	X	1	1	1/4	1/4	1/4	1/4	X
Elgün ve Elitaş, (2011)	1	X	X	1	1	1	1	X
Eryaman vd., (2011)	1	X	X	1/4	1/4	1/4	1/4	X
Ar ve Tanyaş, (2012)	X	1	1	1	1	1	1	1
Eryürük vd., (2012)	1	X	X	1	1	X	1	X
Kampf vd., (2012)	1	1/2	1/2	1	1	X	X	X
Peker, (2012)	X	X	X	1	1	1	X	X
Regmi ve Hanaoka, (2013)	1	X	X	1	1	1	1	X
Demiroğlu ve Eleren (2014)	1	1	1	1	1	1	X	X
Elevli, (2014)	X	X	X	1/4	1/4	1/4	1/4	X
Zak ve Weglinski, (2014)	X	1/2	1/2	1	X	X	X	X
Önden vd., (2015)	1	1	1	1	1	1	1	1
Toplam	7	5	5	9,75	8,75	6,75	5,75	2
Yüzde	0,14	0,10	0,10	0,20	0,17	0,13	0,12	0,04

Böylelikle nüfus hedefinin ağırlığı 0,14; ithalat hedefinin ağırlığı 0,10; ihracat hedefinin ağırlığı 0,10; demiryolu hedefinin ağırlığı 0,20; havayolu hedefinin değeri 0,17; denizyolu hedefinin değeri 0,13; karayolu hedefinin değeri 0,12 ve trafik hedefinin ağırlığı 0,04 olarak elde edilmiştir.

### 2.2.2. Modelleme

Türkiye’de kurulacak olan lojistik merkezlerin yer seçiminin yapılması için geliştirilen matematiksel modelde daha önce de bahsedildiği gibi hedefler P medyan tesis yeri seçimi problemi şeklinde oluşturulmuştur. Bu sayede lojistik merkezlerin belirli ölçütleri yüksek değere sahip olan illere kurulması ve hizmet vereceği iller arasından bu ölçütleri yüksek değere sahip olan illere de yakın olması sağlanmıştır.



Hedeflerin ağırlıkları, uzman görüşleri ve literatür araştırmasına göre iki farklı yordam ile belirlenmiş ve matematiksel model her iki ağırlıklandırma yöntemine göre de çözülmüştür. Böylelikle modelin hedef ağırlıklarına duyarlılığı incelenmiştir.

Çalışma kapsamında lojistik merkezlerin kurulmalarının uygun olduğu illeri belirlemek için hem Türkiye'nin 7 coğrafi bölgesi ayrı ayrı incelenmiş hem de ülke için bir bütün olarak hesaplamalar yapılmıştır. Coğrafi bölgelerin ayrı ayrı ele alınmasındaki amaç lojistik merkezlerin teknolojinin ve ticaretin geliştiği bölgelerde yığılmasının önüne geçerek, görece daha az gelişmiş bölgelerde de ticareti geliştirmek amacı ile lojistik merkezlerin açılmasını sağlamaktır. Lojistik merkezlerin coğrafi bölgelere göre yer seçimi yapılırken her bir bölgeye gerekli olan merkez sayısı kara yolu ile taşınan yük miktarını temsil eden ve Karayolları Genel Müdürlüğü'nden temin edilen taşıt-km değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda taşıt-km değerlerinin kullanılmasındaki sebep kara yolu taşımacılığının en sık kullanılan taşımacılık yolu olması ve ülkenin her bölgesinde var olan bir ölçüt olmasıdır. Lojistik merkezlerden kaçının hangi bölgeye kurulması gerektiği hesabı sırasında bölgelerdeki illerin taşıt-km değerleri toplanmış ve bu toplamın ülke toplamına bölümü olarak hesaplanan yüzde ile toplam lojistik merkez sayısı olan 20'nin çarpımı bölgelere kurulması gereken lojistik merkez sayılarını vermiştir. Bu hesaplama sırasında bir yılda oluşabilecek dalgalanmadan etkilenmemek için 2013, 2014 ve 2015 yıllarının taşıt-km değerlerinin toplamı kullanılmıştır. Tablo 9'da bölgelere ait toplam taşıt-km değerleri ve bölgelere düşen lojistik merkez sayıları verilmiştir.

Tablo 9. Bölgelere düşen lojistik merkez sayıları

Bölge	Taşıt-Km Değeri				Yüzde	Lojistik Merkez Sayısı
	2013	2014	2015	Toplam		
Marmara	55.285.913	58.250.980	61.562.695	175.099.588	0,268458	5
İç Anadolu	38.829.141	41.429.979	44.659.477	124.918.597	0,191522	4
Ege	26.902.401	28.422.951	29.854.538	85.179.890	0,130595	3
Karadeniz	26.923.137	27.679.352	28.464.245	83.066.734	0,127356	3
Akdeniz	26.221.974	27.761.052	27.725.408	81.708.434	0,125273	2
Güneydoğu Anadolu	20.728.843	21.250.205	21.505.213	63.484.261	0,097332	2
Doğu Anadolu	12.798.810	12.852.681	13.133.657	38.785.148	0,059464	1

Lojistik merkezler için uygun illerin belirlenmesinde kullanılan tekniklerden esas alınan Türkiye'deki 81 ilin bir arada incelendiği modeldir. Bu modelin bölgeler arasında etkileşimi içermesi ve bir ilin farklı bir bölgeden kendine yakın bir ildeki lojistik merkezden faydalanmasına imkan tanınması temel üstünlükleridir.

20 lojistik merkezin Türkiye'deki 81 ilden hangilerine kurulmasının uygun olacağını toplu olarak incelendiği yordam için oluşturulan matematiksel model aşağıdaki gibidir.

Notasyonlar ve parametreler:

$i, j$ : Türkiye'deki iller

$k$ : Model için hedef sayısı

$$y_j = \begin{cases} 1 & j \text{ iline lojistik merkez kurulursa} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$z_{ij} = \begin{cases} 1 & i \text{ ili } j \text{ iline kurulan lojistik merkezden hizmet alıyorsa} \\ 0 & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$n_i$ =  $i$  ilinin nüfusu

$ih_i$ =  $i$  ilinin ihracat miktarı(dolar)

$r_i$ =  $i$  ilindeki demir yolu uzunluğu (km)

$h_i$ =  $i$  ilinde hava yolu ile taşınan yük miktarı (ton)

$s_i$ =  $i$  ilinde deniz yolu ile taşınan yük miktarı(ton)

$k_i$ =  $i$  ilinde kara yolu ile taşınan yük miktarı (ton\*km)

$t_i$ =  $i$  ilindeki taşıt-km değeri (taşıt\*km)

$d_{ij}$ =  $i$  ili ile  $j$  ili arasındaki uzaklık

$w_k$ = $k$ . amacın öncelik katsayısı

$A_k^+$  = $k$ . kısıtın hedeflenen değerden pozitif yönde sapma miktarı

$A_k^-$  =  $k$ . kısıtın hedeflenen değerden negatif yönde sapma miktarı

Model:

$$\text{Min } Z = \sum_{k=1}^8 w_k * A_k^+ \quad (18)$$

Öyle ki

$$\sum_{i=1}^{81} n_i * \sum_{j=1}^{81} d_{ij} * z_{ij} + A_1^- - A_1^+ = 14374650 \quad (19)$$

$$\sum_{i=1}^{81} ih_i * \sum_{j=1}^{81} d_{ij} * z_{ij} + A_2^- - A_2^+ = 11914581 \quad (20)$$

$$\sum_{i=1}^{81} it_i * \sum_{j=1}^{81} d_{ij} * z_{ij} + A_3^- - A_3^+ = 76471491 \quad (21)$$

$$\sum_{i=1}^{81} r_i * \sum_{j=1}^{81} d_{ij} * z_{ij} + A_4^- - A_4^+ = 0 \quad (22)$$

$$\sum_{i=1}^{81} h_i * \sum_{j=1}^{81} d_{ij} * z_{ij} + A_5^- - A_5^+ = 0 \quad (23)$$

$$\sum_{i=1}^{81} s_i * \sum_{j=1}^{81} d_{ij} * z_{ij} + A_6^- - A_6^+ = 0 \quad (24)$$

$$\sum_{i=1}^{81} k_i * \sum_{j=1}^{81} d_{ij} * z_{ij} + A_7^- - A_7^+ = 29764401 \quad (25)$$

$$\sum_{i=1}^{81} t_i * \sum_{j=1}^{81} d_{ij} * z_{ij} + A_8^- - A_8^+ = 12467424 \quad (26)$$

$$\sum_{j=1}^{81} z_{ij} = 1 \quad \forall i \quad i = 1, 2, \dots, 81 \quad (27)$$

$$z_{ij} \leq y_j \quad \forall i \quad i = 1, 2, \dots, 81 \quad j = 1, 2, \dots, 81 \quad (28)$$

$$\sum_{j=1}^{81} y_j = 20 \quad j = 1,2, \dots, 81 \quad (29)$$

$$z_{ij}, y_j \in \{0,1\} \quad i = 1,2, \dots, 81 \quad j = 1,2, \dots, 81 \quad (30)$$

$$A_k^+, A_k^- \geq 0 \quad k = 1,2, \dots, 8 \quad (31)$$

Eşitlik 18 amaç fonksiyonunu ifade etmektedir ve her bir hedef için belirlenen ağırlık değeri ile hedeften pozitif yönde sapmaların çarpımının toplamını minimize etmeye çalışır. Modelde hedeflerin hepsi minimizasyon şeklinde oluşturulduğu için amaç fonksiyonunda da pozitif sapmalar kullanılmıştır. Eşitlik 19 nüfus hedefini temsil eder. Bu eşitlik sayesinde illerin nüfusları ile hizmet alacakları lojistik merkezlere olan uzaklıklarının çarpımını en azlanmaya çalışılır. Yani lojistik merkezlerin nüfusu fazla olan illerde olması ve aynı zamanda nüfusu fazla olan diğer illere de yakın olması gerçekleştirilir. Benzer şekilde Eşitlik 20 ihracat hedefini Eşitlik 21 ithalat hedefini gerçekleştirmeyi sağlar. Eşitlik 22 demiryolu bağlantısı hedefini temsil eder. Bu eşitlik sayesinde lojistik merkezlerin km olarak demir yolu fazla olan illere kurulması ve demir yolu fazla olan illere yakın olması sağlanır. Eşitlik 23, Eşitlik 24 ve Eşitlik 25 sırası ile hava yolu ile taşınan yük, deniz yolu ile taşınan yük ve karayolu ile taşınan yük hedeflerini gösterir. Eşitlik 23 lojistik merkezlerin hava yolu ile taşınan yük miktarı fazla olan illere kurulmasını ve hava yolu ile taşınan yük miktarı fazla olan illere yakın olmasını; Eşitlik 24 bu merkezlerin deniz yolu ile taşınan yük miktarı fazla olan illere kurulmasını ve deniz yolu ile taşınan yük miktarı fazla olan illere yakın olmasını; Eşitlik 25 ise lojistik merkezlerin kara yolu ile taşınan yük miktarı fazla olan illere kurulmasını ve kara yolu ile taşınan yük miktarı fazla olan illere yakın olmasını sağlar. Son hedef olan trafik sıkışıklığı hedefini temsil eden Eşitlik 26 lojistik merkezlerin trafik sıkışıklığı fazla olan illere kurulmasını ve bu illere yakın olmasını sağlar. Eşitlik 27 her ilin bir lojistik merkezden hizmet alması gerektiğini, Eşitlik 28 bir ilin bir diğer ilden lojistik merkez hizmeti alabilmesi için bahsi geçen ikinci ile bir lojistik merkez açılması gerektiğini; Eşitlik 29 toplam 20 adet lojistik merkezin açılacağını göstermektedir Eşitlik 30 ve Eşitlik 31 karar değişkenlerini sınırlandırmaktadır.

Hedeflerin sađ taraf deęerleri belirlenirken 20 lojistik merkezin 81 ile hizmet vereceęi dūřunūlerek bir lojistik merkezin ortalama olarak bulunduęu il dıřında 3,05 ile daha hizmet vermesi gerektięi hesaplanmıřtır. Hesaplanan bu deęer, komřu iller arasındaki mesafeler gōz ōnūne alındıęında oldukęa kūęuk bir deęer olan 60 (km) ile ęarpılarak bir katsayı belirlenmiřtir. Hesaplanan bu katsayı her bir hedef için ilgili faktōrde en kūęuk deęer ile ęarpılarak hedeflerin sađ taraf deęerleri hesaplanmıřtır. Demir yolu baęlantısı, hava yolu ile tařınan yūk miktarı ve deniz yolu ile tařınan yūk miktarı hedefleri için kullanılan verilerde bazı iller sıfır deęeri aldıkları için hedeflerin sađ taraf deęerleri de sıfır olarak hesaplanmıřtır.

Bōlgeler için kurulan modellerde ise parametrelerin farklı değerler alması, hedefler için belirlenen değerlerin ilgili bōlgeye gōre hesaplanması ve Eşitlik 29'daki 20 lojistik merkez açılacağı kısıtının ilgili bōlge için geçerli sayı olarak değişmesinin dışında bir fark yoktur.

### 3. BULGULAR

Çalışmadaki tüm modellerin çözümü Intel® Core™ i7-4650UCPU@ 2.30GHZ işlemcili 4,00GB Ram özelliklerine sahip bir bilgisayarda The General Algebraic Modeling System - GAMS 23.5.1 paket programında, CPLEX çözücüsü ile gerçekleştirilmiştir. Bu paket programında her il kendi plaka kodu ile numaralandırılarak temsil edilmiştir. Bu sebeple verilen tablolarda illerin plaka kodları da gösterilmiştir.

#### 3.1. Toplu Modelin Sonuçları

##### 3.1.1. Lojistik Merkez Kurulması İçin Uygun Bulunan İller

Türkiye’de kurulması planlanan 20 lojistik merkezin yer seçimi için geliştirilen model GAMS ile çözümlenerek elde edilen sonuçlara göre lojistik merkezlerin kurulması gereken iller Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Lojistik merkezlerin atanması gereken iller

Plaka Kodu	İller	Plaka Kodu	İller
1	Adana	35	İzmir
6	Ankara	38	Kayseri
7	Antalya	41	Kocaeli
16	Bursa	42	Konya
20	Denizli	45	Manisa
26	Eskişehir	47	Mardin
27	Gaziantep	55	Samsun
31	Hatay	59	Tekirdağ
33	Mersin	61	Trabzon
34	İstanbul	67	Zonguldak

Lojistik merkezlerin kurulması için uygun bulunan iller lojistik merkezlerin bulundurulması gereken konum özellikleri doğrultusunda ayrı ayrı incelenecek olursa:

Lojistik merkezlerin, taşımaları azaltmak ve ticareti geliştirmek amacı ile dış ticaret miktarı fazla olan bölgelerde kurulması uygun görülmektedir. Tablo 10 incelendiğinde lojistik merkez kurulmasının uygun bulunduğu illerden İstanbul, İzmir, Ankara, Bursa, Kocaeli, Gaziantep, Manisa, Hatay, Denizli ve Adana illerinin sırasıyla Türkiye'deki en yüksek dış ticaret miktarına sahip olan ilk 10 il olduğu görülmüştür. Geri kalan illerden Kayseri, Mersin, Konya ve Antalya sırası ile 12. ile 15. sıra arasında; Trabzon, Tekirdağ, Eskişehir ve Zonguldak 17. ile 20. sıra arasında yer almaktadır. İlk 20 dışında kalan iller ise 21. sırada olan Samsun ve 22. sırada yer alan Mardin'dir. Bu sonuçlar, illerin dış ticaret miktarlarının geliştirilen modelde oldukça etkin bir şekilde kullanıldığını kanıtlar niteliktedir.

Tablo 10'a göre Türkiye'de hava yolu, deniz yolu, demir yolu ve kara yolu bağlantısı bulunan 10 ilden 9'una lojistik merkez kurulması uygun bulunmuştur. Bu 9 il Adana, Bursa, Hatay, İstanbul, İzmir, Kocaeli, Samsun, Tekirdağ ve Zonguldak'tır. Lojistik merkez kurulması uygun bulunan illerden Ankara, Denizli, Eskişehir, Gaziantep, Kayseri, Konya ve Mardin illerinin ise deniz ile bağlantısı bulunmaması sebebi ile bu illerde deniz yolu taşımacılığı yapılamamakta geri kalan üç ulaşım modu olan demir yolu, hava yolu ve kara yolu ile yük taşımacılığı yapılmaktadır. Antalya ve Trabzon illerinde demir yolu bağlantısı bulunmama ile birlikte kara yolu, deniz yolu ve hava yolu ile yük taşımacılığı imkanı bulunmaktadır. Mersin ilinde ise hava yolu bağlantısı bulunmama, demir yolu deniz yolu ve kara yolu bağlantısı bulunmaktadır. Lojistik merkez kurulması uygun bulunan son il olan Manisa'da ise sadece kara yolu ve demir yolu ile yük taşımacılığı imkanı mevcuttur. Kısaca lojistik merkez kurulması uygun bulunan illerde 9'unda dört farklı ulaşım modundan her biri, 10'unda üç farklı ulaşım modu ve 1 tanesinde ise iki farklı ulaşım modu mevcuttur. Bu sonuçlar doğrultusunda geliştirilen modele göre çok modlu ulaşım imkanlarının büyük ölçüde gerçekleştirildiği söylenebilir.

Bu temel öğelerin yanı sıra Tablo 10'dan lojistik merkezlerin genellikle nüfus yoğun illere kurulmasının uygun bulunduğu söylenebilir. Nitekim sırası ile İstanbul, Ankara, İzmir, Bursa, Antalya, Konya ve Gaziantep illeri Türkiye'nin en yüksek nüfusa sahip ilk yedi ilidir.

### 3.1.2. Lojistik Merkez Kurulmayan İllerin Hizmet Alacağı Merkezler

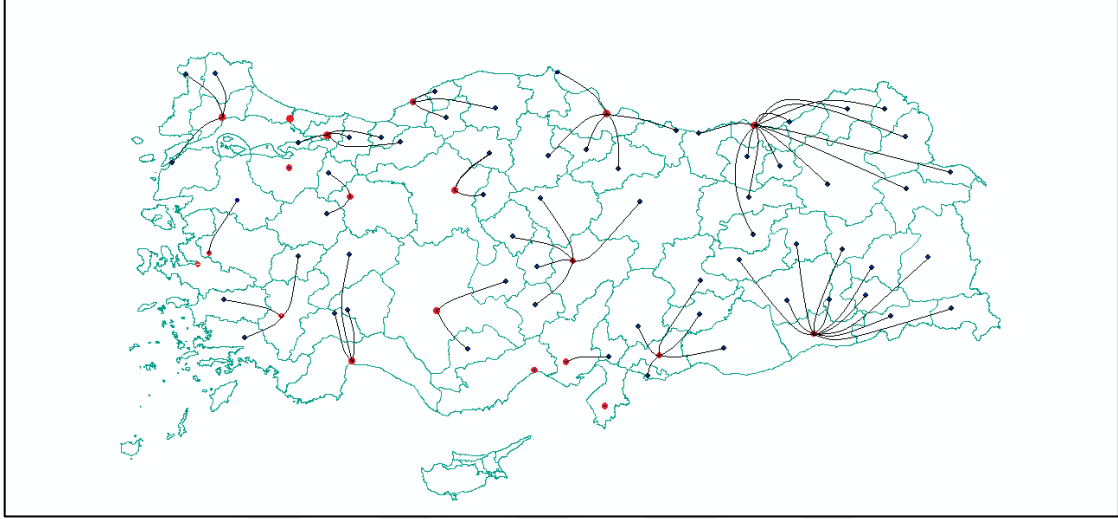
Kurulan matematiksel model ile lojistik merkezlerin hangi illere kurulması gerektiğinin yanı sıra lojistik merkez kurulmayan illerin kendilerine en yakın lojistik merkezlere ataması yapılmıştır. Tablo 11’de her bir ile kurulan lojistik merkezin hizmet vereceği iller gösterilmiştir.

Tablo 11. Lojistik merkezlerin hizmet verecekleri iller

<b>Adana</b>	<b>Ankara</b>	<b>Antalya</b>	<b>Bursa</b>	<b>Denizli</b>	<b>Eskişehir</b>	<b>Gaziantep</b>
Adana	Ankara	Afyon	Bursa	Aydın	Bilecik	Adıyaman
	Çankırı	Antalya		Denizli	Eskişehir	Gaziantep
		Burdur		Muğla	Kütahya	Malatya
				Uşak		Kahramanmaraş
						Şanlıurfa
<b>Hatay</b>	<b>Mersin</b>	<b>İstanbul</b>	<b>İzmir</b>	<b>Kayseri</b>	<b>Kocaeli</b>	<b>Konya</b>
Hatay	Mersin	İstanbul	İzmir	Kayseri	Bolu	Konya
				Kırşehir	Kocaeli	Aksaray
				Nevşehir	Sakarya	Karaman
				Niğde	Yalova	
				Sivas	Düzce	
				Yozgat		
<b>Manisa</b>	<b>Mardin</b>	<b>Samsun</b>	<b>Tekirdağ</b>	<b>Trabzon</b>	<b>Zonguldak</b>	
Balıkesir	Bingöl	Amasya	Çanakkale	Ağrı	Kastamonu	
Manisa	Bitlis	Çorum	Edirne	Artvin	Zonguldak	
	Diyarbakır	Ordu	Kırklareli	Erzincan	Bartın	
	Elazığ	Samsun	Tekirdağ	Erzurum	Karabük	
	Hakkari	Sinop		Giresun		
	Mardin	Tokat		Gümüşhane		
	Muş			Kars		
	Siirt			Rize		
	Van			Trabzon		
	Batman			Tunceli		
	Şırnak			Bayburt		
				Ardahan		
				Iğdır		



Tablo 11’den görüldüğü üzere bazı lojistik merkezler sadece buldukları ile hizmet verecek iken bazı lojistik merkezlerin birden fazla ile hizmet vermesi gerekmektedir. Şekil 2’de bu atamalar görselleştirilmiştir.



Şekil 2. Lojistik merkezlerin hizmet vereceği iller

Tablo 11 ve Şekil 2’den görülebileceği üzere Trabzon ve Mardin illerine kurulması uygun bulunan lojistik merkezlerin oldukça fazla ile hizmet vermesi gerekmektedir. Bu bölgelerdeki illerin üretim ve ticaret hacimlerinin göreceli olarak az olması sebebi ile bölgeye daha az sayıda lojistik merkez kurulması uygun görülmüştür. Böylelikle birden çok il bir lojistik merkeze atanarak hem lojistik merkezin atıl duruma düşmemesi sağlanmış hem de daha fazla ticaret hacmine sahip bölgelere daha çok lojistik merkez kurulmasına imkan tanınmıştır.

### 3.2. Bölge Modellerinin Sonuçları

Bu tez kapsamında izlenen ikinci yordam; her bölgeye gerekli lojistik merkez sayısının saptanmasının ardından bölgelere göre lojistik merkez kurulumu için uygun bulunan illerin ayrı ayrı belirlenmesi şeklinde oluşturulmuştur. Tablo 12’de bölge modellerine göre her bölgede lojistik merkez kurulması uygun bulunan iller gösterilmiştir.

Tablo 12. Bölge modellerinin sonuçları

<b>Marmara Bölgesi</b>	<b>İç Anadolu Bölgesi</b>	<b>Ege Bölgesi</b>	<b>Karadeniz Bölgesi</b>	<b>Akdeniz Bölgesi</b>	<b>Güneydoğu Anadolu Bölgesi</b>	<b>Doğu Anadolu Bölgesi</b>
Balıkesir	Ankara	Denizli	Samsun	Adana	Gaziantep	Bingöl
Bursa	Eskişehir	İzmir	Trabzon	Antalya	Mardin	
İstanbul	Kayseri	Manisa	Zonguldak			
Kocaeli	Konya					
Tekirdağ						

### 3.2.1. Marmara Bölgesi'nin Sonuçları

Modelleme bölümünde yapılan hesaplamalar doğrultusunda 20 lojistik merkezden 5'inin Marmara Bölgesi'ne kurulması uygun bulunmuştur. Marmara Bölgesi için kurulan matematiksel modelin sonucuna göre lojistik merkez kurulması için uygun bulunan Balıkesir, Bursa, İstanbul, Kocaeli ve Tekirdağ illeri Tablo 12'de görülmektedir.

Marmara Bölgesi'nde lojistik merkez kurulması için uygun bulunan illerden Bursa, İstanbul, Kocaeli ve Tekirdağ Türkiye için kurulan toplu modelin sonuçlarında da lojistik merkez kurulması uygun bulunan iller olmuştur. Toplu modelden farklı olarak lojistik merkez kurulması gerekli görülen Balıkesir ili demir yolu, deniz yolu, hava yolu ve kara yolu bağlantılarına sahip olması sebebi ile lojistik merkez kurulumu için uygun bir il konumundadır.

Bölgesel olarak yapılan seçim incelendiğinde Marmara Bölgesi'ndeki her il için ya lojistik merkez bulundurduğu ya da kendisine komşu bir ilde lojistik merkez bulunduğu görülmektedir. Ayrıca bölgedeki illerden Çanakkale bir lojistik merkeze 188 km ile en uzak il olmuştur.

### 3.2.2. İç Anadolu Bölgesi'nin Sonuçları

Yapılan hesaplamalar sonucunda İç Anadolu Bölgesi'nde gerekli lojistik merkez sayısı 4 olarak belirlenmiştir. Tablo 12'de İç Anadolu Bölgesi için geliştirilen modelin sonucunda lojistik merkezlerin kurulumu için uygun bulunan iller; Ankara, Eskişehir, Kayseri ve Konya olarak görülmektedir.

İç Anadolu Bölgesi için oluşturulan modelde lojistik merkez kurulması gereken iller olarak belirlenen Ankara, Eskişehir, Kayseri ve Konya illerinin her biri Türkiye için kurulan matematiksel modelde de bulunmaktadır. Bu durum iki farklı yordam ile yapılan il seçimlerinin İç Anadolu Bölgesi'nde farklılık göstermediği şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca iki modelden de aynı sonuçların çıkması bu bölge için yapılan yer seçimlerini daha kesin bir hale getirmektedir.

Bölgesel olarak yapılan seçim incelendiğinde İç Anadolu Bölgesi'nin batısında ve birbirine komşu 3 il olan Ankara, Eskişehir ve Konya illerinde birer lojistik merkez kurulmasının uygun bulunduğu görülmüştür. Seçimlerin bu yönde olması bölgenin ticaret hacmi büyük olan illerinin bu bölgede yoğunlaştığı şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca bölgenin doğusunda bulunan Kayseri iline de bir lojistik merkez kurulması uygun bulunmuştur. Böylelikle bölgedeki 13 ilin her biri için, ya lojistik merkez bulundurması ya da kendisine komşu bir ilde lojistik merkez bulunması sağlanmış olur. Ayrıca Ankara, Eskişehir, Kayseri ve Konya illerine birer lojistik merkez kurulduğu takdirde bölgedeki illerden bir lojistik merkeze en uzak olanı 303 km ile Karaman ili olur.

### **3.2.3. Ege Bölgesi'nin Sonuçları**

Ege Bölgesi için gerekli görülen lojistik merkez sayısı 3 olarak belirlenmiştir. Ege Bölgesi için kurulan modele göre lojistik merkez kurulması uygun bulunan iller Denizli, İzmir ve Manisa olmuştur. Bu iller Tablo 12'de görülmektedir.

Ege Bölgesi'nde lojistik merkez kurulumu için uygun bulunan İzmir, Denizli ve Manisa illerinden sadece İzmir'in deniz yolu bağlantısı bulunmaktadır. Denizli ilinde lojistik merkez kurulması tekstil sektöründe çok aktif olan ilin ticaret hacmine bağlanabilir. Manisa ilinde ise deniz yolu bağlantısı ve hava yolu bağlantısı bulunmamasına rağmen ilin yüksek dış ticaret hacmi lojistik merkez kurulumu için uygun bir yer olmasını sağlamıştır. Bölgede bir lojistik merkeze en uzak il ise 285 km ile Kütahya olmuştur.

İç Anadolu Bölgesi'nin sonuçları ile benzer şekilde Ege Bölgesi'nde de toplu model ile bölgesel model aynı sonuçları vermektedir.

### 3.2.4. Karadeniz Bölgesi'nin Sonuçları

Modelleme bölümünde yapılan hesaplamalar doğrultusunda Karadeniz Bölgesi için 3 lojistik merkez gerektiği sonucuna varılmıştır. Karadeniz Bölgesi'nde lojistik merkez kurulması uygun bulunan iller Samsun, Trabzon ve Zonguldak olmuştur. Bu iller Tablo 12'de diğer bölgelerde lojistik merkez kurulması uygun bulunan illerle bir arada sunulmuştur.

Karadeniz Bölgesi için yapılan seçim incelendiğinde hem Doğu Karadeniz, hem Orta Karadeniz hem de Batı Karadeniz'den birer ilin seçildiği görülmektedir. Bu sonuç doğu-batı hattında geniş bir alana yayılan bölgenin kapsanması amacıyla oldukça önemli bir sonuçtur. Böylelikle birbirlerine en uzak iller arasındaki mesafesi 1085 km olan bölgede bir lojistik merkeze en uzak mesafede olan il 236 km ile Artvin ili olmuştur.

### 3.2.5. Akdeniz Bölgesi'nin Sonuçları

Tablo 12'de Akdeniz Bölgesi için gerekli olan 2 lojistik merkezin kurulmasının uygun bulunduğu iller Adana ve Antalya olarak gösterilmiştir.

Doğu-Batı hattında geniş bir alana yayılan bir diğer bölge olan Akdeniz Bölgesi'nde, bölgenin batısında kalan Antalya ili ve bölgenin doğusunda kalan Adana ili lojistik merkez kurulumu için uygun bulunmuştur. Böylelikle bölgede bir lojistik merkeze en uzak olan il 191 km ile Hatay olmuştur.

### 3.2.6. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Sonuçları

Güneydoğu Anadolu Bölgesi için gerekli olan 2 lojistik merkezin kurulmasının uygun bulunduğu iller Gaziantep ve Mardin olarak Tablo 12'de sunulmuştur.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi incelendiğinde bölgedeki her il için ya lojistik merkez bulundurduğu ya da kendisine komşu bir ilde lojistik merkez bulunduğu görülmektedir. Bu sonuç bölgedeki her ilin bir lojistik merkeze yakın olması açısından önemlidir. Nitekim bölgedeki illerden bir lojistik merkeze en uzak olanı 230 km ile Siirt ili olmuştur. Ayrıca Güneydoğu Anadolu Bölgesi için kurulan model ile toplu modelde bu bölge için aynı illerin seçilmesi, seçimlerin tutarlılığını gösterir niteliktedir.

### 3.2.7. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Sonuçları

Modelleme bölümünde bölgelere düşen lojistik merkez sayısı hesaplanırken Doğu Anadolu Bölgesi'nde 1 adet lojistik merkez kurulması uygun bulunmuştur. Doğu Anadolu Bölgesi'nde lojistik merkez kurulumu için uygun bulunan il Bingöl olmuştur. Tablo 12'de bu il diğer bölgelerde lojistik merkez kurulması uygun bulunana illerle bir arada sunulmuştur.

Lojistik merkezlerin bölgelere göre incelendiği yordamda 14 ile sahip olan Doğu Anadolu Bölgesi'nde 1 adet lojistik merkezin yeterli olacağı sonucuna varılmıştır. Bu bölgenin sanayisinin görece az olmasına ve deniz bağlantısı bulunmayan bölgede ulaşım modlarının kısıtlı olmasına bağlanabilir.

Toplu modelde ise bu bölgedeki illerden biri lojistik merkez kurulumu için seçilmemiş olup, bu bölgedeki illerden 7'sinin lojistik merkez ihtiyaçlarını Karadeniz Bölgesi'ndeki Trabzon lojistik merkezinden, 5'inin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Mardin lojistik merkezinden ve 1'inin Akdeniz Bölgesi'ndeki Antalya ilinden karşılaması planlanmıştır.

### 3.3. Duyarlılık Analizi

Çalışmada hedef ağırlıklarının sonuçlar üzerindeki etkisini görmek amacı ile uzman görüşleri doğrultusunda belirlenen ağırlıkların dışında literatür araştırması ile de ağırlıklar belirlenmiştir. Hem Türkiye için kurulan toplu model hem de bölgesel modeller literatür araştırması ile belirlenen ağırlıklar ile tekrar çözülmüştür. Bu ağırlık değişimi ile birlikte ne toplu modelde ne de bölgesel modellerde uzman ağırlıkları ile belirlenen lojistik merkez yerleri değişmemiştir. Bu durum modelin hedef ağırlıklarına duyarlılığının az olduğu şeklinde yorumlanabilir. Lojistik merkezlerin kurulmasının uygun bulunduğu iller değişmemekle birlikte ağırlıkların değişmesi ile birlikte modellerden elde edilen amaç fonksiyonu değerleri değişmektedir. Tablo 13'de ağırlıkların değişimine bağlı olarak amaç fonksiyonunun aldığı değerler gösterilmiştir.

Tablo 13. Hedef ağırlıklarının değişimine göre amaç fonksiyonunun aldığı değerler

	Uzman görüşleri ile belirlenen ağırlıklar	Literatür araştırması ile belirlenen ağırlıklar
Türkiye modeli	1,399E+12	6,250E+11
Marmara	1,911E+11	8,548E+10
İç Anadolu	1,662E+11	7,435E+10
Ege	2,646E+11	1,170E+11
Karadeniz	2,639E+11	1,198E+11
Akdeniz	9,561E+11	4,436E+11
Güneydoğu Anadolu	1,926E+11	8,256E+10
Doğu Anadolu	2,307E+11	1,003E+14

Tablo 13'den görüleceği üzere literatür araştırması ile elde edilen ağırlıklar kullanıldığında bütün modellerde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu durum literatür araştırması ile belirlenen ağırlıklarda özellikle ithalat ve ihracat hedeflerinin ağırlıklarının uzman görüşleri ile belirlenen ağırlıklara göre daha küçük olmasına bağlanabilir. Yüksek değerlere sahip olan ithalat ve ihracat hedeflerindeki sapmaların ağırlıkları azalırken görece daha az değerler alan demir yolu ve deniz yolu hedeflerindeki sapmaların ağırlıkları artmış, böylelikle de amaç fonksiyonu değerleri azalmıştır.

Bir diğer kıyaslama ise toplu model ile bölgesel modeller arasında yapılabilir. Her iki ağırlıklandırma yönteminde de Türkiye için geliştirilen toplu modellerde elde edilen sonuçlar bölgesel modellerin toplamından daha küçüktür. Bölgesel modeller kurulurken, illerin kendi bölgelerindeki bir ilden hizmet alması kısıtlaması getirildiği için bu sonuç olağandır.

#### 4. İRDELEME

Bu tez kapsamında esas alınan yordam Türkiye için geliştirilen toplu modeldir. Bölgesel modellerin kurulmasındaki amaç ise Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu gibi görece az gelişmiş bölgelerde en az bir lojistik merkez bulunması sağlandığı takdirde sonuçların değişimini incelemektir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda iki farklı yordamda lojistik merkez kurulması uygun bulunan illerden sadece iki tanesinin değiştiği görülmektedir. Toplu modelde seçilen Hatay ve Mersin illeri bölgesel modellerin sonucunda seçilmemiş, bu iller yerine Marmara Bölgesinden Balıkesir ili ve Doğu Anadolu Bölgesinden Bingöl ili lojistik merkez kurulması için uygun bulunmuştur. Sonuçların iki farklı yordama göre oldukça az değişmesi, Türkiye için oluşturulan toplu modelde görece olarak az gelişmiş bölgelerin de yeterince göz önüne alınmış olduğunu kanıtlar niteliktedir.

Bu çalışma kapsamında lojistik merkez kurulumu için uygun bulunan iller ile TCDD'nin lojistik merkez kurulması için belirlediği iller0 karşılaştırılacak olursa; çalışma sonucunda belirlenen illerden 10 tanesinin TCDD'nin lojistik merkez kurulması için belirlediği illerde de bulunduğu görülür. Bunlar İstanbul, İzmir, Kocaeli, Kayseri, Konya, Eskişehir, Denizli, Samsun, Mardin ve Mersin illeridir. TCDD'nin belirlediği ve çalışma sonucunda seçilmeyen iller: Balıkesir, Bilecik, Bitlis, Erzurum, İstanbul (2. lojistik merkez), Kars, Kahramanmaraş, Sivas, Uşak ve Şırnak illeri olmuştur. Bu illerden Bilecik, Bitlis, Erzurum, Kars, Kahramanmaraş, Sivas, Uşak ve Şırnak illerinin deniz yolu bağlantısı bulunmaz iken Bitlis ve Bilecik illerinin hava yolu bağlantısı ve Şırnak ilinin demir yolu bağlantısı bulunmamaktadır. Bu sonuç TCDD'nin çok modlu ulaşım imkanlarından deniz yoluna diğer modlara göre daha düşük önem verdiği şeklinde yorumlanabilir. Fakat üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde kurulması planlanan 20 lojistik merkezden 13'ünde, uluslararası taşımacılıkta en sık kullanılan ulaşım modu olan deniz yolunun bağlantısının olmaması tartışmaya açık bir konumdadır.

Bu çalışma kapsamında lojistik merkez kurulumu için uygun bulunduğu halde TCDD'nin merkez kurulumu için seçmemiş olduğu iller ise Adana, Ankara, Antalya, Bursa, Gaziantep, Hatay, Manisa, Tekirdağ, Trabzon ve Zonguldak'tır. Bunlardan Ankara ve Gaziantep illerinin deniz yolu bağlantısı; Antalya ve Trabzon illerinin demir yolu bağlantısı; Manisa ilinin ise hava yolu ve deniz yolu bağlantısı bulunmamaktadır. TCDD'nin kararından farklı olarak bu çalışmada deniz yolu bağlantısı hariç diğer ulaşım

modlarının belirli bir maliyet karşılığı lojistik merkez bünyesine katılabileceği, fakat deniz yolu bağlantısı için böyle bir imkan olmadığı göz önüne alınarak lojistik merkezlerin deniz ile bağlantısı olan illere kurulması çok önemsenmiştir. Bununla birlikte ülkenin iç kesimlerinin ihtiyacını karşılamak üzere Ankara gibi denizyolu bağlantısı bulunmayan fakat büyük ticaret hacmine ve diğer ulaşım modlarına sahip olan illere de lojistik merkezler kurulması gerektiğine karar verilmiştir.

TCDD tarafından lojistik merkez kurulumu için seçilen iller ve bu çalışma kapsamında lojistik merkez kurulumu için uygun bulunan illerin bölgelere dağılımı Tablo14’de verilmiştir.

Tablo 14. TCDD ve çalışma sonuçlarına göre lojistik merkezlerin bölgelere dağılımı

	TCDD’nin belirlediği lojistik merkezler	Bu çalışma kapsamında belirlenen lojistik merkezler
Marmara Bölgesi	5	4
İç Anadolu Bölgesi	4	4
Ege Bölgesi	3	3
Karadeniz Bölgesi	1	3
Akdeniz Bölgesi	2	4
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	2	2
Doğu Anadolu Bölgesi	3	0

Tablo 14’den görüldüğü üzere İç Anadolu, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri için bu tez kapsamında TCDD’nin kararı ile aynı sayıda lojistik merkez kurulması uygun bulunmuştur. En çok değişiklik gösteren bölgeler ise Doğu Anadolu Bölgesi, Karadeniz Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi olmuştur. Bu değişikliğin sebebi çalışma kapsamında Doğu Anadolu Bölgesinde deniz yolu bağlantısı bulunmaması sebebi ile lojistik merkezlerin bölgeye en yakın deniz bağlantısı bulunan Akdeniz ve Karadeniz bölgelerindeki illere kaymış olması şeklinde yorumlanabilir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada lojistik merkezlere olan ilgi hızla artarken, Türkiye’de de ülkenin coğrafi avantajını hayata geçirmek ve bir transit merkezi haline getirmek amacı ile kamu kurumlarının ortak çalışması ile lojistik merkezler kurulmaya başlanmıştır. Bu tez kapsamında Türkiye’de kurulmakta olan lojistik merkezler için bir yer seçimi modeli önerilmiştir. Bu sebeple öncelikle lojistik merkez kavramından bahsedilmiş, lojistik merkezlerin bulundurulması gereken özelliklere değinilmiştir. Konu hakkında kapsamlı fikir sahibi olmak ve yer seçimini etkileyen faktörleri irdelemek amacı ile lojistik merkezler, dağıtım merkezleri ve kuru limanlar üzerine geniş bir literatür araştırması yapılmıştır.

Lojistik merkez yer seçimi için kurulan matematiksel modelde Hedef Programlama tekniğinden yararlanılmıştır. Modelde kullanılan hedefler nüfus, ihracat, ithalat, demir yolu bağlantısı, hava yolu ile taşınan yük miktarı, deniz yolu ile taşınan yük miktarı, kara yolu ile taşınan yük miktarı ve trafik sıklığı üzerine P-Medyan Yer Seçimi Problemi şeklinde oluşturulmuştur. Hedeflerin ağırlıkları ise uzman görüşleri ve literatür araştırması doğrultusunda iki farklı şekilde belirlenmiştir.

Bu çalışmayı geliştirmek amacı ile kurulan matematiksel modelde gidilebilecek bir değişiklik olarak, bir ile birden çok lojistik merkez kurulması imkanı eklenebilir. Çalışma kapsamında iller bir bütün olarak ele alınmış ve veriler il bazında kullanılmıştır. Bir ile birden çok lojistik merkez kurulabilmesi için İstanbul gibi sanayisi gelişmiş bazı iller bölgelere ayrılarak incelenebilir. Fakat bu hususta gerekli verilerin temini oldukça zordur.

Çalışmanın devamı olarak incelenebilecek iki konu vardır. Bunlardan ilki lojistik merkez kurulumu için uygun bulunan illerde belirli arazilerin seçimidir. Bu seçim için kullanımı en uygun görülen teknik Coğrafi Bilgi Sistemi (Geographical Information Systems)’dir. Bunun sebebi olarak coğrafi koşullar ve iklim hariç geri kalan etmenlerin bu çalışma kapsamında illerin belirlenmesinde kullanılmış olmasıdır.

Çalışmanın geliştirilebileceği bir diğer alan olarak lojistik merkezlerin kapasite planlaması gösterilebilir. Kapasite planlaması sırasında lojistik merkezlerinin kurulacağı illerin ve merkezlere atanan diğer illerin ticaret hacimleri, çok modlu ulaşım imkanları, transit merkezi olarak kullanılabilme olasılıkları ve gelecek planları dikkate alınması gereken etmenlerdendir.

## 6. KAYNAKLAR

- Acar, D. ve Ateş, B. A., 2011. Tedarik zincirinin temel faaliyetlerinde dış kaynak kullanımı: tekstil-konfeksiyon sektörü işletmelerinde bir araştırma, 106 Mali Çözüm, 17-46.
- Ar, İ.M. ve Tanyaş, M., 2012. Lojistik Merkez Kurulma Öncelikleri Açısından İllerin Sıralanması, Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, Mayıs, Konya, Bildiriler Kitabı, 322-330.
- Awasthi, A., Chauhanb, S.S. ve Goyal, S.K., 2011. A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty, Mathematical and Computer Modelling, 53, 98-109.
- Aydın G. T. ve Ögüt K. S., 2008. Lojistik Köy Nedir?, 2. Uluslararası Demiryolu Sempozyumu, İstanbul, 1439-1448.
- Aydın, Ö. ve Arslan, G., 2010. Optimal Hospital Location With Fuzzy AHP, The Business Review, 15, 1, 262-268.
- Ballis, A. ve Mavrotas, G., 2007. Freight village design using the multicriteria method PROMETHEE, Operational Research An International Journal, 7, 2, 213-232.
- Bamyacı, M. ve Tanyaş, M., 2010. Lojistik Köy Yer Seçimi Problemlerinin Çözümünde Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri, Lojistik, 10, 14-21.
- Baray, J. ve Cliquet, G., 2013. Optimizing locations through a maximum covering/p-median hierarchical model: Maternity hospitals in France, Journal of Business Research, 66, 127-132.
- Bastı, M., 2012. P-medyan Tesis Yeri Seçim Problemi ve Çözüm Yaklaşımları, Online Academic Journal of Information Technology, 3, 7, 47-75.
- Bezirci, M. ve DüNDAR, A. O., 2011. Lojistik Köylerin İşletmelere Sağladığı Maliyet Avantajları, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 13, 1, 309-325.
- Bruglieri, M., Cappanera, P. ve Nonato, M., 2014. The Gateway Location Problem: Assessing the impact of candidate site selection policies, Discrete Applied Mathematics, 165, 96-111.
- Can T. ve Çilingirtürk M., 2006. Dışbükey Programlama ile Lojistik Merkezi Tespiti, Yönetim, 17, 54, 17-25.

- Ceran, Y. ve Alagöz, A., 2007. Lojistik Maliyet Yönetimi: Lojistik Maliyetler ve Lojistik Maliyet Muhasebesi, Yönetim Bilimleri Dergisi, 5, 2, 153-175.
- Chen, Y. ve Qu, L., 2006. Evaluating the Selection of Logistics Centre Location Using Fuzzy MCDM Model Based on Entropy Weight, 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, June, Dalian, China, Bildiriler Kitabı, 7128-7132.
- Chen, C.T., 2011. A fuzzy approach to select the location of the distribution center, Fuzzy Sets and Systems 118, 65-73.
- Chen, K.H., Liao, C.N. ve Wu, L.C., 2014. A Selection Model to Logistic Centers Based on TOPSIS and MCGP Methods: The Case of Airline Industry, Journal of Applied Mathematics, 2014,1-10.
- Cheng, E.W.L., Li, H. ve Yu, L., 2007. A GIS approach to shopping mall location selection, Building and Environment, 42, 884-892.
- Choudhary, D. ve Shankar, R., 2012. An STEEP-fuzzy AHP-TOPSIS framework for evaluation and selection of thermal power plant location: A case study from India, Energy, 42, 510-521.
- Correia, G. H. A. ve Antunes, A. P., 2012. Optimization approach to depot location and trip selection in one-way carsharing systems, Transportation Research Part E, 48, 233-247.
- Demirel, T., Demirel, N. Ç. ve Kahraman, C., 2010. Multi-criteria warehouse location selection using Choquet integral, Expert Systems with Applications, 37, 3943-3952.
- Demiroğlu, Ş. ve Eleren, A., 2014. Küresel Lojistik Köyleri ve Türkiye’de Kurulması Planlanan Lojistik Köy Bölgelerinin ÇKKV Yöntemleriyle Belirlenmesi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 42, 189-201.
- Dock, J. P., Song, W. ve Lu, J., 2014. Evaluation of dine-in restaurant location and competitiveness: Applications of gravity modeling in Jefferson County, Kentucky, Applied Geography, 60, 204-209.
- Elevli, B., 2014. Logistics freight center locations decision by using Fuzzy-PROMETHEE, Transport, 29,4, 412-418.
- Elgün, M.N., 2011. Ulusal ve Uluslararası Taşıma ve Ticarete Lojistik Köylerin Yapılanma Esasları ve Uygun Kuruluş Yeri Seçimi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi, 13, 2, 203-226.
- Elgün, M.N. ve Elitaş, C., 2011. Yerel Ulusal ve Uluslararası Taşıma ve Ticaret Açısından Lojistik Köy Merkezlerinin Seçiminde Bir Model Önerisi, CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 9, 2, 630-645.

- Erbıyık, H., Özcan, S. ve Karaboğa, K., 2012. Retail Store Location Selection Problem with Multiple Analytical Hierarchy Process of Decision Making an Application in Turkey, Procedia - Social and Behavioral Sciences, 58, 1405-1414.
- Erkayman, B., Gundogar, E., Akkaya, G. ve Ipek, M., 2011. A Fuzzy Topsis Approach For Logistics Center Location Selection, Journal of Business Case Studies, 7, 3, 49-55.
- Eryürük, S.H., Kalaoğlu, F. ve Baskak, M., 2012. A Site Selection Model For Establishing A Clothing Logistics Center, Tekstil ve Konfeksiyon, 1, 40-47.
- Eryürük, S.H., 2010. Tekstil ve Konfeksiyon Sektörleri Arasında Etkin Lojistik Faaliyetlerinin Gerçekleştirilmesi Amacıyla Bir Lojistik Merkez Yer Seçimi ve Tasarımı, Doktora Tezi, İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Farahani, R.Z. ve Asgari, N., 2007. Combination of MCDM and covering techniques in a hierarchical model for facility location: A case study, European Journal of Operational Research 176, 1839–1858.
- Franco, C., Bojesen, M., Hougaard, J. L. ve Nielsen, K., 2015. A fuzzy approach to a multiple criteria and Geographical Information System for decision support on suitable locations for biogas plants, Applied Energy, 140, 304-315.
- Georgijevic, M., Bojic, S. ve Brcanov, D., 2013. The location of public logistic centers: an expanded capacity-limited fixed cost location-allocation modelling approach, Transportation Planning and Technology, 36, 2, 218-229.
- Gürsev, S., 2014. Türkiye’de devlet tarafından yapılması planlanan lojistik merkezler hakkında bir analiz çalışması, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli.
- Hakimi, S. L., 1964. Optimum Locations of Switching Centers and The Absolute Centers and Medians of a Graph, Operations Research, 2,3, 450-459.
- Hamzaçebi, C. ve İmamoğlu, G., 2014. TR90 Bölgesi Lojistik Merkezi Yer Seçimi İçin Hedef Programlama Tekniği Uygulaması, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, 11, 154-170.
- Hergüllü, İ., 2009. Lojistik Fonksiyonlarda Dış Kaynak Kullanımı-3PL Lojistik, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Higgins, C. D., Ferguson, M. ve Kanaroglou, P. S., 2012. Varieties of Logistics Centres: Developing a Standardized Typology and Hierarchy, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2288, 9-18.
- Hong, L. ve Xiaohua, Z., 2011. Study on location selection of multi-objective emergency logistics center based on AHP, Procedia Engineering, 15, 2128- 2132.

- Hu, W., Hou, Y., Tian, L. ve Li, Y., 2015. Selection of logistics distribution center location for SDN enterprises, Journal of Management Analytics, 1-14.
- Ishizaka, A., Nemery, P. ve Lidouh, K., 2013. Location selection for the construction of a casino in the Greater London region: A triple multi-criteria approach, Tourism Management, 34, 211-220.
- Jaberidoost, M., Olfat, L., Hosseini, A., Kebriaeezadeh, A., Abdollahi, M., Alaeddini, M. ve Dinarvand, R., 2015. Pharmaceutical Supply Chain Risk Assessment in Iran using Analytic Hierarchy Process (AHP) and Simple Additive Weighting (SAW) methods, Journal of Pharmaceutical Policy and Practice, 8, 1, 9-18.
- Jarzemskis, A., 2007. Research on Public Logistics Centre As Tool For Cooperation, Transport, 22, 1, 50–54.
- Ji, Y., Yang, H., Zhang, Y. ve Zhong, W., 2013. Location Optimization Model of Regional Express Distribution Center, Procedia Social and Behavioral Sciences, 96, 1008- 1013.
- Ka, B., 2011. Application of Fuzzy AHP and ELECTRE to China Dry Port Location Selection, The Asian Journal of Shipping and Logistics, 27, 2, 331-354.
- Kabir, G. ve Sumi, R. S., 2014. Power substation location selection using fuzzy analytic hierarchy process and PROMETHEE: A case study from Bangladesh, Energy, 72, 717-730.
- Kampf, R., Prusa, P. ve Savage, C., 2011. Systematic location of the public logistic centres in Czech Republic, Transport, 26, 4, 425-432.
- Kara, M., Tayfur, L. ve Basık, H., 2009. Küresel Ticarete Lojistik Üslerin Önemi ve Türkiye, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6, 11, 69-84.
- Karakuyu, M., 2010. Lojistik Bir Merkez Olarak Hadımköy ve Sorunları, Marmara Coğrafya Dergisi, 21, 269-286.
- Kayıkçı, Y., 2010. A conceptual model for intermodal freight logistics centre location Decisions, Procedia Social and Behavioral Sciences, 2, 6297–6311.
- Kaynak, M. ve Zeybek, H., 2007. İntermodal Terminallerin Gelişiminde Lojistik Merkezler, Dağıtım Parkları ve Türkiye'deki Durum, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 9, 2, 39 – 58.
- Klapita, V. ve Svecova, Z., 2006. Logistics centers location, Transport, 21, 1, 48-52.
- Kuo, M.S., 2011. Optimal location selection for an international distribution center by using a new hybrid method, Expert Systems with Applications, 38, 7208-7221.

- Li, Q., Meng, J. ve Lu, X., 2011. An Approximate Algorithm to Solve the Location-Selection of Recycle Water Station Problem, Procedia Environmental Sciences, 10, 363-367.
- Li, Y., Liu, X. ve Chen, Y., 2011. Selection of logistics center location using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS methodology in logistics management, Expert Systems with Applications, 38, 7901-7908.
- Lin, C. T., Lee, C. ve Chen, Z. J., 2010. An Expert System Approach to Medical Region Selection for a New Hospital Using Data Envelopment Analysis, iBusiness, 2, 128-138.
- Liu, S., Chan, F.T.S. ve .Chung, S.H., 2011. A study of distribution center location based on the rough sets and interactive multi-objective fuzzy decision theory, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 27, 426-433.
- Liu, X., Guo, X. ve Zhao, X., 2012. Study on Logistics Center Site Selection of Jilin Province, Journal of Software, 7, 8, 1799-1806.
- Lu, X., Yang, S. ve Zheng, N., 2011. Location-selection of Wireless Network Based on Restricted Steiner Tree Algorithm, Procedia Environmental Sciences, 10, 368- 373.
- Markovic, G., Gasic, M., Kolarevic, M., Savkovic, M. ve Marinkovic, Z., 2013. Application of the MODIPROM method to the final solution of logistics centre location, Transport, 28, 4, 341-351.
- Medineckiene, M., Zavadskas, E.K., Björk, F. ve Turskis, Z., 2015. Multi-criteria decision-making system for sustainable building assessment/certification, Archives of Civil and Mechanical Engineering, 5, 11-18.
- Meidute, I., 2005. Comparative Analysis of the Definitions of Logistics Centres, Transport, 20, 3, 106-110.
- Meidute, I., 2007. Economical Evaluation of Logistics Centres Establishment, Transport, 22, 2, 111-117.
- Meidute, I. ve Raudeliuniene, J., 2011. Evaluation of Logistics Centres Establishment: External and Internal Factors, Business: Theory and Practise, 12, 2, 175-182.
- Mokhtarian, M. N., Sadi-nezhad, S. ve Makui, A., 2014. A new flexible and reliable interval valued fuzzy VIKOR method based on uncertainty risk reduction in decision making process: An application for determining a suitable location for digging some pits for municipal wet waste landfill, Computers & Industrial Engineering, 78, 213-33.
- Moreira, M.D., Ribeiro, R.A. ve Declercq, E., 1998. Optimal Location of Intermodal Terminals in Europe: an Evaluation Model, 6th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing (EUFIT'98), September, Aachen, Germany, Bildiriler Kitabı, 2422-2426.

- Nguyen, L.C. ve Notteboom, T., 2016. A Multi-Criteria Approach to Dry Port Location in Developing Economies with Application to Vietnam, The Asian Journal of Shipping and Logistics, 32, 1, 23-32.
- Notteboom, T., 2011. An application of multi-criteria analysis to the location of a container hub port in South Africa, Maritime Policy & Management, 38, 1, 51-79.
- Ozcan, T., Celebi, N. ve Esnaf, Ş., 2011. Comparative analysis of multi-criteria decision making methodologies and implementation of a warehouse location selection problem, Expert Systems with Applications, 38, 9773-9779.
- Önden, İ., Eldemir, F. ve Çancı, M., 2015. Logistics Center Concept and Location Decision Criteria, Sigma J Eng & Nat Sci, 33, 3, 325-340.
- Önder, G. ve Önder, E., 2015. Operasyonel Yönetim ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Yıldırım, B. F. ve Önder E., 2. Baskı Sayfa 21, Dora Basım Yayın Dağıtım LTD. Şti., Bursa.
- Peker, İ., 2012. Analitik Ağ Süreci Yöntemiyle Lojistik Merkez Yeri Seçimi: Trabzon Örneği, Doktora Tezi, K.T.Ü., Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Regmi, M.B. ve Hanaoka, S., 2013. Location analysis of logistics centres in Laos, International Journal of Logistics Research and Applications, 16, 3, 227-242.
- ReVelle, C.S. ve Swain R.W., 1970. Central Facilities Location, Geographical Analysis, 2, 1, 30-42.
- Rimiene, K. ve Grundey, D., 2007. Logistics Centre Concept through Evolution and Definition, Engineering Economics, 4, 54, 87-95.
- Ruda, A., 2014. Spatial Decision Making For Logistics Centre Allocation, Geographia Technica, 9, 2, 85- 97.
- Taniguchi, E., Noritake, M., Yamada, T. ve Izumitani, T., 1999. Optimal size and location planning of public logistics terminals, Transportation Research Part E, 35, 207-222.
- T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, 2013. Gümrük ve Ticaret Bakanlığının Lojistik Sektörüne Yönelik Uygulamaları, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Yayın No: 8, Tasfiye Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayın No: 1, Ankara.
- T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, 2014. Türkiye Ulaşım ve İletişim Stratejisi Hedef 2023, Ankara.
- Tsamboulas, D. A. ve Kapros, S., 2003. Freight village evaluation under uncertainty with public and private financing, Transport Policy, 10, 141-156.

- Turanlı, M. ve Köse, A., 2005. Doğrusal Hedef Programlama Yöntemi ile Türkiye'deki Sigorta Şirketlerinin Performanslarının Değerlendirilmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4, 7, 19-39.
- Turskis, Z. ve Zavadskas, E.K., 2010. A new fuzzy additive ratio assessment method (ARAS-F). Case study: The analysis of fuzzy multiple criteria in order to select the logistic centers location, Transport, 25, 4, 423-432.
- Uçar, D., 1986. Dış Ticaretimizde Ulaştırma Sektörü, Dış Ticaret ve Ulaştırma Semineri, Temmuz, İstanbul, 2 Nolu Tebliğ.
- URL-1,  
[http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com\\_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.57adb50cb0cb56.85263003](http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.57adb50cb0cb56.85263003), Türk Dil Kurumu, Genel Türkçe Sözlük.12 Ağustos 2016.
- URL-2, <http://www.europlatforms.eu/definition/>. 18 Ağustos 2016.
- URL-3, <http://www.europlatforms.eu/>. 18 Ağustos 2016.
- URL-4,  
<http://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/DevletliYolEnvanter/SatihYolAgiUzunlugu.pdf>. 10 Temmuz 2015.
- URL-5, [http://www.erf.be/images/Road-Asset-Management-for\\_web\\_site.pdf](http://www.erf.be/images/Road-Asset-Management-for_web_site.pdf). 12 Temmuz 2015.
- URL-6,  
<http://www.tcdd.gov.tr/Upload/Files/ContentFiles/2010/istatistik/20092013yillik.pdf>. 12 Temmuz 2015.
- URL-7, [https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik\\_yuk.aspx](https://atlantis.udhb.gov.tr/istatistik/istatistik_yuk.aspx). 10 Temmuz 2015.
- URL-8, <http://www.tcddtasimacilik.gov.tr/lojistik-merkezler>. 21 Ekim 2016.
- Vural, C.A. ve Tuna, O., 2016. The prioritisation of service dimensions in logistics centres: a fuzzy quality function deployment Methodology, International Journal of Logistics: Research and Applications, 19, 3, 159–180.
- Wang, B. ve He, S., 2009. Robust Optimization Model and Algorithm for Logistics Center Location and Allocation under Uncertain Environment, Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 9, 2, 69-74.
- Wang, B., Xiong, H. ve Jiang, C., 2014. A Multicriteria Decision Making Approach Based on Fuzzy Theory and Credibility Mechanism for Logistics Center Location Selection, The Scientific World Journal, 2014, 1-9.



- Wang, S. ve Liu, P., 2007. The Evaluation Study on Location Selection of Logistics Center Based on Fuzzy AHP and TOPSIS, International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, Eylül, Shanghai, China, IEEE, 3779-3782.
- Wey, W. M., 2015. Smart growth and transit-oriented development planning in site selection for a new metro transit station in Taipei, Taiwan, Habitat International, 47, 158-168.
- Wiegmans, B., Masurel, E. ve Nijkamp, P., 1999. Intermodal Freight Terminals: An 24 Analysis of the Terminal Market. Transp. Plann. Technol., 23, 2, 105-128.
- Wu, Y. ve Geng, S., 2014. Multi-criteria decision making on selection of solar-wind hybrid power station location: A case of China, Energy Conversion and Management, 81, 527-533.
- Xu, J., Yao, L. ve Z hao, X., 2011. A multi-objective chance-constrained network optimal model with random fuzzy coefficients and its application to logistics distribution center location problem, Fuzzy Optim Decis Making, 10, 255-285.
- Yang, H., 2005. Inland Port Location Model Under Trans Texas Corridor Concept, Yüksek Lisans Tezi, The University of Texas, El Paso.
- Yang, L., Ji, X., Gao, Z. ve Li, K., 2007. Logistics distribution centers location problem and algorithm under fuzzy environment, Journal of Computational and Applied Mathematics, 208, 303 - 315.
- Zak, J. ve Weglinski, S., 2014. The selection of the logistics center location based on MCDM/A Methodology, Transportation Research Procedia, 3, 555- 564.

## 7. EKLER

### EK 1. ÇALIŞMADA KULLANILAN VERİLER

Ek Tablo 1. 81 ile ait çalışmada kullanılan veriler

Trafik Kodu	Şehir	Nüfus	İhracat	İthalat	Demir yolu uzunluğu	Havayolu ile taşınan yük	Elleçleme	Ton -km	Taşıt-km
1	Adana	1.186.688	4.590.946.134	5.530.834.154	183	46.431	78.093.461	5.631.633	2.159.232
2	Adıyaman	602.774	1.523.227.065	116.402.468	45	1.320	0	960.397	488.673
3	Afyon	709.015	819.524.356	148.858.525	387	0	0	5.526.966	1.837.522
4	Ağrı	547.210	238.903.725	271.533.930	0	1.989	0	1.255.984	401.695
5	Amasya	322.167	243.867.621	75.388.845	69	1.199	0	2.064.644	788.904
6	Ankara	5.270.575	19.235.425.328	26.336.103.008	653	110.266	0	12.948.686	5.471.832
7	Antalya	2.288.456	2.607.516.680	2.675.441.272	0	369.899	5.933.667	4.660.884	3.162.995
8	Artvin	168.370	175.912.776	75.164.738	0	0	885.268	593.043	293.632
9	Aydın	1.053.506	1.735.938.276	738.598.642	146	0	4.000	2.869.894	1.740.761
10	Balıkesir	1.186.688	1.401.596.019	1.207.548.398	280	1.646	5.017.723	4.685.576	2.173.365
11	Bilecik	212.361	336.100.238	390.327.458	312	0	0	3.179.305	837.312
12	Bingöl	267.184	9.022.722	1.925.485	96	1.208	0	494.648	262.783
13	Bitlis	340.449	9.522.568	4.956.457	53	0	0	1.186.858	366.515
14	Bolu	291.095	323.202.079	501.689.127	0	0	0	4.753.047	1.595.593
15	Burdur	258.339	550.902.174	91.128.794	19	0	0	1.621.501	718.563
16	Bursa	2.842.547	23.544.265.916	21.935.730.922	16	1.008	12.818.735	8.007.312	3.384.293
17	Çanakkale	513.341	351.758.572	191.519.236	0	344	13.484.994	1.804.998	1.029.003
18	Çankırı	180.945	183.117.608	209.638.778	172	0	0	1.493.113	560.574
19	Çorum	525.180	901.130.949	779.575.617	0	0	0	2.707.644	1.003.754

## Ek 1'in devamı

20	Denizli	993.442	6.850.721.886	5.116.235.973	136	3.486	0	2.263.396	1.092.495
21	Diyarbakır	1.654.196	512.159.316	161.454.634	150	15.586	0	2.370.650	1.064.252
22	Edirne	402.537	100.125.668	206.102.034	96	0	0	1.407.182	626446
23	Elazığ	574.304	461.748.685	76.883.500	288	8.460	0	1.061.940	559423
24	Erzincan	222.918	16.823.691	22.873.810	224	2.891	0	1.421.539	349370
25	Erzurum	762.321	54.414.184	102.286.545	211	8.798	0	2.365.601	931766
26	Eskişehir	826.716	2.280.499.831	1.927.274.923	483	1.058	0	3.972.492	1.491.901
27	Gaziantep	1.931.836	17.275.920.074	13.199.634.364	254	21.765	0	5.357.295	2.029.413
28	Giresun	426.686	522.154.036	37.337.867	0	0	545.573	1.598.643	751.670
29	Gümüşhane	151.449	65.107	2.572.175	0	0	0	586.375	269.189
30	Hakkari	278.775	489.411.878	3.968.645	0	0	0	232.530	108.011
31	Hatay	1.533.507	4.974.515.523	8.774.348.316	54	13.111	36.134.784	3.224.777	1.642.236
32	Isparta	421.766	350.621.663	129.590.541	84	2.300	0	1.283.349	668.007
33	Mersin	1.745.221	3.818.421.037	3.212.822.528	106	0	32.908.339	5.992.999	2.385.606
34	İstanbul	14.657.434	209.298.677.136	320.570.102.794	227	1.914.593	46.883.525	21.648.043	10.649.166
35	İzmir	4.168.415	22.098.156.273	23.604.222.702	362	127.643	59815.737	7.223.755	4.674.701
36	Kars	292.660		3.540.656	172	4.024	0	555.156	232.519
37	Kastamonu	372.633	116.658.175	445.824.264	0	520	0	1.240.476	610.591
38	Kayseri	1.341.056	4.312.671.446	4.006.861.162	216	20.694	0	2.916.401	1.080.573
39	Kırklareli	346.973	1.383.811.343	331.908.766	110	0	0	1.624.624	770.526
40	Kırşehir	225.562	461.540.602	522.472.159	12	0	0	755.748	345.150
41	Kocaeli	1.780.055	20.112.228.170	22.896.914.999	180	69	64.628.031	9.219.166	3.886.402
42	Konya	2.130.544	3.680.676.335	3.148.757.110	590	9.560	0	9.698.584	3.528.186
43	Kütahya	571.463	465.342.308	427.260.142	274	1.106	0	1.919.146	769.681
44	Malatya	772.904	693.008.149	187.850.703	238	6.326	0	1.692.048	766.976
45	Manisa	1.380.366	5.032.484.433	9.005.889.380	264	0	0	5.929.873	2.367.409
46	Kahramanmaraş	1.096.610	2.158.155.430	2.836.572.306	148	1.622	0	2.681.210	1.049.074
47	Mardin	796.591	2.411.758.502	273.235.142	128	4.285	0	3.352.803	797.709
48	Muğla	908.877	1.047.882.338	388.432.015	0	97.814	5.658.990	2.352.620	2.075.465
49	Muş	408.728	2.314.396	6.343.771	86	3.070	0	431.469	206.802

## Ek 1'in devamı

50	Nevşehir	286.767	99.566.646	119.383.278	19	3.229	0	1.127.011	516.271
51	Niğde	346.114	148.433.700	71.704.483	161	0	0	2.965.943	673.138
52	Ordu	728.949	609.045.496	132.397.549	0	0	1.414.312	1.458.376	702.343
53	Rize	328.979	524.773.829	54.599.426	0	0	869.699	913.048	498.613
54	Sakarya	953.181	5.300.524.919	4.083.765.178	197	0	0	5.953.480	2.319.365
55	Samsun	1.279.884	1.089.463.676	1.814.678.996	148	14.579	9.776.562	3.821.016	1.943.335
56	Siirt	320.351	34.222.377	18.176.671	35	185	0	379.387	158.647
57	Sinop	204.133	53.965.603	28.380.272	0	802	0	443.701	285.505
58	Sivas	618.617	212.749.699	167.795.499	570	3.991	0	2.506.800	993.094
59	Tekirdağ	937.910	2.262.905.134	2.206.198.334	142	5.410	14.979.216	2.617.832	1.412.983
60	Tokat	593.990	61.943.303	70.134.100	137	283	0	1.288.152	573.439
61	Trabzon	768.417	4.255.474.121	340.356.880	0	34.601	3.427.225	1.821.466	1.199.601
62	Tunceli	86.076	614.192	1.189.165	5	0	0	162.647	68.128
63	Şanlıurfa	1.892.320	740.613.495	458.076.000	220	4.789	0	5.890.899	1.698.213
64	Uşak	353.048	615.455.777	544.714.193	157	54	0	1.768.888	638.508
65	Van	1.096.397	55.704.714	81.622.602	117	11.117	0	1.637.442	811.488
66	Yozgat	419.440	42.126.153	40.062.355	132	0	0	1.321.148	604.103
67	Zonguldak	595.907	550.205.924	2.711.772.779	69	679	17.957.461	979.569	554.729
68	Aksaray	386.514	216.132.436	172.558.203	0	0	0	2.673.759	730.081
69	Bayburt	78.550	20.571.059	10.394.278	0	0	0	229.299	103.386
70	Karaman	242.196	816.849.287	367.225.182	106	0	0	479.539	238.220
71	Kırıkkale	270.271	46.355.419	36.415.961	97	0	0	1.800.253	816.827
72	Batman	566.633	88.021.600	86.840.837	47	4.382	0	770.999	311.579
73	Şırnak	490.184	1.344.592.959	34.709.483	0	2.566	0	2.182.857	449.355
74	Bartın	190.708	26.245.608	31.620.934	0	0	1.503.305	251.143	218.067
75	Ardahan	99.265	2.875.563	417.877	0	0	0	222.013	107.179
76	Iğdır	192.435	360.601.815	37.198.282	0	2.240	0	413.782	158.017
77	Yalova	233.009	685.615.638	554.314.840	0	0	1.202.388	1.415.177	617.331
78	Karabük	236.978	585.241.834	1.416.432.936	120	0	0	827.231	380.849
79	Kilis	130.655	227.735.850	113.111.654	16	0	0	239.926	127.350
80	Osmaniye	512.873	373.646.053	2.028.187.833	68	0	0	2.629.055	747.209
81	Düzce	360.388	244.059.897	262.764.751	0	0	0	2.887.372	1.140.266

## EK 2. UZMANLARIN HEDEFLERİ İKİLİ KARŞILAŞTIRMA DEĞERLERİ

Ek Tablo 2. Birinci uzmanın ikili karşılaştırma matrisi

	Nüfus	İhracat	İthalat	Demiryolu uzunluğu	Havayolu ile taşınan yük	Elleçleme	Ton.km	Taşıt.km
Nüfus	1,00	0,25	0,25	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00
İhracat	4,00	1,00	1,00	7,00	6,00	7,00	6,00	6,00
İthalat	4,00	1,00	1,00	7,00	6,00	8,00	7,00	7,00
Demiryolu uzunluğu	0,17	0,14	0,14	1,00	1,00	4,00	5,00	4,00
Havayolu ile taşınan yük	0,17	0,17	0,17	1,00	1,00	4,00	5,00	5,00
Elleçleme	0,14	0,14	0,13	0,25	0,25	1,00	1,00	1,00
Ton.km	0,17	0,17	0,14	0,20	0,20	1,00	1,00	1,00
Taşıt.km	0,17	0,17	0,14	0,25	0,20	1,00	1,00	1,00

Ek Tablo 3. İkinci uzmanın ikili karşılaştırma matrisi

	Nüfus	İhracat	İthalat	Demiryolu uzunluğu	Havayolu ile taşınan yük	Elleçleme	Ton.km	Taşıt.km
Nüfus	1,00	0,14	0,17	3,00	6,00	0,33	5,00	4,00
İhracat	7,00	1,00	4,00	6,00	8,00	3,00	7,00	6,00
İthalat	6,00	0,25	1,00	4,00	8,00	3,00	5,00	4,00
Demiryolu uzunluğu	0,33	0,17	0,25	1,00	3,00	0,25	2,00	4,00
Havayolu ile taşınan yük	0,17	0,13	0,13	0,33	1,00	0,14	0,33	0,50
Elleçleme	3,00	0,33	0,33	4,00	7,00	1,00	4,00	5,00
Ton.km	0,20	0,14	0,20	0,50	3,00	0,25	1,00	1,00
Taşıt.km	0,25	0,17	0,25	0,25	2,00	0,20	1,00	1,00

Ek Tablo 4. Üçüncü uzmanın ikili karşılaştırma matrisi

	Nüfus	İhracat	İthalat	Demiryolu uzunluğu	Havayolu ile taşınan yük	Elleçleme	Ton.km	Taşıt.km
Nüfus	1,00	0,33	0,33	3,00	4,00	2,00	0,20	1,00
İhracat	3,00	1,00	1,00	3,00	5,00	3,00	0,33	3,00
İthalat	3,00	1,00	1,00	3,00	5,00	3,00	0,33	3,00
Demiryolu uzunluğu	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00	0,33	0,20	3,00
Havayolu ile taşınan yük	0,25	0,20	0,20	0,33	1,00	0,33	0,14	0,33
Elleçleme	0,50	0,33	0,33	3,00	3,00	1,00	0,20	0,50
Ton.km	5,00	3,00	3,00	5,00	7,00	5,00	1,00	5,00
Taşıt.km	1,00	0,33	0,33	0,33	3,00	2,00	0,20	1,00

Ek Tablo 5. Dördüncü uzmanın ikili karşılaştırma matrisi

	Nüfus	İhracat	İthalat	Demiryolu uzunluğu	Havayolu ile taşınan yük	Elleçleme	Ton.km	Taşıt.km
Nüfus	1,00	0,17	0,20	0,33	0,33	0,25	0,14	1,00
İhracat	6,00	1,00	3,00	3,00	4,00	3,00	0,50	8,00
İthalat	5,00	0,33	1,00	2,00	3,00	2,00	0,33	6,00
Demiryolu uzunluğu	3,00	0,33	0,50	1,00	3,00	1,00	0,33	5,00
Havayolu ile taşınan yük	3,00	0,25	0,33	0,33	1,00	0,33	0,20	4,00
Elleçleme	4,00	0,33	0,50	1,00	3,00	1,00	0,33	5,00
Ton.km	7,00	2,00	3,00	3,00	5,00	3,00	1,00	9,00
Taşıt.km	1,00	0,13	0,17	0,20	0,25	0,20	0,11	1,00

Ek Tablo 6. Beşinci uzmanın ikili karşılaştırma matrisi

	Nüfus	İhracat	İthalat	Demiryolu uzunluğu	Havayolu ile taşınan yük	Elleçleme	Ton.km	Taşıt.km
Nüfus	1,00	5,00	4,00	1,00	4,00	2,00	0,33	3,00
İhracat	0,20	1,00	0,33	0,33	2,00	0,33	0,20	1,00
İthalat	0,25	3,00	1,00	0,33	3,00	0,50	0,25	2,00
Demiryolu uzunluğu	1,00	3,00	3,00	1,00	5,00	2,00	0,50	3,00
Havayolu ile taşınan yük	0,25	0,50	0,33	0,20	1,00	0,33	0,17	0,50
Elleçleme	0,50	3,00	2,00	0,50	3,00	1,00	0,33	2,00
Ton.km	3,00	5,00	4,00	2,00	6,00	3,00	1,00	6,00
Taşıt.km	0,33	1,00	0,50	0,33	2,00	0,50	0,17	1,00

Ek Tablo 7. Altıncı uzmanın ikili karşılaştırma matrisi

	Nüfus	İhracat	İthalat	Demiryolu uzunluğu	Havayolu ile taşınan yük	Elleçleme	Ton.km	Taşıt.km
Nüfus	1,00	5,00	6,00	7,00	9,00	8,00	7,00	7,00
İhracat	0,20	1,00	5,00	6,00	9,00	7,00	6,00	6,00
İthalat	0,16	0,20	1,00	3,00	7,00	6,00	4,00	4,00
Demiryolu uzunluğu	0,14	0,17	0,33	1,00	6,00	7,00	2,00	2,00
Havayolu ile taşınan yük	0,11	0,11	0,14	0,17	1,00	0,33	0,20	0,20
Elleçleme	0,12	0,14	0,17	0,14	3,00	1,00	0,33	0,33
Ton.km	0,14	0,17	0,25	0,50	5,00	3,00	1,00	1,00
Taşıt.km	0,14	0,17	0,25	0,50	5,00	3,00	1,00	1,00

## ÖZGEÇMİŞ

Gül İMAMOĞLU 1989 yılında Trabzon'da dünyaya gelmiştir. 2007 yılında Trabzon Kanuni Anadolu Lisesi'nden mezun olup 2008 yılında Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başlamıştır. 2012 yılında lisans eğitimini başarı ile tamamlamış ve aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 2013 yılının Aralık ayında Karadeniz Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atanmıştır ve bu görevini halen sürdürmektedir. 2014 yılı Şubat ayında ise Karadeniz Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde eşzamanlı ikinci yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 2015 yılında ilk yüksek lisansını başarı ile bitiren Gül İMAMOĞLU iyi derecede İngilizce bilmektedir.