



T.C.

TOROS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**TESİS YERİ SEÇİMİNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
YÖNTEMİ VE CAM SANAYİ KURULUŞU İÇİN BİR ÖRNEK**

Berkcan GÜCER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AĞUSTOS 2018



T.C.

TOROS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**TESİS YERİ SEÇİMİNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
YÖNTEMİ VE CAM SANAYİ KURULUŞU İÇİN BİR ÖRNEK**

Berkcan GÜCER

DANIŞMAN


Dr. Öğr. Üyesi Fikri EGE


YÜKSEK LİSANS TEZİ


AĞUSTOS 2018

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL ve ONAY SAYFASI

Berkcan GÜCER tarafından hazırlanan “Tesis Yeri Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ve Cam Sanayi Kuruluşu İçin Bir Örnek” başlıklı bu çalışma 13/08/2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Jüri Başkanı
Prof. Dr. Yusuf ZEREN
(Toros Üniversitesi)


Jüri Üyesi
Dr. Öğr. Melik KOYUNCU
(Çukurova Üniversitesi)


Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Fikri EGE

Savunma Sınav Jürisi Tarafından Tezin İmzalı Nüshasının Teslim Tarihi : 13 / 08 / 2018

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.


Prof. Dr. Fügen ÖZCANARSLAN
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Toros Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışmada;

- Sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

13/08/2018


İmza

TESİS YERİ SEÇİMİNDE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ VE CAM SANAYİ KURULUŞU İÇİN BİR ÖRNEK

(Yüksek Lisans Tezi)

TOROS ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

2018

ÖZET

Tesis yeri seçimi, işletmeler için hayati önemi haiz olan bir işlemdir. Söz konusu seçim işleminde genellikle birden fazla tesisin, birden fazla alternatif lokasyona, birden fazla kritere göre yerleştirilmesi amaçlanır. Ayrıca, bazı durumlarda işletmelerin yeni kurulacakları tesislerde olduğu gibi, tesislerini genişletmek veya tesislerin yerini değiştirmek için bilimsel sonuçlar üreten çeşitli yöntemlere başvurmaları gerekmektedir. Bu çerçevede, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri ile sezgisel ve metasezgisel yöntemlerin kullanılması, işletmecilere etkin çözümler üreten çeşitli alternatif yöntemler sunmaktadır. Literatürde, tesis yeri seçimi (facility location) problemi olarak adlandırılmış olan bu problem, günümüze kadar literatürde oldukça yoğun bir şekilde ele alınmıştır.

Bu çalışma kapsamında, öncelikle, Mersin ili çevresinde tesis edilecek olan bir cam işletmesinin özellikleri ve cam işletmelerin tesis yerlerinin seçilmesi için kullanılacak yöntemler araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, cam işletmesi tesislerinin enerji yoğun, hammadde ihtiyaçları ve profesyonel lojistik ihtiyaçları yüksek, kalifiye işçiye olan ihtiyacı fazla, piyasa değişimlerinden kolaylıkla etkilenen, insan hayatı için oldukça riskli çalışma ortamına sahip olan vs. gibi başlıca özelliklere sahip olduğu gözlenmiştir. Bu özellikler göz önünde bulundurulduğunda, ülkemizde kurulacak cam tesislerinin yerinin belirlenmesinde birçok alternatif ve kısıtlamaların ortaya çıkmakta olduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında, tesis yeri belirlenmesinde literatürde sıklıkla kullanılmakta olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi uygulanmış olup yöntemin kullanılmasında ihtiyaç duyulan kriter ağırlarının ve alternatiflerin birbirleri ile ikili karşılaştırmaları işlemleri, çeşitli uzman görüşlerine başvurularak gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonucunda, var olan üç adet alternatif bölgenin tanımlanan çeşitli kriterlere göre değerlendirilmesi gerçekleştirilmiş ve uygulanan AHS yöntemi ile en etkin alternatifin belirlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca, çalışma neticesinde elde edilen sonuçlar Çift Tartılandırma yöntemi kullanılarak test edilmiş ve uygulanan yöntemin sağlaması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tesis yeri seçimi, çok kriterli karar verme (ÇKKV), cam işletmesi, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), çift tartılandırma yöntemi.

A MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHOD FOR FOR THE FACILITY LOCATION PROBLEM AND AN EXAMPLE FOR A GLASS INDUSTRY FACILITY LOCATION

(M. Sc. Thesis)

**TOROS UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES
2018**

ABSTRACT

The facility location estimation is a highly challenging process for companies, where multiple conflicting criteria have to be taken into account, in estimating the best-fit alternative location. In addition, there might be cases, where the facilities need to be expanded or the facility must be transported to a new location. Hence, there is a need for utilization of scientific location estimation methods for choosing the best alternative location. In this sense, multiple criteria decision making (MCDM) methods and heuristic and meta-heuristic methods are widely used in literature for facility location choosing problems.

In this study, a glass production facility location is estimated around Mersin district. Firstly, the characteristic properties of glass production industry and the methods which can be utilized are reviewed. Conclusively, the glass industry necessitates a location, which is close to: energy production zones, raw material extraction areas, transportation and logistics facilities. In addition, glass production is processed by highly qualified workers, affected from the fluctuations of the market, and bears many risks for workers. In this sense, the choosing the best location for a glass facility gives rise to many alternatives and conflicting location estimation factors.

In this study, the Analytical Hierarchy Process (AHP) method, which is vastly used in facility location problems, is utilized. The necessary criteria weights and pairwise comparisons are collected from experts. The aforementioned criteria and comparison matrixes are deployed as inputs for AHP application, and as a result the first alternative among three alternatives is chosen as the best alternative for locating a glass industry facility. In addition, the results for the applied method is tested and verified with the double scaling method and the accuracy of the method is proved.

Key Words: Facility location choosing, multiple criteria decision making (MCDM), glass production facility, Analytical Hierarchy Process (AHP), double scaling method.

TEŞEKKÜR

Tez sürecinin başından sonuna kadar akademik görüş ve tavsiyeleri ile çalışmama katkı sağlayan ve her konuda sabırla bana yardımcı olan , tez ve seminer sürecimde büyük bir özveri ile tüm imkanlarıyla yanımda olan saygıdeğer danışman Hocam Fikri EGE'ye desteğinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam boyunca bilgi ve deneyimlerini saklamayan, her konuda araştırmama yardımcı olan Anadolu Cam Sanayi Mersin Fabrikası İnsan Kaynakları Şefi Servet Taş Soğutma Sonu İşlemleri Şefi Elektrik - Elektronik Mühendisi Oğuz ÜNAL ve Üretim Planlama departmanı Endüstri Mühendisi Önder ÖKSÜZ 'e teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak, akademik tecrübeleri ve bilime olan ilgisini örnek aldığım, değerli Hocam Prof. Dr. Yusuf ZEREN'e çalışmam boyunca yaptığı katkılardan dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TESİS YERİ SEÇİMİ PROBLEMİNİN İNCELENMESİ

1. TESİS YERİ SEÇİMİ PROBLEMİNE GİRİŞ

1.1. Tesis Yeri Seçimi Problemlerinin Tarihi.....	3
1.2. Karar Seçimine Etki Eden Faktörler	5
1.3. Cam İşletmeciliği ve Tesis Yeri Seçimi	7

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

2. TESİS SEÇİMİ PROBLEMLERİ İÇİN LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Tesis Yeri Seçimi Problemlerinin Sınıflandırılması.....	10
2.1.1. Statik tesis yeri problemleri	13
2.1.2. Dinamik tesis yeri problemleri	15
2.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....	16
2.2.1. Literatürde yer alan çalışmalar.....	17
2.2.1.1. AHS yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmalar.....	18
2.2.1.2. AAS yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmalar	24
2.2.1.3. Diğer çalışmalar	26

2.3. Sezgisel ve Metasezgisel Yöntemler	30
2.4. Sezgisel ve Metasezgisel Yöntemler ile Tesis Yeri Seçimi	32
2.5. Literatür Değerlendirmesi ve Tartışma.....	35

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM METODOLOJİ

3. TESİS YERİ SEÇİMİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİNİN KULLANILMASI

3.1. AHS Yöntemi ile Tesis Yeri Seçimi.....	39
3.2. AHS Algoritmasının Adımları	42

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM UYGULAMA

4. YÖNTEMİN CAM İŞLETMESİ TESİS YERİ SEÇİMİNE UYGULANMASI

4.1. Kriterler, Alternatifler ve Hiyerarşi	51
4.2. Uygulama Adımları	52
4.3. Çift Tartılandırma Yöntemi ile Değerlendirme	59
4.3.1. Çift Tartılandırma Yöntemi	59
4.3.2. Çift Tartılandırma Yönteminin uygulanması	60

BEŞİNCİ BÖLÜM SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	65
KAYNAKÇA.....	67
EKLER.....	74
ÖZGEÇMİŞ	80

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. AHS değerlendirme ölçeği	41
Çizelge 3.2. AHS rassallık değerlendirme ölçeği	48
Çizelge 4.1. Ana kriterler ve alt kriterler	53
Çizelge 4.2. Ulaşım kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması (CR=0,08).....	57
Çizelge 4.3. Pazar kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması (CR=0,03).....	57
Çizelge 4.4. İşgücü kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması (CR=0,05).....	58
Çizelge 4.5. Altyapı kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması (CR=0,05)	58
Çizelge 4.6. Çift tartılandırma yöntemine göre kriter ağırlıkları ve alternatiflerin puanlanması.....	61

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. AHS algoritmasının akış şeması	43
Şekil 4.1. Cam işletmesinin tesis yeri seçiminde kullanılacak olan ana ve alt kriterler.	54
Şekil 4.2. AHS yöntemi ile çift tartılandırma yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçların karşılaştırması	64

SİMGELER ve KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
AAS	Analitik Ağ Süreci
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analytical Hierarchy Process
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
MCDM	Multiple Criteria Decision Making
PROMETHEE Enrichment Evaluations	Preference Ranking Organization Method For
TOPSIS Ideal Solution	Technique for Order Preference by Similarity to
VIKOR Resenje , Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşmalı Çözüm	Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno

Simgeler	Açıklama
<i>A</i>	Karşılaştırma matrisi
<i>CI</i>	Tutarlılık göstergesi
<i>CR</i>	Tutarlılık oranı
<i>K</i>	Karar matrisi
<i>m</i>	Alternatiflerin sayısı
<i>n</i>	Kriter sayısı
<i>N_k</i>	Toplam karşılaştırma sayısı
<i>RI</i>	Rassallık göstergesi
<i>W</i>	Ağırlık ve öncelik vektörü
<i>λ</i>	Temel değer

GİRİŞ

TESİS YERİ SEÇİMİ PROBLEMİ VE ÇALIŞMA MANTIĞI

Bu çalışmada, Mersin ili çevresindeki çeşitli alternatif alanlardan bir tanesine tesis edilecek bir cam işletmesi için en uygun olan tesis yerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu maksatla, bu bölümde literatürde yoğun bir şekilde ele alınmış olan tesis yeri seçimi problemlerin tanımı gerçekleştirilmiş, insanların karar vermesine etki eden faktörler incelenmiş, tesis yeri seçiminde sıklıkla karşılaşılan amaçlar ve kriterler sunulmuştur. Akabinde, cam işletmelerinin genel özellikleri ile bu işletmelerin tesis yeri belirlenmesinde göz önünde bulundurulması gerekli olan hedefler ve kriterler incelenmiştir.

İnsanoğlunu diğer canlılardan ayıran özelliklerin başında insanların karar verme kabiliyeti olması yer alır. İnsanlar günlük hayatlarında karşılaştıkları problemlerde çoğu zaman, mevcut olan alternatifler arasından bilgilerini, geçmiş tecrübelerini ve sezgilerini kullanarak seçim yapmak zorunda kalırlar veya bazı kararları farkında olmadan alırlar. Dolayısı ile karar verme, birden fazla seçeneğin bulunduğu durumlarda amaca yönelik olarak en uygun alternatifin seçilmesi işlemi olarak tarif edilebilir. Diğer bir ifadeyle, karar verme işlemi genel olarak günlük hayatta karşılaşılan problemlerde hedefe yönelik seçim gerçekleştirme eylemi olarak tanımlanır. Bu eylemin gerçekleştirilmesinde ise nihai hedefe ulaştıracak en iyi yolun belirlenmesi hedeflenir (Tryfos, 2001).

Buna karşılık, gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin birçoğu karar vermeyi zorlaştıracak ve birbirleri ile çoğu zaman çelişen kriterler ve kısıtlar içerir. Ayrıca probleme yönelik olarak çok sayıda alternatifin varlığı da söz konusu olabilir. Dolayısı ile insanların kâğıt üzerinde, el yordamı ile veya sezgilerini kullanarak karar vermeleri çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu gibi durumlarda, insanların karar vermesine yardımcı olacak ve karşılaşılan problemlerin bilgi sistemleri ve bilgisayar programları yardımı ile çözülmesini sağlayacak birçok yöntem geliştirilmiştir (Current vd., 1997).

BİRİNCİ BÖLÜM

TESİS YERİ SEÇİMİ PROBLEMİNİN İNCELENMESİ

1.TESİS YERİ SEÇİMİ PROBLEMİNE GİRİŞ

Tesis yerinin belirlenmesi işlemi, özellikle işletmelerin ilk kuruluşunda karşılaştıkları önemli bir karar verme problemidir. Gerek kamu gerekse özel sektör işletmelerinin kurulacağı ve yaşamları boyunca faaliyetlerini sürdürecekleri yer olan tesis yerinin belirlenmesinde, işletmelerin faaliyet alanı, lojistik imkânları, hizmet sunacakları pazar, istihdam edecekleri işgücü ve hammaddelerin temini vb. faktörlerin göz önünde bulundurulmasına ihtiyaç duyulur. Kamu işletmeleri açısından tesis yeri seçiminde vatandaşlara hizmet verilecek olan okul, hastane, karakol vb. binalarının, özel sektörde ise üretim merkezlerinin, satış noktaları ve depoların vs. en iyi konumlara yerleştirilmesine özen gösterilir (Özçakar ve Bastı, 2012).

Ayrıca, tesis yeri seçimi işleminin salt yeni olarak kurulacak işletmeler düşünülmesinin oldukça dar kapsamlı bir yaklaşım olacağı düşünülebilir. Bununla birlikte bu probleme, tesislerin bulunduğu yerlerdeki faaliyetlerin durdularp başka bir yerde faaliyete açılmaları, tesislerin faaliyetlerinin genişletilmesi ile birlikte ve büyümeleri, tesislerde yeni ürünlerin üretilmeye başlanması, tesislere yeni bölüm/bölmelerin eklemesi vs. durumlarda da karşılaşılmaktadır (Sule, 2001). Örneğin, zaman içerisinde pazarda yaşanan değişiklikler, işletmenin faaliyetlerinin yürütülmesine etki eden olumsuz dahili ve harici etkenler, iklim ve nüfus değişiklikleri, vs. söz konusu tesislerin yerlerinin değiştirilmesine neden olabilmektedir. Tesis yeri seçiminin uzun vadeli etkileri olan, maliyeti yüksek ve çok kritik bir süreç olduğu düşünüldüğünde, gelecekte gerçekleşmesi muhtemel tüm faktörlerin de yer seçiminde göz önünde bulundurulmasını zorunlu kılmaktadır. Dolayısı ile karar vericilerin, halihazırda cari olan kriterleri belirlerken gelecekte de karşılaşılabilecekleri durumları da göz önünde bulundurmaları gerekir (Arabani ve Farahani, 2012).

İşletmenin tesis edileceği yer, işletmenin gelecekteki kararlarının çoğunda etkili olacağından ötürü işletme genelinde icra edilecek olan tüm süreçleri ve birimleri etkileyen bir unsurdur (Krajewski vd., 2013). Bundan dolayı seçilecek yerin işletmelerin uzun vadeli hedeflerini gerçekleştirmelerini sağlayacak, en düşük maliyetle en yüksek kâr elde etmeye

yardımcı olacak ve günümüzün çetin rekabet ortamında işletmeyi ön plana çıkaracak özelliklere sahip olması elzemdir (Yıldız ve Şahin, 2014).

Bu çalışma kapsamında cam işletmelerinin özellikleri ve işletmelerin tesis yerlerinin seçilmesinde, cam tesislerinin enerji yoğun, hammadde ihtiyaçları ve profesyonel lojistik ihtiyaçları yüksek, kalifiye işçiye olan ihtiyacı fazla, piyasa değişimlerinden kolaylıkla etkilenen, insan hayatı için oldukça riskli çalışma ortamına sahip olan vs. özellikleri göz önünde bulundurularak bir seçim yöntemi sunulmuştur. Ülkemizde, cam işletmelerinin kurulması ve tesis yerlerinin belirlenmesi faaliyetlerinde bu çalışma kapsamında sunulan yöntemin etkin bir çözüm olarak kullanılabilmesi değerlendirilmektedir.

1.1. Tesis Yeri Seçimi Problemlerinin Tarihi

Tesis yer seçimi, işletmeler için hayati önemi haiz olan bir işlemdir. Çoğunlukla bu problemler kesin çözüme ulaşılamayacak derecede karmaşık kısıtlar ve alternatifler içerir. Bunun temel nedeni, tesisin kurulması muhtemel alanların, mali, yasal ve siyasi, çevresel, lojistik, ulaşım vb. kısıtlamalar içermesinden kaynaklanır. Söz konusu durumlarda işletmelerin, yeni kuracakları tesisler için ve tesislerini genişletmek veya tesislerin yerini değiştirmek için bilimsel sonuçlar üreten çeşitli yöntemlere başvurmaları gerekmektedir. Literatürde tesis yeri seçimi (facility location) problemi olarak adlandırılmış olan bu problem, günümüze kadar oldukça yoğun bir şekilde ele alınmış olup gerek çok kriterli karar verme (ÇKKV), gerekse sezgisel ve metasezgisel algoritmaların kullanıldığı birçok çalışma ile ele alınmıştır (Farahani, 2010).

Uzun yıllar boyunca, yöneylem araştırması yardımı ile çözüme ulaşan bir alan olmasına karşılık bilgi teknolojileri ve bilgisayar programcılığı tekniklerindeki ilerlemeler sayesinde günümüzde tesis yeri seçimi işleminde bir çok farklı bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir. Esasen tesis yeri belirlenmesi probleminin klasik bilim anlayışının temellerinin atıldığı 17. yüzyıla dayandığı kabul edilir. Bu tarihlerde Pierre de Fermat'ın (1601-1665) ortaya attığı "uzayda verilen üç adet noktaya olan uzaklıkları toplamı minimum olan bir dördüncü noktanın belirlenmesi " problemi, lokasyon yerinin minimize edilmesi konusunda kayıtlara geçen ilk çalışmadır. Akabinde bu probleme Galileo'un öğrencisi olan Torricelli ve Cavalieri tarafından çeşitli çözüm önerileri getirilmiştir (Farahani, 2010).

Her ne kadar tarihi geçmişi 17. yüzyıla dayandırılıyor olsa da bu problem günümüzdeki anlayışına, Weber (1909)'in meşhur çalışmasındaki yaklaşım ile kavuşmuştur. Tesis yeri belirlenmesi problemi söz konusu tarihlerden itibaren üzerinde yoğun bir şekilde çalışılmış ve günümüze kadar çeşitli metotlarla geliştirilmiştir. Esasen, Weber'in çalışmasında, tek bir işletmenin tüketicilerine ulaşmak için en kısa mesafede olan bir alana yerleştirilmesi problemi ele alınmıştır. Daha sonraları Hakimi tarafından 1964 yılında yapılan çalışmada ise otoyol üzerindeki polis noktalarının yerlerinin belirlenmesi için p-medyan olarak isimlendirilen bir model önerilmiştir (Hakimi, 1964). Bu çalışmanın akabinde ise birden çok tesisin şebeke üzerinde yerleştirilmesi problemi üzerinde yoğun olarak çalışılmalar gerçekleştirilmiştir.

Toregas (1971) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, acil servis hizmeti veren kurumların sayısının, vatandaşların ikametlerine yakın olacak şekilde belirlenmesi için lineer programlama yöntemi kullanılmıştır. Bu model literatürde genel olarak kabul görmüş ve itfaiye, polis merkezleri, kamusal hizmet noktaları vs. tesislerinin optimum olarak konumlandırılması için birçok çalışmada kullanılmıştır. Böyle bir çalışmaya örnek olarak Current vd. (1998) tarafından geliştirilmiş olup çalışmalarında tesis yeri sayısının seçim için çok önemli bir unsur olduğunu, beklenen fırsat kaybının minimizasyonunu sağlayan 0-1 tam sayılı bir matematiksel model ile ortaya koymuşlardır.

Badri (1999) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan analitik hiyerarşi süreci (AHS) yöntemi, bir petrol işletmesinin altı alternatif ülkede tesis edilmesi için kullanılmıştır. Çalışmada, belirlenen maliyet, arz talep vb. gibi kriterler ve ağırlıklar uzman görüşleri ile belirlenmiştir. Daha sonra amaç fonksiyonu AHS yöntemi yardımı ile tespit edilen kriter ağırlıkları ile hedeflerden sapmaları minimize edecek şekilde uygulanarak alternatif tesis yerleri ortaya çıkan sonuçlara göre önem derecelerine göre sıralanmıştır.

1.2. Tesisi Yeri Seçimine Etki Eden Faktörler

Genel olarak tesis yeri seçimi problemlerinde amaç, n adet tesisin m adet alternatif konuma ($n < m$), tesisler arasındaki lojistik işlem maliyetlerini minimuma indireyecek çözümün bulunmasıdır. Genellikle bu problemlerin çözümü için harcanacak olan zamanın mantıksal bir süre içerisinde elde edilemeyecek olmasından ötürü, (çözüm uzayının genişliğine bağlı olarak) bu problemler de ÇKKV yöntemleri ile, optimuma yakın çözümleri kabul edilebilir bir süre içerisinde üreten sezgisel ve meta sezgisel algoritmalar yoğunlukla kullanılır (Özçakar ve Bastı, 2002).

Bir önceki başlıkta ele alındığı üzere, tek amaçlı yer belirleme problemlerinin tarihi uzun yıllar öncesine dayanıyor olsa da, yönetim bilimleri alanında ÇKKV yöntemlerinin kullanılmaya başlanması ile birlikte tesis yeri problemleri ile çok kriterli problemlere etkin çözümler üretilmeye başlanmıştır (Farahani, 2010). Bununla birlikte tesis yerinin optimum olarak belirlenmesinde gerek tek kriterli gerekse çok kriterli problemlerde çeşitli ortak hedefler. Bu hedeflerden bazıları (Eiselt ve Laporte; 1995):

- Toplam yerleşim maliyetinin minimize edilmesi,
- Mevcut benzer tesislere olan uzaklığın maksimize edilmesi,
- Sabit maliyetlerin minimize edilmesi,
- Yıllık işletme maliyetlerinin minimize edilmesi,
- Sağlanan üretim miktarının maksimize edilmesi,
- Üretim zamanının minimize edilmesi,
- Taşıma zamanının minimize edilmesi,
- Taşıma maliyetlerinin minimize edilmesi,
- Çevreye verilen zararın minimize edilmesi,
- Enerji kullanımının minimize edilmesi,

olarak sıralanabilir. Söz konusu hedefler incelendiğinde tesis yeri belirlenmesi problemlerindeki hedeflere ait çeşitli kriterlerin,

- Maliyet faktörü,
- Uzaklık faktörü,
- Çevresel faktörler,
- Sosyal ve siyasal faktörler,

olarak gruplandığı görülür (Farahani, 2010).

Maliyet faktörü esasen, sabit ve değişken olmak üzere iki türdür. Sabit maliyetlere örnek olarak yerleşme, sermaye ve yatırım maliyetleri verilebilir. Değişken maliyetlere ise taşıma, operasyon, üretim, dağıtım, lojistik, atık yönetimi, bakım idame giderleri, vs. örnek olarak verilebilir. Söz konusu giderler ayrı ayrı değerlendirilebileceği gibi, işletme giderleri adı altında tek bir kriter olarak d kullanılabilir (Birsal ve Cerit, 2009).

Uzaklık faktörü ise tüm tesis yeri problemlerinde ele alınan başlıca faktördür. Buna göre işletmenin türüne göre kurulacak tesisin yerleşim yerlerinin içerisinde veya dışarısında olması, tren istasyonlarına ve/veya limanlara yakın olması, hammadde ihtiyacı bulunan işletmeler için hammadde kaynaklarına yakın olması, serbest ticaret bölgelerine ve faaliyet gösterilen pazara yakın olması göz önünde bulundurulur (Mucuk, 2011:115)..

Çevresel faktörler ise tesisin kurulması planlanan yerin bulunduğu iklim, bitki örtüsü ve doğal afet riskleri açısından tesisin faaliyet alanı olan etkisini kapsamaktadır. Örneğin bazı işletmelerin (örneğin seracılık faaliyetleri) iklimi çok soğuk veya az güneş alan bölgelerde tesis edilmemesi tercih edilirken bazı işletmelerin (örneğin nükleer tesisler) ise deprem riski en az bölgelerde tesis edilmesi gerekir. Ayrıca bazı durumlarda işletmelerin atıklarının doğaya en zararla ortadan kaldırılabilir veya taşınabilecek imkânların bulunduğu bölgelerin tercih edilmesi gerekebilir (Sule, 2001).

Sosyal ve siyasal faktörler ise tesis yeri seçimine etki eden diğer bir unsurdur. Bu faktörler, işletmenin işgal edeceği alana halk tarafından özel bir anlam taşıyıp taşımadığı,

yerel halkın söz konusu tesisin kurulmasındaki görüşleri, devlet teşviki olan bir bölge olup olmaması, işletmenin kurulmasında çeşitli yasal engellerin veya desteklerin bulunup bulunmaması kriterlerini kapsamaktadır (Farahani, 2010).

Bunlara ek olarak, yukarıda zikredilen faktörlerin çok çeşitli alt faktörlere ayrılıp dallandırılması mümkün olduğundan yüzlerce alt faktör ortaya çıkabilmekte ve bu da tesis yeri seçiminin ne kadar zor ve çalışma gerektiren bir seçim kararı olduğunu göstermektedir (Sule, 2001).

1.3. Cam İşletmeciliği ve Tesis Yeri Seçimi

Cam insanoğlu tarafından keşfedilen en eski sunî maddedir ve bu özelliği nedeniyle tarihsel süreç içerisinde birçok medeniyet tarafından süs olarak ve günlük hayatta kullanılan bir eşya olarak geliştirilmiştir. Günümüzde tüm dünyada yaygın olarak faaliyet gösteren cam imalatı sektörü, çalışanların yüksek sıcaklıklara maruz kalıyor olmalarından ötürü çok tehlikeli sınıfta olan bir çalışma alanıdır (Çınar, 2016).

Günümüzde Dünya genelindeki cam imalat sanayii incelendiğinde, bu sektörde yıllık %2 ile %4 arasında bir büyüme olduğu gözlenir. Bu sektörde en yoğun olarak faaliyet gerçekleştirilen alt sektör ise %45 oranında cam ambalaj sanayisidir. Ayrıca, düz cam işletmelerinin oranı da %37 olarak gerçekleşmektedir. Sektörün geriye kalan, %18'lik kısmında ise, cam ev eşyası, cam elyaf vb. diğer cam ürünleri üretilmektedir (TOBB, 2012). Bölgesel olarak incelendiğinde toplam cam üretiminin %34'ünün Asya'da, %30'unun Avrupada, %29'unun ABD'de ve geriye kalan %7'lik kısmının ise diğer bölgelerde gerçekleştirildiği görülmektedir. Bununla birlikte dünya genelindeki cam ihracatının yaklaşık %93'ü ABD tarafından gerçekleştirilmektedir (Sanayi Bakanlığı, 2015).

Türkiye, cam üretiminin hammaddeleri olan kum, soda, dolomit ve kuvars maddeleri açısından zengin bir ülkedir. Bu nedenle, ülkemizdeki cam üretiminin yaklaşık %98'lik kısmı yerli olarak sağlanan hammaddeler ile gerçekleştirilir. Yaklaşık olarak 20 bin çalışana sahip olan cam üretim sektörünün yaklaşık yarısı düzcam üretiminde yoğunlaşmıştır (Sanayi Bakanlığı, 2015).

Ülkemizde cam üretimi genellikle Marmara ve Akdeniz bölgelerinde yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde de hatırı sayılır ölçüde cam işletmeleri

mevcuttur. Üretim kapasitesi, üretici sayısı ve üretim çeşitliliği göz önüne alındığında cam üretiminde öne çıkan şehirlerin, İstanbul, Kırklareli, Mersin, Bursa, Eskişehir, Konya, Ankara, İzmir, Kayseri olduğu görülür (Çınar, 2016).

Günümüzde, ülkemizdeki cam sanayisi düz ve işlenmiş camlar, otomatik ve el üretimi ev eşyası ürünleri, şişe ve kavanoz türü sınaî kaplar, cam elyafı, ampul, saat ve gözlük camları, mozaik ve cam yünü gibi camın pek çok uygulama sahasındaki faaliyetleri ile ekonomimizin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Türkiye ve çevre ülkelerdeki yatırımlar ile üretim kapasitesi dört milyon tonu aşan sektör, camın ana sahalarındaki büyüklükleri ile dünyanın ve Avrupa'nın ilk on ülkesinde yer almaktadır (TOBB, 2012).

Cam sektörü temel olarak yüksek sermaye gerektiren, enerjiye olan ihtiyacı yoğun, yüksek kapasite ile çalışılan ve çalışma koşullarının oldukça zor olduğu bir faaliyet alanıdır. Üretim maliyetleri açısından bakıldığında en yüksek maliyetlerin başında enerjinin yer aldığı görülür. Bununla birlikte hammaddelerin temini ve işgücü kalitesi de en önemli maliyet kalemlerindedir. Bu çerçevede cam üretimi sektörü, artan enerji fiyatlarından oldukça fazla etkilenmektedir. Enerji fiyatlarında gerçekleşen artışla birlikte sektörün rekabet gücünde kayıplar yaşanması riski oluşmaktadır. Ayrıca, hammadde fiyatlarının önemli kısmını oluşturan navlun bedellerinin ise ulaşım altyapı olanaklarının, özellikle de demiryolu ve denizyolu ile nakliye imkânları ve başta limanlar olmak üzere yükleme-boşaltma olanaklarının tesislere olan yakınlık ile doğrudan orantılı olduğu değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, geri dönüşüm yöntemi ile elde edilen camların tekrardan üretime kazandırılması, enerji ve hammadde maliyetlerinin düşürülmesinde önemli katkılar sağlayabilmekte ve aynı zamanda çevreye verilen zararlar asgari seviyelere indirgenebilmektedir (TOBB, 2012).

Cam sektörünün bir diğer özelliği ise ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve cam eritme fırınlarının belli aralıklarla yenilenmesi gerekliliğinden ötürü sürekli olarak yatırım ihtiyacı bulunmasıdır. Bununla birlikte, cam sektöründeki ürün çeşitleri oldukça fazla olan küresel bir pazara sahiptir. Bu sektörde faaliyet gösterilen ülkelerin sektöre ihracat desteğinde bulunmaları, arz fazlası olan ürünlerin ucuz fiyatla ihraç edilmesine yol açmakta ve sonuç olarak dünya piyasalarında cam ürünlerin fiyatların düşmesine ve haksız rekabetin doğmasına neden olmaktadır. Çevre ve enerji kullanımı ile ilgili yasalar ve bunun getirdiği yatırım ihtiyacı özellikle gelişmiş ülke üreticileri üzerinde büyük baskılar oluşturmakta, önemli miktarda kaynak tahsisi bu alandaki yatırımlara ayrılmaktadır. Çevre yasalarını

uygulama etkinliğinin ülkeler arasındaki farklılığı, yine aynı üretici ülkeler arasındaki haksız rekabetin bir diğer kaynağını oluşturmaktadır (TOBB, 2012).

Yukarıda belirtilen cam üretimi sektörünün özellikleri incelendiğinde, tesis edilecek cam üretimi işletmesinin yerinin belirlenmesinde dikkat edilmesi gerekli olan başlıca faktörler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

➤ Sektörün enerji ihtiyacının yüksek olmasından ötürü tesisin ihtiyacının öz kaynaklarla yenilebilir enerji imkânları ile üretilebilmesine olanak sağlayacak coğrafi konumda olması (rüzgârı bol alan, yılın çoğunda güneş alan vs.).

➤ Cam hammaddelerinin çıkarılıp işlendiği bölgelere yakın olması.

➤ Cam fırınlarının sıklıkla yenilenmesi gerekeceğinden ortaya çıkacak ek maliyetlere hazırlıklı olunması,

➤ Özellikle navlun maliyetlerinin düşürülmesi için uluslararası karayollarına, demiryolu ve/veya limanlara yakın bir konumda olması.

➤ Geri dönüşüm camlarının kullanılmasına imkân sağlayan belediyelere, özel ve kamu kuruluşlarına yakın olması.

➤ Devlet tarafından ihracatın desteklendiği bölgelerde kurulması.

➤ Tesislerin serbest ticaret bölgelerine yakın olması.

➤ Kaliteli işgücü temin edilebilecek bir demografik bölgeye yakın olması.

Dolayısı ile cam işletmelerine ait tesis yeri problemleri ele alınırken, yukarıda zikredilen hususların göz önünde bulundurulması hayati önemi haizdir.

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde tesis yeri seçimi problemlerine ait literatür araştırması sonuçlarına yer verilmiştir. Söz konusu araştırma kapsamında öncelikle tesis yeri seçimi problemlerinin sınıflandırılması incelenmiş ve akabinde söz konusu sınıflandırmalara göre literatüre sunulan çeşitli çalışmalar sunulmuştur. Daha sonra, tesis yeri seçimi için kullanılan ÇKKV yöntemleri ile sezgisel ve metasezgisel yöntemlere çeşitli örnekler verilecektir. Bölüm bir literatür değerlendirmesi ile sonuçlandırılmıştır.

2. TESİS YERİ SEÇİMİ PROBLEMLERİ İÇİN LİTERATÜR TARAMASI

Bu tez çalışması kapsamında, Mersin ili çevresinde bir cam tesisi yeri seçimi problemi ele alınmıştır. Literatür incelendiğinde, özellikle cam tesisleri için yer seçimi konusunda herhangi bir çalışmanın gerçekleştirilmediği görülmüştür. Buna mukabil, cam tesislerinin belirli özellikleri ve haiz oldukları kriterler değerlendirildiğinde, cam tesisi yeri seçimi işleminin diğer tesis yeri seçimi yöntemleri ile benzerlikler arz ettiği görülmüştür. Dolayısı ile bu bölümde söz konusu problem için kullanılabilir yöntemler ile bu yöntemlerin avantaj ve dezavantajları incelenmiştir.

2.1 Tesis Yeri Seçimi Problemlerinin Sınıflandırılması

Tesis yeri seçimi problemleri uzun yıllardır üzerinde çalışılan bir problem türüdür. Literatürde bu problemin sınıflandırılması incelendiğinde problemin, mekâna veya zamana bağlı, ayırık veya sürekli, deterministik veya stokastik, statik veya dinamik, tek tesis yerleştirilmesi veya çoklu tesis yerleştirilmesi, kapsama problemleri, medyan problemleri, vs. şeklinde birçok kategoriye göre sınıflandırıldığı görülmüştür. Söz konusu problemin çözümünde kullanılan yöntem, yerleştirilmesi planlanan tesisin özelliklerine göre farklılık göstermekle birlikte, genel olarak tesis yeri seçimi problemlerinin statik ve dinamik kategorileri ile ele alındığı görülmüştür.

Arabani ve Farahani (2012)'ye göre tesis yeri seçimi problemlerinde **mekân** ve **zaman** olmak üzere iki temel unsur bulunur. Mekân unsuru işletmenin tesis edileceği yeri belirtirken zaman unsuru ise tesis edilme zamanını belirtir. Ayrıca tesis yeri belirleme işlemi ayırık

(discrete) ve süreli (continuous) olmak üzere iki açıdan analiz edilebilir. Ayrık yerleştirme işlemlerinde tesisin yerleşmesi muhtemel alanlar kesin olarak bellidir. Sürekli yerleştirmede ise tesis, belirlenen bir saha içerisinde herhangi bir yere yerleştirilir. Benzer şekilde ayrık zaman, yeni olarak tesis edilecek bir işletmenin kurulma zamanının kesin olduğunu, sürekli zaman ise yerleştirmenin belirli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleştirilebileceğini belirtir. Dolayısı ile Arabani ve Farahani (2017)'ye göre tesis yeri seçimi problemleri, temel olarak **statik ve dinamik** problemler olarak iki ana gruba ayrılmakta olup bu gruplar ayrık ve sürekli olmak üzere çeşitli alt problem türlerine göre şekillenmiştir. Arabani ve Farahani (2017) tarafından değerlendirilen söz konusu gruplar ve alt kategoriler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

➤ Statik tesis yeri seçimi problemleri

- Sürekli yöntemler
 - Tekli tesis yeri seçimi problemleri,
 - Çoklu tesis yeri seçimi problemleri,
 - Tesis yeri tahsis problemleri,
- Ayrık yöntemler
 - Kuadratik tahsis problemleri,
 - Fabrika içi yerleşim problemleri,
- Ağ yöntemleri
 - Medyan problemleri,
 - Merkez problemleri,
 - Kapsama problemleri,
 - Ana dağıtım üssü problemleri,
 - Hiyerarşik problemler,

➤ Dinamik tesis yeri seçimi problemleri

- Dinamik deterministik problemler,
- Tesis yeri değiştirme problemleri,
- Ayrık ve sürekli zaman problemleri,
- Zamana bağlı yerleşim problemleri,
- Stokastik, olasılıksal ve bulanık yerleşim problemleri.

Booenmee vd., (2017)'göre ise tesis yeri seçimi problemleri dört temel kategoride gruplandırılmaktadır. Söz konusu gruplar ve alt kategoriler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

➤ Deterministik tesis yeri seçimi problemleri

- Minisum yöntemi
- Kapsama problemleri
 - Küme kapsama problemleri,
 - Maksimal kapsama problemleri,
- Minimaks yöntemi
- Ceza yöntemi

➤ Dinamik tesis yeri seçimi problemleri

➤ Stokastik tesis yeri seçimi problemleri

➤ Tam tesis yeri seçimi problemleri

Daskin (1995) tarafından gerçekleştirilen kapsamlı bir çalışmada ise tesis yerleştirme problemlerinin aşağıda maddeler halinde verilen ölçüklere göre sınıflandırılabilceği belirtilmiştir. Buna göre sınıflandırma tesis yeri yerleştirmeye ilişkin problemin,

- Sürekli veya kesikli olmasına,
- Graf ya da ağaç yapısında olmasına,
- Uygulanan mesafe ölçütüne,
- Tesis sayısının tek veya çoklu olmasına,
- Statik ve dinamik bir yerleşim gerektirmesine,
- Deterministik ya da probalistik olmasına,
- Kamu tesisi veya özel sektör tesisi yerleştirilmesine ait bir problem olmasına,
- Tek amaçlı veya çok amaçlı olmasına,
- Tüketici taleplerin esnek olup olmamasına,
- Tesislerin kapasitelerinin kısıtlı ya da kısıtsız olmasına,

- Talebin en yakın tesisten veya dağıtım yoluyla sağlanıyor olmasına,
- Hiyerarşik ya da tek aşamalı olmasına,

göre değişiklik gösterebilmektedir.

Yukarıda belirtilen sınıflandırmalara ek olarak Owen ve Daskin (1998), Sule (2001), Current vd. (2001), Farahani vd. (2010) tarafından da çeşitli sınıflandırma alternatifleri önerilmiştir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde problemlerin ortak olarak,

- Statik Tesis Yeri Seçimi Problemleri,
- Dinamik Tesis Yeri Seçimi Problemleri,

şeklinde sınıflandırıldığı görülür. Dolayısı ile bu tez çalışmasının literatür taraması bölümünde söz konusu tesis yeri seçimi problemlerine ait sınıflar ayrı ayrı ele alınacaktır ele alınacaktır.

2.1.1. Statik tesis yeri seçimi problemleri

Statik tesis yeri seçimi problemleri, genellikle tesislerin ilk defa yerleştirilecek olması durumunda tercih edilen yöntemlerdir. Dolayısı ile var olan tesislerin yerlerinin değiştirilmesi veya tesisin sınırlarının genişletilmesi vs. durumlarda pek tercih edilmemektedir. Statik tesis yeri seçimi problemleri genel olarak:

- Medyan problemleri,
- Kapsama problemleri,
- Merkez problemleri,

olarak sıralanan çeşitli alt problem gruplarına ayrılmıştır (Owen ve Daskin, 1998).

Medyan problemleri, genel olarak bir tesise ulaşmak için tercih edilebilecek yolların ortalama uzaklığının en kısa olanının belirlenmesi esasına dayanır. Bu uzaklık her zaman mesafe olmak zorunda değildir. Mesafe ölçeğinin yanı sıra tesise ulaşım zamanı, ulaşım için gereken maliyeti vb. unsurlar da uzaklık olarak değerlendirilir. *P-medyan* yöntemi olarak da

isimlendirilen bu yöntemde, p adet tesisin n adet düğümden oluşan bir şebeke üzerinde minimum maliyet oluşacak şekilde yerleştirilmesi ve yerleştirilen bu tesislerden hizmet alacak talep noktalarının belirlenmesi hedeflenir.

İlk olarak Hakimi (1964) tarafından formüle edilen bu problemin en basit şekli *1-Medyan* problemi olarak da adlandırılmıştır. Bu yöntemde, şebeke üzerinde tüm talep noktalarına hizmet verecek olan bir adet medyan tesisin bulunması amaçlanır. Sadece bir kuruluş yeri seçilen bu problemde amaç, toplam maliyetin minimum yapılmasıdır. Medyan noktası sayısı birden fazla olduğu problemler ise *p-medyan* problemleri olarak ele alınır.

Kapsama problemleri ise, medyan problemlerinde esas olan ortalama mesafenin uygulanamayacağı (hastaneler, acil servis tesisleri, itfaiye vs.) tesis yerleştirmelerinde kullanılır. Ayrıca, klasik medyan problemlerinde doğrusal Öklid uzaklıkları kullanılır. Buna karşılık bazı durumlarda mesafelerin doğrusal olarak ölçülmesine engel teşkil edecek çeşitli unsurlar bulunabilmektedir. Yasaklı yollar, dağlar, göller, enerji iletim hatları, vs. söz konusu engellere verilebilecek örneklerdendir. Dolayısı ile söz konusu engellerin ortaya çıkması durumlarına karşı doğrusal Öklit mesafelerini kullanılması yerine, kapsama alanı ölçüğünün kullanılması daha ideal sonuçlar vermektedir (Gharravi ve Farham, 2014).

Kapsama problemleri, *küme kapsama problemleri* ve maksimum kapsama problemleri olarak iki şekilde ele alınır. Küme kapsama probleminde amaç, belli bir kapsama seviyesini sağlayan yer seçimi kararında maliyeti minimize etmektir. **Maksimum kapsama problemleri** ise belli sayıda tesisi yerleştirerek, kabul edilebilir hizmet mesafesi içinde kapsanan talep miktarını maksimize etmeyi amaçlamaktadır (Gharravi ve Farham, 2014).

Merkez problemleri ise bütün taleplerin kapsanması ve kapsama mesafesinin minimize edilmesi amacı ile uygulanır. Yukarıda bahsedilen yöntemlerin aksine bu yöntemde mesafeler girdi olarak kullanılmaz. Literatürde çoğunlukla *p-merkez* yada *minmax* problemleri olarak tanımlanan bu problemlerde talepler ve en yakınındaki tesis arasındaki maksimum uzaklıkların minimize edilmesi amaçlanır. Eğer tesis yerleri şebekedeki düğüm noktaları ile sınırlandırılırsa bu tür problemlere *köşe merkez problemleri*, tesislerin şebekede herhangi bir noktaya yerleştirilmesine izin veriyorsa *tam merkez problemleri* olarak isimlendirilir (Ballı, 2014). Sonuç olarak merkez problemleri çözülürken

ulaşılmak istenen asıl amaç; bir talep noktası ile en yakınındaki tesisi bulmak ve maksimum mesafeyi minimize etmektir.

2.1.2 Dinamik tesis yeri seçimi problemleri

Tesis yeri seçimi problemlerinin diğer bir türü dinamik tesis yeri seçimi yöntemleridir. Bu yöntemleri statik yöntemlerden ayıran en temel özellik, dinamik yöntemlerin tekrar tekrar kullanılabilir olmasıdır. Dolayısı ile tesis ilk defa yerleştikten sonra çeşitli nedenlerden dolayı tesisin taşınması veya yerinin değiştirilmesi ihtiyacı hâsıl olduğunda, dinamik tesis yeri seçimi yöntemleri tercih edilir.

Statik tesis yeri belirlenmesi problemleri genel olarak tesislerin ilk defa kurulacağı zaman göz önünde bulundurulur. İşletme süreçlerinde çoğu zaman tesislerin yerlerinin değiştirilmesi gerekebilmektedir. Örneğin herhangi bir işletmenin, belirli bir bölgede oluşabilecek talep artışı, enerji maliyetlerin tesisin bulunduğu bölgede artış göstermesi, cam hammaddelerine ulaşımın zorlaşması ve gelişen teknolojiye göre tesisin gelecekte oluşacak durumlara karşılık veremeyecek olması vs. durumlarında yeni bir tesis kurulması veya mevcut tesisin genişletilmesi gerekebilecektir. Bu gibi durumlarda tesislerin ilk defa yerleştirilirken, gelecekte ortaya çıkabilecek ihtiyaçların da göz önünde bulundurulması gerekebilir. Söz konusu durumlara karşı çözüm üretebilmek için dinamik yer seçimi problemleri ortaya konmuştur (Arabani ve Farahani, 2012).

Arabani ve Farahani (2012)'ye göre dinamik yöntemler, dinamik-deterministik tesis yeri belirlenmesi problemleri, tesis yerinin değiştirilmesi problemleri ve stokastik tesis yeri belirlenmesi problemleri şeklinde çeşitli alt gruplara ayrılmaktadır.

Dinamik-deterministik tesis yeri seçimi problemleri, genel olarak nüfus artışı, değişen iklimsel ve çevresel faktörler, arz-talep dengesinde yaşanan değişimler vs. durumlarda işletmelerin çeşitli dinamik çözümler üretmelerine yardımcı olmak maksadı ile geliştirilmiştir. Bu problemleri diğer problem türlerinden ayıran temel özellik, oluşacak yeni durumlara ilişkin zamansal olarak bir belirsizlik bulunduğu hallerde kullanılmasıdır. Diğer bir ifade ile bu yöntem, sadece belirli bir zaman dilimini değil p kadar bir zaman diliminde oluşabilecek durumlara yönelik çözümler üretilmesini sağlar. Dolayısı ile dinamik-deterministik yer seçimi problemleri gelecekte ortaya çıkacak durum için planlamaya ilişkin

belirsizlik durumu varsa kullanılmaktadır. Burada p zaman dönemi içinde talep değişkenliği, talep noktası ile tesis yeri arasındaki mesafe değişkenliği ve bu zaman dönemi içerisindeki maliyet değişkenliği minimize edilmeye çalışılmaktadır.

Tesis yerinin değiştirilmesi problemleri ise tesislerin mevcut konumlarından başka bir yere taşınması gerekli olduğu durumlarda kullanılır. Bu durum, genellikle hukuksal ve siyasal sorunların oluşması, hammaddelere ulaşmada güçlükler yaşanması, tedarik ve dağıtım kanallarının tıkanması vs. söz konusu olduğunda ortaya çıkar. Söz konusu durumların ortaya çıkması halinde verilen zaman aralığında tesisin yeni yerine taşınması ve yeniden yapılması için maliyetlerin minimize edilmesi problemleri ortaya çıkar. Bu gibi durumlarda alternatif tesis yerleri, sayısı ve zaman dönemi tespit edilmektedir. Örneğin, orman yangınları için kurulacak dönemsel tesis yerlerinin tespitinde, yangınların yoğun olarak gerçekleştiği zaman dilimi ve yangınların hangi bölgelerde en çok görüldüğü tespit edilmeli, bu yoğunluğun artacağı ve değişeceği yerlere göre tesis yeri sayısının artırılmasına karar verilmelidir.

Stokastik tesis yeri belirlenmesi problemleri, belli senaryolar üzerine kurulmuş modeller dâhilinde geçmişten şimdiki zamana gelene kadar oluşmuş durumlardan ve istatistiklerden yararlanarak gelecekte belli zaman dönemleri içinde oluşabilecek durumlar için gerekli olan tesis sayısının tespitini ortaya koymaktadır. Buradaki amaç literatürde *pişmanlık katsayısı* olarak bilinen α katsayısının minimize edilmesidir.

2.2 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Genel olarak karar verme (ÇKKV), farklı seçenekler ile karşılaşıldığında mantıksal veya sezgisel olarak seçim gerçekleştirme eylemidir. Genellikle bu seçim işleminde göz önünde bulundurulması gerekli olan birçok faktör bulunur. Esasen bu faktörler çoğu zaman birbirleri ile çelişir. Diğer bir ifade ile bir faktörün ile yürütülmesi başka bir faktörün yürütülmesine engel teşkil eder. Bu gibi durumlarda uygulanan çok kriterli karar verme teknikleri, birden çok ve birbirleri ile çelişen kriterlerin bulunduğu karar verme süreçlerinde uygulanır. Bu yöntemler, 1960'li yıllardan itibaren üzerinde oldukça fazla çalışılan bir problem sahasıdır (Gratl, 2017).

Genel olarak günlük hayatta karşılaşılan problemlerde bireyler kendi sezgilerine ve tecrübelerine istinaden seçim yapma eğilimindedir. Sonlu sayıda kriterin ve alternatiflerin bulunduğu bu gibi durumlarda kullanılan ÇKKV yöntemleri, karar vericilere optimuma en yakın sonuçlara ulaşılması amacıyla çeşitli metotlar tanımlamaktadır. Son yıllarda ise tesis yeri seçiminde ÇKKV yöntemlerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, literatürde en çok kullanılan ÇKKV yöntemlerinden olan AHS, hastanelerin, itfaiye istasyonlarının, tersanelerin, lojistik merkezlerin vs. yerlerinin tespit edilmesinde sıklıkla kullanılmıştır. Bunun dışında, tesisi yeri seçimi için bir çok algoritma geliştirilmiştir (Ar vd., 2014).

Tesis yeri seçimi problemlerinde sıklıkla karşılaşılan bir problem türü ise iki amaçlı tesis yeri seçimi problemleridir. Bu tür problemlerde genel olarak iki adet amacın gerçekleştirilmesi hedeflenir. Örneğin, bir taraftan elde edilecek kar maksimize edilmeye çalışılırken diğer yandan kullanılacak kaynak minimize edilmeye çalışılır. Bazı durumlarda ise mesafe minimize edilmeye çalışılırken kapsama alanı maksimize edilmeye çalışılmaktadır. Esasen bu problemlerde birbirleri ile çelişen iki adet durumdan birinin maksimize edilmesine diğerinin ise minimize edilmesine çalışılır. Bu yöntemler, çok amaçlı tesis yeri seçimi problemlerinde, ikiden fazla amaç bulunduğunda uygulanır. Örneğin maliyetlerin minimizasyonu, taleplerin maksimum şekilde karşılanması, kârı maksimize edilmesi ve aynı zamanda çevresel etkilerin minimize edilmesi çoğunlukla karşılaşılan farklı amaçlardır. Birbiri ile çelişen ve çatışan bu gibi amaçları barındıran problemlerin çözümüne, çok geniş çaplı bir çalışma ve modellerin kurulması dâhilinde ulaşılabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda bu tür problem sahalarına çözüm bulmak amacıyla sezgisel ve meta sezgisel yöntemlerin kullanılması da hızla yaygınlaşmaktadır.

2.2.1 Literatürde yer alan çalışmalar

Tesis yeri seçimi ile ilgili olan literatür incelendiğinde, ÇKKV yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların sayısının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu maksatla bu bölümde, öncelikle tesis yeri seçimi problemine ÇKKV yöntemleri kullanılarak çözüm getirmeyi hedeflemiş olan çeşitli çalışmalar incelenmiştir. Literatürde en çok kullanılan yöntemlerin incelendiği bu bölümde ele alınan çalışmalar, öncelikle kullanılan yöntemlere göre gruplandırılmış ve her grup kendi içerisinde tarih sırasına göre listelenmiştir.

2.2.1.1 AHS yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmalar

Tesis yeri seçimi için, literatürde en çok tercih edilen yöntemlerden bir tanesi **Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)** yöntemidir. Bu yöntem ilk olarak Myers ve Alpert (1968) tarafından önerilmiş olup Saaty (1980) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ile oldukça geliştirilmiştir. Saaty (1980), 1 ile 9 arasında bir ölçeklendirme kriteri geliştirmiş ve günümüzde de halen kullanılan AHS yönteminin temellerini oluşturmuştur. Ayrıca, AHS yöntemi ile karar verme sürecine hem nicel hem de nitel düşüncelerin dâhil edilmesine imkân sağlamıştır (Saaty, 1990). Kuruluş yeri seçimi ile ilgili olarak var olan belirsizlikler, genel olarak Zahiri (1991) tarafından geliştirilen ve belirsizliklerin önceliklerine göre sıralanması esasına dayanan bir yöntemle giderilmiştir.

AHS yöntemi ile gerçekleştirilen tesis yeri çalışmalarına ilk olarak 1990'lı yılların başından itibaren rastlanmaktadır. Örneğin, Yang ve Lee (1997) tarafından gerçekleştirilmiş olan çalışma, AHS yönteminin kullanıldığı önemli çalışmadır. Bu çalışmada, Yang ve Lee, tesis yeri seçiminin, işletmelerin devamlılığını sürdürmek ve kârlılıklarını arttırmak için önemli bir karar verme süreci olduğunu vurgulayarak, seçim işleminin çok kriterli bir karar verme özelliği taşıdığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında tesis yeri seçimine etki eden faktörler 9 ana başlıkta toplanmıştır. Bunlar:

- Pazara yakınlık,
- Kaynaklara ve tedarikçilere yakınlık,
- Resmi kurumlar ile yerleşim yerlerine yakınlık,
- Rakip işletmelerin varlığı,
- Çevresel sınırlayıcı faktörlerin varlığı,
- İşgücü temin imkânı,
- Vergiler ve diğer sabit giderler,
- Ulaşım ve nakliye,
- Altyapı imkânlarının varlığı,

olarak sıralanmıştır. Ayrıca tesis yeri seçimi problemleri dört temel derecelendirme ile ölçeklendirilmiştir. Bunlar:

- Vazgeçilmez derece önemli (Pivotal),
- Hayati derecede önemli (Vital),
- Önemli (Important),
- İkinci derecede önemli (Secondary),

olarak sıralanmıştır (Yang ve Lee, 1997).

Yang ve Lee (1997), çalışmalarında bir adet tesisin üç adet alternatif noktaya yerleştirilmesinde yukarıda sıralanan faktörlerden dört adedini (pazara yakınlık, ulaşım ve nakliye, işgücü temin imkânı ve resmi kurumlar ve yerleşim yerlerine yakınlık) göz önünde bulundurmuşlardır. Bu faktörlerden her birisi üç adet alt faktör ile zenginleştirilmiştir. Örneğin ulaşım ve nakliye faktörü, kara taşımacılığı, deniz taşımacılığı ve hava taşımacılığı alt faktörlerine ayrılmıştır. Elde edilen toplam 12 adet faktör numaralandırılmış ve uzman görüşlerine başvurulmuş ve faktörlere ağırlıklar atanmış ve faktörler hiyerarşik olarak düzenlenmiştir. Gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda daha yüksek skoru elde eden alternatif tesis yeri olarak belirlenmiştir (Yang ve Lee, 1997).

Badri (1999) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, AHS yönetimi hedef programlama yöntemi ile birlikte kullanılarak bir biyokimya işletmesinin kuruluş yeri seçimi problemine çözüm önermiştir. Bu çalışmada, tesis yeri seçiminin ilk yatırım maliyetlerine önemli ölçüde etki etmekte olduğu vurgulanmış ve söz konusu seçim işlemlerinde çoğunlukla niteliksel ve niceliksel kriterlerin beraberce bulunmasından ötürü AHS yönteminin oldukça uygulanabilir olduğu belirtilmiştir. AHS yönteminin seçilmesindeki diğer önemli avantajın, problemi basit hiyerarşik bir yapıya kolaylıkla dönüştürülebilmesinden kaynaklandığı da vurgulanmıştır. Badri (1999), çalışmada bir petrokimya işletmesinin alternatif olarak altı adet Orta Asya ülkesinden en avantajlı olan bir tanesine tesis edilmesi için çözüm yöntemi önermiştir. Çalışmada kullanılan kriterler, yabancı ülkede tesis edilmesi için var olan politik riskler, mevcut uluslararası rekabet koşulları ve ekonomik olarak göz önünde bulundurulması gerekli olan riskler olarak sıralanmıştır. AHS yöntemi için gerekli olan ikili karşılaştırmalarda ise Saaty tarafından

önerilmiş olan 1 ile 9 arasında skorlama ölçeği kullanılmıştır. Çalışma sonucunda AHS yönteminin oldukça tutarlı sonuçlar ürettiği belirtilmiştir.

Bir diğer çalışmada Tzeng vd. (2002), Taipei'de bulunan bir restoran için en uygun yerin seçilmesi için AHS yönteminin kullanıldığı bir çözüm önermişlerdir. Çalışmada, restoran işletmelerinin kurulacağı yerlerin işletmelerin kârlılığı ve devamlılığı açılarından oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır. Çalışma kapsamında problem beş farklı bakış açısına ve on bir adet kritere göre ele alınmıştır. Restoranın tesis edileceği alternatif yer sayısı ise dört tanedir. Söz konusu bakış açıları, ulaşım imkânları, ticari faaliyet alanlarına olan yakınlık, ekonomik değerlendirmeler, rakip işletmelerinin varlığı ve çevresel kısıtlayıcılar olarak sıralanmıştır. Probleme ait kriterler ise

- Kiralama maliyeti,
- Ulaşım maliyetleri,
- Toplu ulaşım unsurlarına olan yakınlık,
- Araç park alanının genişliği,
- Yaya yollarına olan yakınlık,
- Çevredeki rakip firmaların sayısı,
- Rekabetin oranı,
- Ticaret merkezine olan yakınlık,
- Sosyal faaliyet alanlarına olan yakınlık,
- Çöp yönetiminin etkinliği,
- Arıtma sistemleri altyapısının yeterliliği

olarak sıralanmıştır. Alternatifler, AHS yöntemi ile sıranmış olup sonuç olarak karar vericilere iki adet alternatif sunulmuştur. Gerçekleştirilen sıralama sonucunda alternatiflerden ilki iki adet metro hattının aktarma istasyonu yakınlarında ve ticaret merkezine yakın olan bir yerdir. İkinci alternatif ise şehir merkezinde kamusal binalara yakın olan bir yer olarak belirlenmiştir (Tzeng vd., 2002).

Burdurlu ve Ejder (2003), çalışmalarında mobilya endüstrisinde faaliyet gösteren bir işletmenin tesis yeri seçiminde AHS yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada, nitel ve nicel değerlendirmelerin birlikte yapılabilmesinden ve problemin kolaylıkla ve anlaşılabilir bir şekilde uygulanabilmesinden ötürü AHS yönteminin seçildiği vurgulanmıştır. Çalışma sonucu olarak pazara olan yakınlığı ve yatırım için sermaye ihtiyacının daha süratli bir şekilde karşılanabilmesinden ötürü İstanbul ili mobilya işletmesi için en avantajlı olarak tespit edilmiştir. Takiben sırası ile Ankara, Kayseri, Denizli ve Adana illeri diğer avantajlı şehirler arasında yer almıştır.

Benzer şekilde İmren vd. (2016), yine mobilya endüstrisinde faaliyet gösteren bir işletmenin kuruluş yeri için AHS yönteminin kullanıldığı bir metot önermişlerdir. Bu çalışmada, göz önüne alınan kriterler arasında ekonomik maliyetler, üretim maliyetleri, pazar payı ve çevresel faktörler yer almıştır. Söz konusu kriterler değerlendirildiğinde sırası ile Amasya, Bayburt, Çorum ve Karabük illeri en avantajlı iller olarak seçilmiştir. Burdurlu ve Ejder (2003)'in çalışmalarından farklı olarak kriterlere ekonomik giderlerin az olması gerekliliği ve üretim maliyetlerinin düşüklüğü bu illerin ön planda yer almasının başlıca sebepleri arasındadır.

Bir diğer çalışmada Wu vd. (2007), Tayvan'da kurulacak olan hastaneler için en uygun yerin seçimi için bir yöntem geliştirmişlerdir. Söz konusu çalışmada, Tayvan'da 1995 yılında gerçekleştirilen sağlık sigortası sistemi ile birlikte hastane sayılarının artış göstermeye başladığı ve bu kapsamda en uygun hastane yerlerinin tespit edilmesine ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Problem, AHS yöntemi kullanılarak 6 temel kriter ve her kriterde üç farklı alt kriter olarak toplam 18 adet kriter ile hiyerarşik olarak düzenlenmiştir. Probleme ait ana kriterler ve alt kriterler aşağıda maddeler halinde listelenmiştir:

- **İlk kurulum maliyetleri:** kullanılacak sermaye, işgücü temini ve arazi temin masrafları.
- **Talep durumu:** nüfus sayısı, nüfus yoğunluğu, nüfusun yaş dağılımı.
- **Firma stratejisi ve rekabet ortamı:** yönetimin misyonu, rakip hastanelerin varlığı, kanun koyucunun yaklaşımı.

➤ **İlgili ve bağlantılı işletmelerin varlığı:** sağlık sektöründe faaliyet gösteren yan kuruluşların varlığı, eczanelerin ve farmakoloji firmalarının yakınlığı, profesyonel hastane yönetimi temin edilebilirliği.

➤ **Hükümet politikaları:** hastane kurulumunun hükümet politikalarına göre yapılabilirliği, tıbbi bir haberleşme ağının tesis edilebilirliği, hastanenin mevcut mevzuata uymada karşılaşacağı zorluklar

➤ **Öngörülemeden riskler:** pazarda sert talep düşüklüğü yaşanması, işletme maliyetlerinin öngörülenden çok daha fazla artış göstermesi, döviz kurlarında yaşanan ani değişimler

olarak çeşitli kriterlere göre şekillendirilmiştir. Söz konusu çalışmadaki alternatif sayısının ise üç adet olduğu belirtilmiştir. Çalışma kapsamında karşılıklı ikili karşılaştırmalar yapılmış olup, tespit edilen ağırlıklar ile birlikte elde edilen sıralama matrisleri sonucunda en uygun olan alternatif belirlenmiştir (Wu vd., 2007).

Ömürbek vd. (2013), tesis yeri seçiminde AHS kullanılarak Isparta ili için hayvancılık işletmelerinin hangi alanlarda daha avantajlı olacağını araştırıldığı bir çalışma gerçekleştirmişler. Çalışmalarında, Isparta iline bağlı yedi adet alternatif ilçe toplam beş adet kriterle göre değerlendirilmiştir. Bu kriterler,

- Yörenin hayvancılık için uygun arazi koşullarına sahip olması,
- İklim ve bitki örtüsünün uygunluğu,
- İşgücü temininin sağlanabilecek olması,
- Yatırım maliyetlerinin düşüklüğü,
- Mevcut yasaların kolaylaştırıcı unsurlar barındırması,

olarak sıralanmıştır. Uzman görüşleri ile elde edilen kriter ağırlıkları incelendiğinde iklim ve bitki örtüsünün uygunluğu ağırlığı en fazla olan etkenler olarak tespit belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Yalvaç ilçesi en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Bunun temel sebebinin ise Yalvaç ilçesi için mevcut yasalarda teşvik imkânının ve ilçe bünyesinde et ve süt işletmesinin varlığı, yazarlar tarafından belirtilmiştir (Ömürbek vd., 2013).

Gerçekleştirilen diğerk bir çalışmada Chang ve Lin (2015), günümüzde birçok firmanın işgücü maliyetlerini düşürmek adına işletmelerini in'de açma yoluna gittikleri, bu maksatla işletmelerin tesis yeri belirleme faaliyetlerinin son yıllarda oldukça önem kazanmakta olduğunu belirtmişlerdir. alışmalarında bir elektronik firmasına ait tesis yeri seçimi problemi için AHS yönteminin kullanılmasını önermişlerdir. alışmalarında, bilgi teknolojileri ve ÇKKV yöntemleri kullanılmadan gerçekleştirilen tesis yeri seçimlerinde firmaların genellikle ilk yatırım maliyetlerinin düşük olduğu alanları seçme eğiliminde olduğu ve bu durumun işletmelerin devamlılığı ve karlılıklarının arttırılması için yeterli olmadığı vurgulanmıştır. Bu maksatla 12 adet uzman ile çeşitli görüşmeler gerçekleştirilmiş olup, ilk yatırım maliyetleri, işgücü temini imkânı, tedarik zinciri, çevresel faktörler, gümrük uygulamalarının kolaylığı ve performans endeksi, ana kriterler olarak benimsenmiştir. Bu kriterler ve alt kriterleri aşağıda maddeler haline listelenmiştir:

- **İlk yatırım maliyetleri:** arazi satın alma bedeli, arazi kiralama bedeli, inşaat maliyetleri.
- **İşgücü temini imkânı:** nüfus yoğunluğu, asgari ücret miktarı, sosyal sigorta cretleri.
- **Tedarik zinciri:** tedarikçi ağı, lojistik imknlar, limanlara olan yakınlık.
- **Çevresel faktörler:** arıtma sistemleri sisteminin varlığı, gerekli olan sertifikaların alınması zorunluluğu, devlet tarafından ihdas edilmiş olan bürokratik yükümlülükler.
- **Gümrük uygulamalarının kolaylığı:** uygulanan gümrük tarifesi, sınırlandırılmış arazi, gümrük işlemlerinin bürokratik olarak hızlı işlemesi.
- **Performans endeksi:** müşterilerin isteklerine cevap verme zamanı, gerçekleşecek siparişlerin miktarı, zamanında teslim oranları

olarak sıralanmıştır. Çalışma sonucunda uzman görüşlerine göre performans endeksi, ilk yatırım maliyetleri ve işgücü teminin imkânının varlığı en önemli ilk üç kriter arasında yer almıştır (Chang ve Lin, 2015).

Yukarıda ayrıntısı ile ele alınmış olan çalışmalar incelendiğinde tesis yeri seçimi problemlerinde AHS yönteminin yoğun olarak kullanıldığı grlmştir. Bunun temel sebebinin AHS yönteminin anlaşılması ve uygulanması kolay bir yöntem olmasının ve kriter

ağırlıklarının belirlenmesinde gerek nicel gerekse nitel öğelerin beraberce ele alınabiliyor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Tesis yeri seçimi problemlerinde AHS yönteminin sıklıkla kullanılmakta olmasına karşılık, diğer ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı çeşitli çalışmalar da mevcuttur (Uludağ ve Deveci, 2013).

2.2.1.2 AAS yöntemi ile gerçekleştirilen çalışmalar

Tesis yeri seçimi işlemlerinde sıklıkla kullanılan diğer bir ÇKKV yöntemi ise Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemidir. İlk olarak Saaty (1990), tarafından önerilmiş olan bu yöntem literatürde birçok problem için başarı ile uygulanmıştır. Bir önceki bölümde ele alınan AHS yönteminden temel farkı ise karar vermeye yardımcı olmak maksadı hiyerarşik bir yapıdan ziyade bir ağ yapısının kullanılıyor olmasıdır.

Bir önceki başlıkta belirtildiği üzere, AHP yönteminde problem bileşenlerine ayrılarak hiyerarşik bir şekilde modellenir ve kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak sonuca ulaşılır. Ayrıca değerlendirmelerde nicel değerlerinin yanı sıra nitel değerler de göz önünde bulundurulur. AAS yönteminde ise kriterlerin arasında var olan ilişkilerle bu ilişkilerin yönleri tanımlanarak problemin amacına yönelik bir ağ yapısı şeklinde modellenir. Bu çerçevede AAS yönteminin AHS yöntemine göre en bariz farklılığın, tavandan tabana doğru bir hiyerarşik yapısı kurulması yerine tüm ilişkilerin tanımlandığı ve kriterlerin birbirleri ile etkileşiminin gösterildiği bir ağ yapısı kullanılıyor olmasıdır. AAS yönteminde kriterler arasındaki ilişkiler çok daha geniş kapsamlı ve ayrıntılı olarak ele alınabilmekte ve böylelikle karmaşık yapıda olan problemlerin modellenmesi çok daha ayrıntılı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Dağdeviren ve Yüksel, 2007).

Bu yöntemin uygulanmasında öncelikle kriterler çeşitli kümelere ayrılır ve kümelerin diğer kriterlere bağılıkları veya kendi içlerinde bağımlı olmaları ile değerlendirilir. Bir kriter kümesinin diğer bir kriter kümesi ile olan bağılılığı *dış bağımlılık*, küme içerisinde olan bağımlılık ise *iç bağımlılık* olarak adlandırılır. AAS yönteminde söz konusu bağımlılıklar ve geri besleme ilişkileri birlikte olarak değerlendirilmeye alınır (Dağdeviren ve Yüksel, 2007).

Partovi (2006) tarafından önerilen bir modelde, tesis yeri belirlenmesinde AAS yöntemi kullanılmış ve dış bağımlılık kümesi üyeleri, müşteriler ve onların istekleri, rakipler ve muhtemel tesis yerlerinin karakteristik özellikleri, olarak belirlenmiştir. İç bağımlılık

kümesi üyeleri ise üretim organizasyonuna ait çeşitli kritik süreçlerdir. Bu çalışmada AHS yöntemi ile AAS yöntemleri birlikte kullanılmış ve böylelikle çok daha tutarlı sonuçlar elde edilebileceği savunulmuştur.

Ustasüleyman ve Perçin (2007), gerçekleştirdikleri çalışmada AAS yöntemini kullanmalarındaki temel nedenlerin, gerek nitel gerekse nicel karar kriterlerinin seçimine olanak sağlanması ve kriterler arasında bağlılık ve geri besleme ilişkilerinin mevcut olması olarak sıralamışlardır. Bu çalışmada kullanılan kriterler:

- Ekonomik faktörler,
- Yasal ve hukuki düzenlemeler,
- Sosyal ve kültürel faaliyetler,
- Özel yer seçim faktörleri,

olarak sıralanmıştır. Çalışma sonucunda, literatürde AAS yönteminin kullanıldığı tesis yeri seçimi modellerine nadiren rastlandığı belirtilmiş fakat önerilen modelin söz konusu problemlerde etkinlikle kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Gerçekleştirilen bir diğer çalışmada Tuzkaya vd. (2008), İstanbul ili çevresinde arzu edilmeyen (undesirable) tesis yerlerinin belirlenmesi maksadı ile İstanbul Büyükşehir Belediyesi ile birlikte bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Arzu edilmeyen tesis yerleri, insanlara ve diğer canlı türlerine, atmosfere, su kaynaklarına vs. olumsuz etkileri olabilecek çöp toplama merkezleri, arıtma tesisleri, askeri alanlar, nükleer araştırma merkezler vs. gibi çeşitli tesislerin kuruluş yerleri olarak tanımlanmıştır. Söz konusu tesislerin seçimindeki en önemli kriter ise nüfus yoğunluğunun yüksek olan alanlara uzak olması zorunluluğudur. Ayrıca bu tür tesislerin yerlerinin belirlenmesinde, belediye yönetimi ve devlet otoritesi tarafından uygulanan çeşitli isterler mevcuttur ve söz konusu isterlere uyulmaması durumunda insan sağlığı ve çevre düzeni açısından çok riskli sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Çalışma neticesinde Kemerburgaz ve Hadımköy ilçelerinin söz konusu tesislerin yerleştirilmesinde en istenmeyen bölgeler olarak belirlenmiştir (Tuzkaya vd., 2008).

Benzer bir çalışmada yine arzu edilmeyen tesis yeri problemi seçimi için Khadivi ve Ghomi (2012) tarafından bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, katı atık tesislerinin

yerlerinin belirlenmesinde AAS ve Veri Zarflama Analizi yöntemlerini birlikte kullanılmıştır. Önerilen yöntemde öncelikle AAS yönteminden elde edilen verilen Veri Zarflama Analizi yöntemine girdi olarak kullanılmış ve sonuçta dört adet istenilmeyen alan belirlenmiştir.

Al-Hawari vd. (2014) ise bir ağaç işleme fabrikası içerisinde üretim istasyonlarının yerlerinin seçilmesinde AAS yöntemini kullanmışlar ve yerleştirme sonuçlarını AHS yöntemi ile kıyaslamışlardır. Söz konusu tesis seçimi işlemindeki temel hedeflerin, üretim maliyetlerinin asgari seviyede gerçekleşmesi ve değişken olan pazar şartlarına uyum sağlanabilmesi olduğu belirtilmiştir. Ayrıca üretim miktarının azami seviyelerde olması ve üretim için geniş bir alanın bulunması da amaçlanmıştır. Çalışma neticesinde AAS yönteminin yalnızca cari olan zaman dilimi içerisinde değil, gelecek zamanda oluşması muhtemel durumlar için de uygun sonuçlar ürettiği sonucuna varılmıştır.

2.2.1.3. Diğer çalışmalar

Bu bölümde ÇKKV yöntemlerinden olan ve AHS ve AAS yöntemlerinden sonra en fazla kullanılan,

- VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje , Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşmalı Çözüm),
- TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution),
- PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluations),

yöntemleri ile gerçekleştirilmiş olan bazı çalışmalar incelenmiştir.

İlk olarak 1998 yılında Opricovic tarafından önerilmiş olan VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje , Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşmalı Çözüm) yöntemi, ÇKKV tekniklerinin uygulanmasını gerektiren karmaşık problemlerin çözümü için geliştirilmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2004).

VIKOR yönteminin en temel özelliği alternatifler ve kriterler arasında, ideal çözüme en yakın olan bir uzlaşık çözümün oluşturulmasıdır. Yöntemin uygulanmasında, var olan

alternatiflerin sıralanması maksadı ile bir indeks oluşturulur ve tanımlanan koşullar altında ideal çözüme en yakın olan alternatifin seçilmesi sağlanır. Yöntemde, tüm alternatiflerin ideal olan alternatifte olan yakınlıkları hesaplanır ve bu yakınlıkların karşılaştırılması ile uzlaşık sıralama adı verilen bir sıralama elde edilir. Diğer bir ifadeyle VIKOR yöntemi, bir sonraki bölümde anlatılan TOPSIS yönteminde olduğu gibi ideal olan çözüm alternatifine yakınlığın seçilmek için daha ön planda olduğu sıralama indeksi yöntemini esas alır. Buna göre, problemde birbirleri ile çelişen kriterlerin bulunması durumlarında alternatif kümesinden birinin seçilmesi veya alternatiflerin sıralanması söz konusudur.

Literatürde Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen ve “Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution” (TOPSIS) olarak adlandırılan TOPSIS yönteminde ise, alternatifler ideal olan çözüme en yakın veya en uzak olarak sıralanır ve karar verme işleminde bu uzaklık göz önünde bulundurulur. Bu uzaklığın hesaplanması aşamasında pozitif-ideal çözüme olan uzaklık ile negatif-ideal çözüme olan uzaklık değerleri beraberce göz önünde bulundurulur (Alp ve Engin, 2011).

TOPSIS yöntemi ile sunulan en iyi çözüm, **ideal çözüm** veya **pozitif ideal çözüm** olarak adlandırılmaktadır. Genel olarak bu yöntemin kullanıldığı problemler fayda kriterlerinin maksimize edilmesi ve aynı zamanda maliyet kriterlerinin ise minimize edilmesi istenilen problemlerdir. Diğer ÇKKV yöntemleri ile karşılaştırıldığında TOPSIS yöntemi, sade, kolay anlaşılır ve hesaplama yeteneği güçlü olan bir yöntem olarak nitelendirilebilir. Bununla birlikte bu yöntemde, alternatiflerin ideal duruma göre nümerik değerlerle karşılaştırılıyor olmasından ötürü, seçenekler arasındaki farklılıklar ile kriterlerin hangi derecelerde farklılık göstermekte olduğu kolaylıkla tespit edilebilmektedir (Çağlı, 2010).

Uludağ ve Deveci (2013) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, tesis yeri seçilmesi problemlerinde öncelikli olarak seçilecek yerin pazara yakınlığı, hammadde ve tedarikçilere olan yakınlığı, işgücü temini imkânı, var olan altyapı imkanları, yasal kısıtlamalar ve devlet tarafından verilecek olan teşvikler göz önünde bulundurulması gerekli olan en önemli kriterler olarak sıralanmıştır. Çalışmada, öncelikle Bulanık VIKOR ve Bulanık TOPSIS yöntemleri tanıtılmış, ve bir hava alanı kurulumu için en ideal alanın belirlenmesine yönelik olarak bir yöntem önerilmiştir. Söz konusu yöntemlerin kullanılmasında sırası ile 11 ve 9 adet hiyerarşik adım takip edilmiştir. Karar vericilerin

değerlendirmelerinin söz konusu yöntemlere aktarılması için ise, yamuk bulanık sayıların kullanılması tercih edilmiştir. Her iki yöntemle göre çözülen problemin, sonuçları karşılaştırılarak uygulama sonlandırılmıştır.

Govindan vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, tesis yeri seçiminde işletmenin sürdürülebilirliği en önemli etken olarak değerlendirilmiş ve tesis yerinin seçiminde sürdürülebilir bir üretimin etkisi incelenmiştir. Üç adet alternatif sürdürülebilirlik boyutlarından bir tanesinin seçilmesi için alternatifler sağlayacakları performanslara göre TOPSIS yöntemi kullanılarak sıralanmıştır. Alternatiflerin performanslarının belirlenmesinde ise AHS yöntemi kullanılmıştır.

Diğer bir çalışmada Elgün ve Aşıkoğlu (2016), ülkemizde kurulması planlanan lojistik köyler için en uygun bölgelerin tespit edilmesi maksadı ile TOPSIS yönteminin kullanıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada toplam dört adet ana kriter ve yirmi iki adet alt kriter bulunmaktadır. Söz konusu ana kriterler ve alt kriterler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- **Ulaşım bağlantısı:** kara, hava, deniz ve demir yoluna olan ulaşım imkânları.
- **Yer ve bağlantılı iş aktiviteleri:** önemli tüketim kaynaklarına olan uzaklık, komşu ülke adedi, komşu şehir adedi, tedarikçilere yakınlık, bölgesel taşıma sistemlerine yakınlık, uluslararası taşıma sistemlerine yakınlık, uygun işgücü mevcudiyeti ve yerel taşımacılığın varlığı.
- **Arazi özellikleri:** arazi bedeli, yapısı ve genişliği.
- **Yerin yoğunluğu:** arazi bulunabilirlik, genişleme potansiyeli, altyapı imkanları, güvenlik, çevresel durum, denize olan uzaklık ve diğer yerel yerleşimlere uzaklık.

Çalışma sonucunda lojistik köy olarak tesis edilebilecek bölgelerin sırası ile Mersin-Merkez, Konya-Merkez ve Bilecik-Bozüyük ilçeleri olduğu belirtilmiştir

PROMETHEE yöntemi ilk olarak Brans (1982) tarafından önerilmiştir. Çalışmasında Brans (1982), PROMETHEE I ve PROMETHEE II olarak adlandırdığı iki adet versiyon sunmuştur. İlerleyen süreçte ise PROMETHEE III, IV, V ve VI versiyonları geliştirilmiştir (Brans ve Mareschal, 2005).

PROMETHEE yöntemi çoğu ÇKKV yöntemlerinde olduğu üzere, birbirleri ile çelişen birden çok kriterin ve seçim için birçok alternatifin mevcut olduğu durumlarda kullanılır. Ayrıca bu yöntemin bir avantajı, karar verme süreci içerisinde başlangıçta belirlenen ağırlık değerlerinin istenildiği şekilde değiştirilebilmesidir. Diğer yöntemlerden farklı olarak PROMETHEE yönteminde alternatif kümeleri bulunur ve seçim işleminin gerçekleştirilebilmesi için bir tercih fonksiyonuna ihtiyaç duyulur. İkili karşılaştırmalar gerçekleştirilirken her bir değerlendirme ölçütü için farklı fonksiyonlar kullanılabilir.

Curran vd. (2014) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ABD’de Savunma Bakanlığı’na ait çeşitli insani yardım projeleri için en uygun bölgelerin seçilebilmesi için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Tesis yeri belirleme işlemi, çok nitelikli değer teorisi ve PROMETHEE-II yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ana dört adet ana kriter ve bunlara bağlı olarak 19 adet alt kriter kullanılmıştır. Kullanılan ana kriterler, çoklu risklere maruz kalma, kolaylık tesislerinin yakınlığı, yatırımların sürdürülebilirliği ve stratejik yatırım faktörleri olarak sıralanmıştır. Çalışmada PROMETHEE yönteminin, tercih fonksiyonlarının kullanılarak alternatifler arasında etkili bir seçim gerçekleştiriliyor olmasının avantajları vurgulanmıştır.

Kabir ve Sumi (2014) ise bulanık AHS ve PROMETHEE yöntemlerinin ortaklaşa kullanılması ile elektrik santralinin tesis yerini belirlenmesi problemine çözüm sunmuşlardır. Söz konusu santrallerin insan hayatı ve doğal çevre için çeşitli tehlikeli unsurlar barındırıyor olmasından ötürü tesis yeri seçiminin hayati önem arz ettiği vurgulanmıştır. Ayrıca söz konusu seçim işlemleri için var olan kriterlerin ve amaçların birbirleri ile çeliştiği ve bu durumun iki adet yöntemin birlikte kullanılarak daha efektif bir şekilde çözülebileceği belirtilmiştir. Çalışmada bulanık AHS var olan ana kriterlerin alt kriterlerinin belirlenmesi için kullanılmıştır. Uygun alternatifler ise PROMETHEE yöntemi yardımı ile sıralanmıştır.

Joshi vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise Hindistan’da hidroelektrik santralleri için tesis yeri belirlenmesi problemi üzerine bir model geliştirilmiştir. Çalışmada öncelikli olarak hidroelektrik santrallere ait doğrusal karakteristikler belirlenmiş daha sonra tercihlere ait lineer olmayan kombinasyon sıralamaları PROMETHEE yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Diğer bir güncel çalışmada Sennaroğlu ve Çelebi (2018), askeri bir havaalanının yerinin belirlenmesinde PROMETHEE yönteminin AHS ve VIKOR yöntemleri ile birlikte kullanmıştır. Çalışmalarında 9 adet ana kriter ve bunlara bağlı olarak 32 adet alt kriter belirlemiştir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde AHS yöntemi, var olan dört alternatifin skorlandırma ve sıralandırma işlemleri için PROMETHEE ve VIKOR yöntemleri kullanılmıştır.

Yukarıda sıralanan yöntemlerin haricinde AHS, AAS, VIKOR, TOPSIS, PROMETHEE vb. yöntemlerin bulanık mantık tabanlı versiyonları ile geliştirilmiş çok çeşitli çalışmalara da rastlanmıştır.

2.3 Sezgisel ve Metasezgisel Yöntemler

Sezgisel ve metasezgisel algoritmalar optimizasyon problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılan ve genellikle doğadaki çeşitli canlı türlerinin hareketleri taklit edilerek geliştirilmiş olan yöntemlerdir. Esasen Optimizasyon, bir sistemde var olan gelir, işgücü, zaman, süreç, hammadde, kapasite, ekipman vb. gibi kaynakları en verimli şekilde kullanarak, maliyetin azaltılması, kârın artırılması, kapasitenin yükseltilmesi, verimliliğin çoğaltılması vb. amaçlara ulaşmayı sağlayan yöntemdir. Matematiksel anlamda ise optimizasyon, modelleme ve çözümle olarak adlandırılan iki aşama ile verilen bir amaç fonksiyonu maksimize veya minimize etme yöntemidir. Modelleme aşamasında gerçek yaşamda karşılaşılan problemler matematiksel olarak ifade edilirken, çözümleme aşamasında ise modeli sağlayan en iyi çözümler araştırılarak optimum sonuçlar elde edilir. Diğer bir tanıma göre optimizasyon, verilen kısıtları aşmamak kaydı ile birçok karar değişkeninin kullanılıp gerçekleştirilmesi amaçlanan hedefler arasından en iyi sonucu seçme işlemidir (Türkay, 2006).

Optimizasyon algoritmaları, çoğunlukla bilgisayar programcılığı teknikleri ile gerçekleştirilen ve iterasyona dayalı yöntemlerdir. Optimizasyon algoritmasının başarısı genel olarak algoritmanın beklenen sonucu en kısa sürede elde etmesine bağlıdır. Sezgisel algoritmalar, deterministik ve probabilistik olmak üzere iki kısımda incelenir.

Deterministik optimizasyon algoritmaları, verilen zaman içerisinde mutlaka bir optimum sonuç elde edilmesi için tasarlanmıştır. Dolayısı ile bu algoritmaların

uygulanabilmesi için, probleme ait arama uzayının tamamen ve etkin bir şekilde taranabilmesi gereklidir. Buna karşılık, bazı durumlarda arama uzayı oldukça geniş olabilmekte ve böylelikle deterministik algoritmaların rasyonel bir süre zarfında istenilen sonucu elde edememeleri söz konusu olmaktadır.

Probabilistik optimizasyon algoritmaları, her iterasyonda elde edilen sonucun daha da iyileştirilerek verilen süre zarfında optimuma en yakın çözümlerin elde edilmesini amaçlar. Buna karşılık bu algoritmaların optimum sonucu verme garantisi yoktur (Nyarko vd., 2014). Deterministik algoritmalara *lokal arama*, *parçala yönet araması*, *Branch ve Bound algoritması*, *dinamik programlama* vs. örnek olarak verilebilir. Probabilistik algoritmalara örnek olarak ise genetik algoritmalar, parçacık sürü optimizasyonu, karınca kolonisi algoritması vs., verilebilir (Kokash, 2018).

Metasezgisel algoritmalar, optimizasyon problemlerinde optimum sonuçlara ulaşmak maksadı ile mevcut çözümlerin komşuluğundaki çözümleri de inceleyen, bazı sonuçları sonraki iterasyonlarda kullanılmasını sağlayan bazı çözümleri yasaklayan yöntemlerin kullanılması ile oluşturulmuş olan algoritmalarlardır. Bu tür algoritmalar çözüm uzayında optimum çözüme yakınsaması ispat edilemeyen algoritmalar olarak da tanımlanmaktadır dolayısı ile bu algoritmalar, yakınsama özelliğine sahiptir fakat kesin çözümü garanti etmemektedir. Diğer bir ifade ile bu algoritmalar optimuma en yakın çözümleri üretirler (Alp vd, 2003). Bu algoritmalara, *Tavlama Benzetimi Algoritması* (Kirkpatrick vd. 1983), *Tabu Araması Algoritması* (Glover, 1997), *Genetik Algoritmalar* (Holland, 1975), *Karınca Kolonisi Algoritması* (Dorigo, 1997) ve *Parçacık Sürü Optimizasyonu* (Kennedy, 1995), örnek olarak verilebilir.

2.4 Sezgisel ve Metasezgisel Yöntemler ile Tesis Yeri Seçimi

Tesis yeri seçimi yöntemleri, gerçek hayattaki problemlerde sıklıkla tercih edilen yöntemlerdir. Önceki başlıklarda sunulduğu üzere bu yöntemler ihtiva ettikleri amaç fonksiyonları, yerleştirilecek tesislerin sayısı, alternatiflerin yer aldığı çözüm uzayının büyüklüğü ve diğer birçok faktöre göre çeşitlilik göstermektedir. Bazı durumlarda, yerleştirilecek tesis sayılarının birden çok olabilmektedir. Ayrıca tesisin, belirli bölgeler içerisindeki en optimum olan alanlara yerleştirilmesi gerekliliği olabilmektedir. Diğer bir ifade ile tesisler, belirli bölgeler içerisindeki herhangi bir alana yerleştirilebilirler.

Literatürde bu tür problemler ayırık ve sürekli tesis yeri seçimi problemleri olarak adlandırılmaktadır (Daskin, 1995).

Ayrık ve sürekli tesis yeri problemlerinde alternatiflerin sayısı sonsuza yakınsamaktadır. Dolayısı ile bu problemlerin çözümünde çözüm uzayı mantıklı bir süre içerisinde çözüm bulunamayacak kadar geniş olmaktadır. Bu maksatla söz konusu problemlerin çözümü için genellikle sezgisel ve metasezgisel yöntemlerin sıklıkla tercih edildiği görülmektedir. Bu tür problemler genellikle, basit fabrika yerleştirme problemi (Simple Plant Location Problem), kapasitesiz tesis yerleştirme problemi (Uncapacitated Facility Location Problem), kapasitesiz depo yerleşimi problemi (Uncapacitated Warehouse Location Problem) ya da kapasiteli tesis yerleştirme problemleri (Capacitated Facility Location Problems) olarak sınıflandırılmaktadır. Kapasiteli tesis yerleştirme problemlerinde genellikle çok sayıda müşterinin çok sayıda tesisten faydalanması, kapasitesiz tesis yerleştirme problemlerinde ise çok sayıda müşterinin tek bir tesisten faydalanılması hedeflenir. Ayrıca kapasiteli tesislerin üretim kapasiteleri sınırlı iken, kapasitesiz tesislerin üretimleri ise sınırsız olarak kabul edilir (Ulukan ve Demircioğlu, 2015; Letchford ve Miller 2007).

Hindi ve Pienkosz (1999), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Lokal Arama yöntemi kullanılarak tek kaynaklı ve kapasiteli (single-source and capacitated) bir fabrika yerleşim problemi ele alınmıştır. Çalışmada, n adet müşterinin taleplerinin m adet fabrikadan optimum şekilde karşılanabilmesi amaçlanmıştır. Dolayısı ile problemde her müşteriye bir adet fabrika tahsis edilmektedir ve amaç fonksiyonu, fabrikaların üretim kapasitelerinin aşılmadan müşterilere tahsis işlemi maliyetinin minimize edilmesidir.

Benzer şekilde, Ahuja vd. (2004) tek kaynaklı ve kapasiteli bir tesis yerleştirme problemine çözüm getirmişlerdir. Problemde, belirli bir sayıdaki tesisin minimum maliyet ile müşterilere hizmet edebilmesi için en verimli şekilde yerleştirilmesi amaçlanmıştır. Ortaya çıkan söz konusu maliyetler arasında tesislerin açılması için gerekli olan sabit maliyetler ile müşterilerin taleplerinin karşılanması için gerçekleştirilecek taşıma maliyetleri yer alır.

Branch and Bond algoritmasının kullanıldığı ve kapasiteli tesis yerleştirme problemleri için bir çalışma, Holmberg vd. (1999) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada,

Lagranj sezgisel optimizasyonu ile elde edilen çözüm uzayı Branch and Bond algoritması kullanılarak aranmıştır. Böylelikle probleme ait gerçek çözümün elde edilmesi ve çözümün test edilmesi imkânı doğmuştur.

Letchford ve Miller (2007) ise bir tesis yerleştirme problemi için Branch and Bond Algoritmasının kullanıldığı bir yöntem önermişlerdir. Problem kapsamında, I adet tesis ve J adet müşteri bulunmaktadır. Problemdaki amaç, hangi tesislerin tüm müşteri ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde ve nerelerde açılması gerektiği sorusuna yanıt aranmıştır. Algortima kapsamında kullanılan dört adet sınırlandırma ile probleme etkin çözümler üretilebildiği belirtilmiştir.

Roland vd. (1996), p -median tesis yerleştirmesi problemi için Tabu Araması yöntemi prensiplerine dayalı bir metot önermişlerdir. Çalışmada kısa dönem ve uzun dönem hafızası ile stratejik salınım ve rastsal tabu listeleri kullanılmıştır. Bu problem, verilen sınırlı sayıdaki tesisin en yakın lokasyonlara yerleştirilmesini hedeflemektedir. Esasen bu tür problemler, yolların ve hastane, itfaiye, polis merkezi vb. acil durum tesislerinin yerlerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen tabu aramasında her iterasyonda elde edilen komşu çözümler belirli bir uzaklık mesafesinde araştırılmaktadır. Gidilen uzaklıklarda değerlendirilen sonuçlar tekrardan aranmamaları için tabu olarak nitelendirilmektedir. Çalışma neticesinde, 500 adet lokasyona kadar incelenen tesis yerleri arasındaki optimum yerlerin bulunması işleminde Tabu Araması Algoritmasının oldukça tatminkar sonuçlar ürettiği belirtilmiştir.

Tabu Araması Algoritması kullanılarak gerçekleştirilen bir diğer çalışmada Delmaire vd. (1999), tek kaynaklı ve kapasiteli bir fabrika yerleştirme problemi için çözüm önerisi sunuşlardır. Çalışmalarında, müşterilerin tesis edilen tek bir fabrikadan hizmet almaları için optimum yerleştirme yöntemi araştırılmıştır. Uygulanan diğer yöntemler ile birlikte Tabu Araması Algoritması elde edilen çözümlerin arasında elit çözümlerin tespit edilmesi maksadı ile kullanılmıştır. Delmaire vd. (1999) tarafından gerçekleştirilen bu çalışmaya benzer bir diğer çalışma ise Sun (2006) tarafından gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışma kapsamında Tabu Araması Algoritmasının tesis yerleşimi problemleri için son derece efektif ve hızlı sonuçlar sunduğu belirtilmiştir.

Tesis yeri seçimi problemleri için çok az tercih edilen bir yöntem olsa da Tavlama Benzetimi Algoritmasının kullanıldığı bazı çalışmalar da mevcuttur. Örneğin, Bornstein ve Azlan (1998), Tavlama Benzetimi Algoritmasının kullanıldığı bir yöntem geliştirmişlerdir. İki aşamada gerçekleştirilen tesis yeri belirlenmesi işleminde öncelikli olarak hangi tesislerin açılacağı ve hangilerinin kapanacağı belirlenmiş, daha sonra Langranj rahatlatma yöntemi kullanılarak tesislerin optimum yerleri tespit edilmiştir. Diğer çalışmalar benzer şekilde önerilen modelde, sınırlı kapasiteye sahip sınırlı sayıdaki tesisin, sınırlı sayıda talepleri olan sınırlı sayıdaki müşterilerin isteklerini minimum maliyet ile karşılaması amaçlanmıştır. Başlangıçta yüksek bir sıcaklık değeri atanmış ve iterasyon ilerledikçe sıcaklık değerleri düşürülerek arama gerçekleştirilmiştir.

Evrimsel ve genetik algoritmaların tesis yeri seçimi problemlerinde kullanılması da oldukça yaygındır (Harris vd., 2014). Örneğin Doong vd. (2007) tarafında gerçekleştirilen bir çalışmada tesis yeri belirleme ve tesis atama problemleri için hibrit özellikli bir Genetik Algoritma yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde oluşturulan kromozomlar reel ve tam sayılı değerlere sahiptir ve geleneksel çaprazlama ve mutasyon yöntemleri tercih edilmiştir.

Rahmani ve Mir Hassani (2014) ise kapasiteli tesis yeri seçimi problemlerinin çözüm uzayının genellikle oldukça büyük olduğu ve bu yüzden Genetik Algoritmaların kullanılmasının etkin çözümler sağladığını belirtmişlerdir. Çalışmada, ateşböceklerinin yaydıkları ışıklar ile haberleşmelerinin taklit edildiği ve Ateşböceği Genetik Algoritması olarak adlandırılan bir yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem Ayrık Ateşböceği Algoritması ile geleneksel Genetik Algoritma yöntemlerinin birlikte kullanılması ile uygulanmıştır. Çalışma sonucunda 2000 adet müşteri ve 2000 adet lokasyon ele alınmış ve metodun daha geniş çözüm uzaylarında da kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Karınca Kolonisi Algoritmasının kullanıldığı bir çalışma ise Chen ve Ting (2006) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çoklu Karınca Kolonisi Algoritması yöntemi kullanılan çalışmada, tek kaynaklı ve kapasiteli bir tesis yeri seçimi problemi ele alınmıştır. Problemde verilen n adet müşterinin m adet potansiyel tesis yerlerinden sadece bir tanesinden hizmet alabilmesi için en düşük mesafenin belirlenmesi amaçlanmıştır. İki adet karınca kolonisi kullanılan algoritma iki aşama ile yürütülmüştür. Çalışmanın ilk aşamasında tesis yeri belirlenmiş, ikinci aşamada ise müşterilerin uygun olan tesise ataması gerçekleştirilmiştir.

Algoritma kapsamında değerlendirilen kısıtlar ise tesislerin kapasite miktarları, sabit maliyetler ve müşteri ile tesis arasındaki mesafe olarak belirlenmiştir. Her lokasyona ait feromon değerleri belirlenmiş ve iterasyonlar sonucunda ortaya çıkan çözümler arasındaki optimum çözüm, yerel arama algoritması kullanılarak belirlenmiştir. Chen ve Ting (2008) tarafından gerçekleştirilen diğer bir çalışmada ise Lagranj optimizasyonu ile Karınca Kolonisi Algoritması birlikte kullanılmıştır. Bu yöntemin, yazarların bir önceki çalışmalarına göre daha avantajlı sonuçlar ürettiği belirtilmiştir.

Yukarıda zikredilen yöntemlere ek olarak sezgisel ve meta-sezgisel yöntemlerin kullanıldığı farklı çalışmalara da rastlanmaktadır. Örneğin, Alp vd. (2003) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, tesis yeri seçimi için açgözlü (greedy) genetik algoritma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, bir yandan tesislerin kapsama alanının maksimize edilmesini ve aynı zamanda p adet tesisin tüketicilerin taleplerine olan mesafenin minimize edilmesini hedefleyen bir yöntem önermişlerdir. Söz konusu modelde kullanılan p -medyan tekniği, ilk olarak Kuehn ve Hamburger (1963) tarafından önerilmiştir. Berman'ın çalışmasında ise geçerli olan her bir tesis yeri durumu numaralandırılmış ve beklenen fırsat kayıpları hesaplanmıştır. Diğer bir çalışmada ise Özçakar ve Bastı (2012), tesis yeri kurulumu problemi için Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO) yönteminin kullanıldığı bir model önermişlerdir. Çalışmaları sonucunda, PSO modelinin p -medyan probleminin çözümünde oldukça iyi performans gösterdiğini savunmuşlardır.

2.5 Literatür Değerlendirmesi ve Tartışma

Genel olarak tesis yeri seçimi problemlerindeki temel hedef, belirli sayıda tesisin belirli sayıda alternatif lokasyonlara optimum şekilde yerleştirilmesini sağlamaktır. Bu yerleştirme işleminde çok farklı kısıtlarının göz önünde bulundurularak işlem maliyetlerini minimuma indireyecek ve karlılığı maksimize edebilecek yerlerin bulunması beklenir.

Literatür incelendiğinde tesis yeri seçimi işlemlerinin:

- Alternatif lokasyonların sayısına,
- Lokasyonların belirli olmasına veya bir alan içerisinde belirsiz olmasına,
- Yerleştirilecek tesislerin sayısına,

- Yerleştirme işleminin statik (tesis yerlerinin uzun vadede kalıcı olması durumu) veya dinamik (tesis yerlerinin belirli zamanlarda değiştirmesi gerekliliği durumu) olmasına,
- Tesislerin kapasitelerinin sınırlı veya sınırsız olmasına,
- Hizmet verilecek olan müşterilerin ve/veya tedarikçilerin sayısına,

Bağlı olarak sınıflandırılmış olduğu görülmüştür. Bunlarla birlikte yer seçimi işlemlerinde genellikle işlem maliyetlerinin minimize edilmesi ve/veya tesisin müşterilerin en kısa sürede ulaşabilmeleri için müşterilere oldukça yakın olması hedeflenir.

Günümüze kadar, tesis yeri seçimi problemlerinde çok sayıda tesisin çok sayıda alternatif bölgelere yerleştirilmesi problemi üzerine çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Çözüm uzayının oldukça fazla olduğu bu tür problemler için önerilen çalışmaların genel olarak çeşitli senaryolar ve simülasyonlar tasarlanarak ve sezgisel/metasezgisel algoritmalar kullanılarak gerçekleştirildiği görülmüştür. Gerçek hayattaki uygulamalarda ise söz konusu senaryolara oldukça nadiren rastlanmaktadır.

Literatür incelendiğinde, gerçek hayatta karşılaşılan tesis yeri seçimi problemlerinde genellikle bir veya birkaç tesisin sadece birkaç alternatif lokasyona, belirli kriterler göz önünde bulundurularak yerleştirilmesinin hedeflendiği görülmüştür. Bu durumlarda, sezgisel ve metasezgisel algoritmalar yerine ÇKKV algoritmaları kullanılması yaygındır. ÇKKV yöntemlerinin uygulanmasında ise yerleştirme işleminde göz önünde bulundurulması gereken çeşitli kriterler bulunur. Bu kriterlerin genel olarak:

- Pazara yakınlık,
- Kaynaklara ve tedarikçilere yakınlık,
- Resmi kurumlar ile yerleşim yerlerine yakınlık,
- Çevredeki rakip firmaların sayısı,
- Ticaret merkezine olan yakınlık,
- Sosyal faaliyet alanlarına olan yakınlık,
- Çevresel sınırlayıcı faktörlerin varlığı,
- İşgücü temin imkânı,

- Vergiler ve diğer sabit giderlerin miktarı,
- Ulaşım ve nakliye imkânlarının durumu,
- Altyapı imkânlarının varlığı,
- Kiralama veya satın alma maliyeti,
- Araç park alanının genişliği,
- Yaya yollarına olan yakınlık,
- Çöp yönetiminin etkinliği,
- Arıtma sistemleri altyapısının yeterliliği,
- Talebin varlığı,

olarak ele alındığı tespit edilmiştir.

Kullanılan yöntemler incelendiğinde ise sezgisel ve metasezgisel yöntemlerden, lokal arama ve genetik algoritmaların daha sıklıkla kullanıldığı, ÇKKV yöntemlerden ise yoğunlukla Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yönteminin tercih edilmiş olduğu görülmüştür. Söz konusu yöntemlerin tercih edilmesindeki sebepler ve elde edilen avantajlar önceki başlıklarda ayrıntısı ile incelenmiştir.

Tesis yerleştirme probleminin cam tesisi için uygulamasına, gerek yabancı literatürde gerekse yerli literatürde gerçekleştirilen herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Probleme cam işletmelerinin tesis yerlerinin belirlenmesi açısından bakılmak istendiğinde öncelikle cam işletmelerine özgü bazı niteliklerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Cam işletmelerinin sahip olduğu bazı niteliklere örnek olarak:

- Enerji ihtiyacının yüksek olması,
- Hammadde ve geri dönüşüm kullanımının yüksek olması,
- Profesyonel lojistik ihtiyaçlarının yüksek olması,
- Nakliye (özellikle navlun) maliyetlerinin yüksek olması ve yurt içi nakliye işlemleri için demiryollarına, yurt dışı nakliye işlemleri için ise deniz ulaşım yollarına yakın olması gerekliliği,

➤ Cam malzemesinin, geri dönüşüm işlemleri ile oldukça efektif bir şekilde tekrar tekrar değerlendirilebilmesinden ötürü, tesisin bulunduğu bölgelerde geri dönüşüm faaliyetlerinin etkin bir şekilde uygulanıyor olmasının gerekliliği,

- Kaliteli ve eğitimli personel ihtiyacının yüksek olması,
- İş sağlığının ve güvenliğinin sağlanması ihtiyaçlarının yüksek olması,
- Uluslararası karayollarına, demiryolu ve/veya limanlara yakın olması,
- Devlet tarafından ihracatın desteklendiği bölgelere yakın olması,
- Serbest ticaret bölgelerine yakın olması,
- Bölgenin elektrik, su, arıtma sistemleri vb. altyapı imkânlarının yeterli olması,

gibi kriterlerinin cam işletmelerinin kârlılığını arttırmak adına önemli kriterler olduğu değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, yukarıda zikredilen özellikler ve kriterler göz önüne alındığında, Mersin çevresinde bulunan üç adet alternatif alana tesis edilecek olan bir cam işletmesinin belirlenmesinde, literatürde sıklıkla kullanılmış olan ve oldukça efektif sonuçlar verebileceği değerlendirilen AHS yönteminin kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

METODOLOJİ

Bu bölümde, çalışma kapsamında kullanılacak olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) algoritması ayrıntısı ile ele alınmıştır. Bu maksatla, öncelikle tesis yeri seçimi işlemlerinde AHS yönteminin kullanılmasının esasları vurgulanmış olup akabinde, AHS algoritmasının aşamaları ve adımları ayrıntısı ile açıklanmıştır.

3. TESİS YERİ SEÇİMİNDE ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİNİN KULLANILMASI

Tesis yeri seçimi işlemlerinde, literatürde en çok kullanılan yöntemlerin başında AHS yöntemi yer almaktadır. İlk olarak Myers ve Alpert (1968) tarafından önerilen bu yöntem, özellikle Saaty tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ile geliştirilmiş ve günümüzde sıklıkla kullanılan halini almıştır (Saaty, 1980; Saaty, 1990; Saaty, 1994; Saaty ve Özdemir, 2003). Önceki bölümlerde de vurgulandığı üzere, bu yöntemin sıklıkla tercih edilmesindeki sebepler arasında, algoritmasının kolay anlaşılabilmesi ve uygulanabilmesi ile karar verme sürecine hem nicel hem de nitel düşüncelerin dâhil edilmesine imkân sağlanması sıralanabilir (Saaty, 1990).

3.1. AHS Yöntemi ile Tesis Yeri Seçimi

AHS yöntemi, gerçek hayatta karşılaşılan çok alternatifli, karmaşık ve dinamik özelliklere sahip çeşitli ÇKKV problemlerinde başarı ile uygulanmaktadır. Söz konusu uygulamalara, işletmelerin kaynak planlaması, stratejik alternatiflerin belirlenmesi ve yeni teknolojilerin işletmeler bünyesinde kullanılması için gerekli seçimlerin yapılması gibi işlemler, örnek olarak verilebilir. Bununla birlikte AHS yönteminin kullanılması, pazarlama, finans, eğitim, sağlık ve spor alanlarında faaliyet gösteren işletmeler için de sıklıkla tercih edilmiştir (Yang ve Lee, 1997).

Gerçek hayatta sıklıkla karşılaşılan bir problem olarak tesis yeri seçimi, işletmenin veya işletmelerin en verimli olacakları yerleri, birden çok alternatifin bulunduğu durumlarda ve birden çok ve birbirleri ile çelişen kriterin mevcut olduğu durumlarda belirlenmesi işlemidir. Bununla birlikte, tesis yeri belirlenmesinde işletmelerin zaman içerisinde ortaya çıkabilecek çeşitli ihtiyaçları ve beklenmedik hadiseleri öngörerek seçim yapmaları gerekir.

Örneğin işletmeler, değişebilecek pazar şartlarını, enerji ve yakıt krizlerini, ulaşım ve lojistik imkânları vs. göz önünde bulundurmalıdırlar. Bu kapsamda AHS, karar vericiler için oldukça efektif bir seçim modeli sunmaktadır.

Saaty (1994) tarafından, AHS süreci için üç ana adım tanımlanmıştır. Bu adımlar sırasıyla aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

➤ **Problemin ayrıştırılması:** Bu adımda problem bir çeşit hiyerarşik düzen oluşturacak şekilde çeşitli sayıda elemanlarına ayrılır. Daha sonra, söz konusu problem elemanları çeşitli alt elemanlarına ayrılır ve hiyerarşi tamamlanır.

➤ **Karşılaştırmalı analiz:** Bu aşamada, hiyerarşide yer alan her elemanın diğer elemanlara göre öneminin derecesi ikili karşılaştırmalar ile belirlenir. Bu aşamada karar vericiler elemanların birbirlerine göre üstünlük derecelerini skorlandırırlar.

➤ **Önceliklerin sentezlenmesi:** Bu adımda ise Eigen (öz değer) vektörleri yöntemi veya en küçük kareler yöntemi kullanılarak elemanların öncelik ağırlıkları belirlenir. Bu işlem hiyerarşinin tüm düzeylerinde uygulanır ve sonuç olarak alternatifler önem derecelerine göre sıralanır. En yüksek önem derecesine sahip olan alternatif tesis yeri olarak belirlenir.

Saaty (1994)'e göre AHS yönteminin en can alıcı aşaması, ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilmesidir. Bunun nedeni, bu karşılaştırmalar ile verilen faktörlerin ne ölçüde etkili olacağını ortaya çıkartılmasıdır. Karar vericiler her aşamada sadece iki adet faktörü göz önünde bulundurarak bu iki faktörün birbirlerine göre ne derece daha önemli olduğunu rahatlıkla belirleyebilirler. Diğer bir ifade ile AHS yöntemini diğer yöntemlerden ayıran en belirgin özelliklerin başında, kriterlerin önem derecelerinin ikili karşılaştırmalar ile değerlendirilmesi yer alır. Bu maksatla literatürde üç farklı yöntemin kullanılması yaygındır. Bunlar (Yang ve Lee, 1997),

- Normalize edilmiş Eigen değerleri hesabı,
- Logaritmik en küçük kareler yöntemi,
- En küçük kareler yöntemi

olarak sıralanır. Literatürde, her ne kadar bu üç yöntemin kullanıldığı çeşitli çalışmalar bulunuyor olsa da ağırlıkların belirlenmesinde en çok kullanılan yöntem normalize Eigen değerlerinin hesaplanması yöntemidir.

Karar vericilerin kriter ağırlıklarını belirlemede kullandıkları değerlendirme ölçeği, Saaty tarafından geliştirilmiş olan ve 1 ile 9 arasındaki sayılar ile ifade edilen ölçektir. Söz konusu değerlendirme ölçeği Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 AHS değerlendirme ölçeği.

Önem	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	İki faktör aynı derecede önemlidir
3	Biraz daha fazla önemli	Biri diğerine göre biraz daha fazla önemlidir
5	Oldukça önemli	Biri diğerine göre oldukça önemlidir
7	Çok daha önemli	Biri diğerine göre çok daha fazla önemlidir
9	Kesinlikle daha önemli	Biri diğerine göre kesin olarak daha önemlidir
2, 4, 6, 8	Ara değerler	Bu değerler tercih değerlerin birbirlerine yakın olduğunda kullanılır

Zahedi (1986)’ye göre ise AHS yöntemi genel olarak dört aşamada gerçekleştirilir. Söz konusu aşamalara ait kısa bilgilendirmeler aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

➤ **Probleme ait hiyerarşik bir yapı oluşturulması:** Öncelikle problem ile ilgili kriterler ve alternatif seçenekler belirlenir. Uzmanların görüşlerine veya literatür araştırması sonuçlarına göre bu kriterlere ağırlıklar atanır. Kriterler ve varsa alt kriterler hiyerarşik olarak tanzim edilir. Söz konusu hiyerarşi karar vericilerin karar vermelerini kolaylaştırmak için kullanılır.

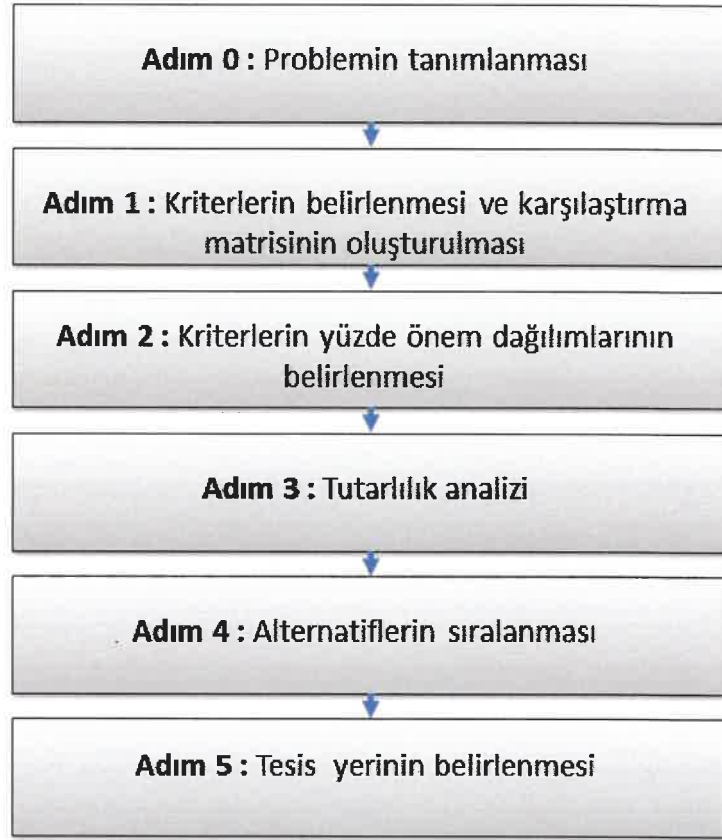
➤ **İkili karşılaştırma matrisinin elde edilmesi:** Hiyerarşinin oluşturulmasını takiben kriterler ikili olarak önem değerlerine göre eşit önemde, az önemli, oldukça önemli, çok önemli ve son derece önemli ölçekleri ile değerlendirilir. Gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalar ile kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri tespit edilir.

➤ **Verilen kriter ağırlıklarının tutarlılığının hesaplanması:** Karar vericinin kriterler arasında karşılaştırma yaparken tutarlı davranıp davranmadığının belirlenmesi için karşılaştırma matrisinin tutarlılık değeri hesaplanır. Bu değer 0.10 üzerinde olması halinde uzman kişinin tutarsızlığından dolayı kriterlere atadığı matrise girdiği değerleri tekrar gözden geçirmesi gerekmektedir.

➤ **Nihai öncelik değerine göre alternatiflerin seçilmesi:** Değerlendirmeler sonucunda bir ikili karşılaştırma matrisi elde edilir ve bu matris yardımı ile en uygun alternatif belirlenir. AHP yönteminin son adımı olan her alternatif puanlanır ve bir öncelik vektörü oluşturulur. Tüm öncelik vektörlerinin değerlendirilmesi ile bir karma öncelik vektörü elde edilir ve bu vektör nihai kararın alınmasında kullanılır. Sonuç olarak karar verici, elde edilen bu nihai karar vektörünü baz alarak seçim işlemini gerçekleştirir.

3.2. AHS Algoritmasının Adımları

Bir önceki başlıkta verilen AHS yöntemine ait aşamalar değerlendirildiğinde, AHS algoritmasının akış şeması Şekil 3.1'de gösterildiği gibi özetlenebilmektedir. Takip eden başlıklarda söz konusu akış şemasında yer alan adımlar ayrıntısı ile ele alınmıştır.



Şekil 3.1. AHS algoritmasının akış şeması.

Adım 0: Problemin tanımlanması

Bu aşamada tesis yeri belirleme problemine ait olan kriterler ve alternatifler belirlenir. Bu metodoloji çalışması kapsamında alternatiflerin sayısının m ve kriterlerin sayısının ise n olduğu kabul edilmiştir.

Bu adımda, tesis yerinin seçilmesini etkileyecek kriterlerin sayısının doğru tespit edilmesi ve her bir kriterin alt kriterleri ile detaylı bir şekilde tanımlarının yapılması, ikili karşılaştırmaların tutarlı ve mantıklı yapılabilmesi açısından oldukça önemlidir.

Adım 1: Kriterlerin belirlenmesi ve karşılaştırma matrisinin oluşturulması

İkili karşılaştırma işlemi esasen kriterlerin uzmanlar tarafından sübjektif olarak karşılaştırılması ve değerlendirilmesi anlamını taşır. Söz konusu sübjektif karşılaştırma, çoğunlukla uzman kişilerce gerçekleştirilmekte olup bazı durumlarda literatür taraması

yöntemi ile de belirlenebilmektedir. En nihayetinde bu işlem karar kriterlerinin öncelik ve önem derecelerinin belirlenmesi maksadı ile gerçekleştirilir.

Gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalar neticesinde bir *karşılaştırmalar matrisi* (A) elde edilir. Karşılaştırılacak kriter sayısının n ve toplam karşılaştırma sayısının N_k adet olduğu varsayıldığında, toplam olarak,

$$N_k = n(n - 1)/2 \quad (3.1)$$

adet karşılaştırma gerçekleştirilmesine ihtiyaç duyulur. Kriterlerin matriste soldan sağa ve yukarıdan aşağı doğru sıralandığı varsayıldığında ortaya çıkacak A karşılaştırma matrisi:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (3.2)$$

olarak verilebilir. Burada n değeri, toplam kriter sayısını, a_{ij} değeri ise i 'inci kriterin j 'inci kritere göre önem değerini belirtir. Bu önem değerinin belirlenmesinde ise Çizelge 3.1'de gösterilen Saaty ölçeği kullanılır.

A matrisi incelendiğinde matrisin diagonalinin 1 değerini aldığı görülür. Bunun nedeni, herhangi bir kriterin kendisi ile karşılaştırılmasının eşit derecede önemli olmasıdır. Ayrıca matriste,

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \quad (3.3)$$

eşitliği söz konusudur. Örnek olarak birinci kriter ile dördüncü kriter karşılaştırıldığında, birinci kriterin dördüncü kritere göre oldukça önemli olduğu değerlendirilmekte ise a_{14} değeri 5 olarak belirlenir. Benzer şekilde dördüncü kriter birinci kritere göre oldukça önemli olarak değerlendiriliyor ise bu değer 1/5 olarak alınır.

Adım 2: Kriterlerin yüzde önem dağılımlarının belirlenmesi

Birinci adımda elde edilen karşılaştırma matrisi, kriterlerin birbirlerine göre önemini matematiksel olarak göstermektedir. Buna karşılık kriterlerin bir bütün olarak ağırlıklarının

yüzde olarak gösterilmesi problemi daha anlaşılır kılar ve hesaplamalar için kolaylık sağlar. Bu maksatla, yüzde önem değerlerinin hesaplanmasında karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden faydalanılır. Bu işlem,

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3.4)$$

formülünün kullanılması ile gerçekleştirilir. Burada verilen b_{ij} değeri i 'inci kriterin yüzde önem değeridir. Söz konusu işlem sonucunda,

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{1i} \\ b_{2i} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{ni} \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

sütun vektörü elde edilir. B_i sütun vektörü $n \times 1$ boyutunda bir sütun vektörüdür. Söz konusu işlemlere devam edildiğinde n adet B sütun vektörü elde edilmiş olur. B sütun vektörünün elemanlarının toplam değeri her zaman 1 olmalıdır.

Problemin bu aşamasında *öncelik vektörü* olarak adlandırılan bir W sütun vektörünün elde edilmesi gerekir. W sütun vektörü, kriterlerin birbirlerine göre önem değerlerini yüzde olarak gösteren bir matristir. Her ne kadar bazı durumlarda kriterlerin ağırlık değerleri uzmanlar tarafından matematiksel oranlar ile (toplam değer 1 olacak şekilde) verilebilse de genellikle ağırlık değerlerinin hesaplanması işlemi uzmanların karşılaştırmalı değerlendirmeleri ile ortaya çıkarılır.

W vektörünün elde edilmesi için öncelikle (3.5)'te gösterilen B sütun vektörlerinin bir C matrisinde tanzim edilmesi gerekir. Söz konusu C matrisi aşağıda gösterildiği şekilde kullanılır:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Örnek olarak C matrisinin birinci sütunu B_1 , ikinci sütunu B_2 vs. olarak yerleştirilmiştir.

Öncelik vektörü olarak adlandırılan bir W sütun vektörünün elemanları,

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (3.7)$$

formülü kullanılarak elde edilir. Buradaki c_{ij} değerleri (3.6)'te belirtilen C matrisinde karşılık gelen elemanlardır. (3.7) formülü kullanılarak elde edilen W sütun vektörü,

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

şeklinde gösterilir. W sütun vektörü değerlerinin toplamı her zaman 1 değerine eşittir.

Adım 3: Tutarlılık analizi

Tutarlılık analizi karar vericilerin kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde ve sübjektif değerlendirmeler yaparken tutarlı bir şekilde davranıp davranmadığını kontrol etmek amacı ile gerçekleştirilir.

Tutarlılık hesabının nihayetinde ortaya çıkan oran değerinin **0.1** değerinin altında olması durumunda karar vericilerin tutarlı bir şekilde davrandığı sonucuna varılır. Aksi

takdirde karar vericilerin değerlendirmelerini gözden geçirmeleri istenir ve karar matrisi yeniden oluşturulur.

Bu duruma örnek olarak, A, B ve C ile temsil edilen üç adet kriterin var olduğu varsayıldığında, karar vericinin gerçekleştirdiği karşılaştırmada A, B ye göre mutlak üstünlüğe sahip ve B de C ye göre mutlak üstünlüğe sahip olduğunu değerlendiren bir karar verici eğer C ile A'yı karşılaştırırken C'nin, A ya göre daha önemli olduğunu belirtirse tutarsızlık göstermiş olur. Tutarlılık analizi ise bu ve benzeri durumların tespit edilmesinde kullanılır.

Tutarlılık analizi sonucunda hesaplanan *tutarlılık oranı* (CR) ile bir önceki adımda elde edilen öncelik vektörünün ve dolayısıyla kriterler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi mümkün olmaktadır. AHS yönteminde, tutarlılığın analizi ve dolayısı ile CR değerinin hesaplanması, *temel değer* olarak adlandırılan λ katsayısının değerlendirilmesine dayanır. Bu değer elde edilmesi maksadı ile öncelikle **A** karşılaştırma matrisi ile **W** öncelik vektörünün matris çarpımından **D** sütun vektörü elde edilir. Bu vektörün elde edilmesi (3.9)'da gösterilmiştir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Daha sonra **D** sütun vektörü ile **W** sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (bazı kaynaklarda öz değer olarak da adlandırılmıştır), **E** elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması (3.11)'de gösterildiği üzere karşılaştırmaya ilişkin temel değer olan λ değerini verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3.10)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (3.11)$$

Tutarlılık oranının hesaplanmasındaki genel formül,

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.12)$$

olarak verilir. Burada **CR**, tutarlılık oranını, **CI**, tutarlılık göstergesini ve **RI** ise rassallık göstergeleri değerlerini ifade eder. Tutarlılık göstergesinin hesaplanmasında aşağıda verilen formül kullanılır:

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3.13)$$

Rassallık göstergesi ise, problemde var olan kriter sayısına göre değişiklik gösterir. Bu göstergenin kriter sayısına göre alacağı değer Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 AHS rassallık değerlendirme ölçeği.

Kriter Sayısı	Rassallık Göstergesi Değeri
1	0
2	0
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56

Adım 4: Alternatiflerin sıralanması

Bu adımda her bir kriter için m adet alternatifteki yüzde önem dağılımları bulunur. Bu maksatla her bir kriter için alternatiflerin yüzde önem dağılımları belirlenir. Başka bir ifadeyle birebir karşılaştırma ve matris hesabı işlemleri n defa tekrar edilir. Bu durumda alternatifler için kullanılacak olan karşılaştırma matrislerinin boyutu $m \times m$ olur. Her bir karşılaştırma işleminden sonra $m \times 1$ boyutlu ve değerlendirilen faktörün karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri elde edilir. S sütun vektörleri aşağıda gösterildiği şekliyle tanımlanmaktadır:

$$S_i = \begin{bmatrix} S_{11} \\ S_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ S_{m1} \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

Adım 5: Tesis yerinin belirlenmesi

Bu adımda öncelikle, bir önceki adımda oluşturulan n adet $m \times 1$ boyutlu S sütun vektöründen meydana gelen K karar matrisi oluşturulur. Söz konusu karar matrisi aşağıda gösterildiği şekliyle tanımlanmaktadır:

$$K = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \dots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \dots & S_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ S_{m1} & S_{m2} & \dots & S_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

(3.15)'te görüldüğü üzere K karar matrisinin boyutu $m \times n$ olacaktır. Daha sonra, K karar matrisi ile W öncelik vektörü çarpılır. Çarpım sonucunda, alternatiflerin yüzde olarak önem derecelerini belirten bir L sütun vektörü elde edilir. Bu değerlerden en yüksek orana sahip olan alternatif, tesis yeri olarak belirlenir.

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} \mathcal{X} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ l_{m1} \end{bmatrix} \quad (3.16)$$

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

UYGULAMA

Bu bölümde, Mersin ili çevresinde tesis edilecek olan bir işletmenin yerini belirlenmesi için gerçekleştirilen uygulama süreci ayrıntısı ile alınmıştır. Bu çerçevede öncelikle problem için belirlenen alternatifler ve belirlenen kriterler ile alt kriterler sunulmuştur. Ayrıca, bir önceki bölümde anlatılan metodolojinin uygulanmasına ait sonuçlar değerlendirmiş ve elde edilen sonuç sunulmuştur.

4. YÖNTEMİN CAM İŞLETMESİ TESİS YERİ SEÇİMİNE UYGULANMASI

Her ne kadar tesis yeri seçimi problemlerinde AHS yönteminin kullanılması oldukça yaygın olsa da cam işletmeleri için tesis yeri belirlenirken gerek AHS yönteminin gerekse diğer ÇKKV yöntemlerinin kullanılmasına rastlanılmamıştır. Bu maksatla bu çalışmanın literatüre oldukça önemli bir katkıda bulunacağı değerlendirilmektedir.

4.1. Kriterler, Alternatifler ve Hiyerarşi

Gerçekleştirilecek olan çalışmada bir adet tesisin üç adet alternatif noktaya yerleştirilmesinde

- Cam sektörü pazarı,
- Ulaşım ve nakliye,
- İşgücü,
- Altyapı imkânları,

ana kriterleri göz önünde bulundurulacaktır. Çizel 4.1’de gösterildiği üzere bu ana kriterler üçer adet alt kriter ile çeşitlendirilmiş ve toplam 12 adet alt kriter belirlenmiştir. Bu kriterlerden her birisi üçer adet alt kriter ile zenginleştirilmiştir. Belirlenen alt kriterler karar vericilere, ana kriterler için ağırlıkların belirlenmesi için ayrıntılı fikirler sunmaktadır. Bununla birlikte çalışma kapsamında alt kriterler için herhangi bir ağırlık belirleme çalışması gerçekleştirilmemiştir. Belirlenen ana kriterlere ait alt kriterler takip eden başlıklarda kısaca ele alınmıştır:

Cam Sektörü Pazarı: i) pazar potansiyeli ve pazarda gerçekleşebilecek talep artışı, ii) pazara olan yakınlık, iii) hammadde ve geri dönüşüm malzemeleri temini için uzaklık.

Ulaşım ve nakliye: i) kara taşımacılığı, ii) deniz taşımacılığı, iii) demiryolu taşımacılığı.

İşgücü: i) işgücü istihdam maliyeti, ii) işgücünün eğitimi ve el yeteneği, iii) işgücü temini için yerleşim yerlerine olan uzaklık.

Altyapı imkânları: i) arıtma sistemleri altyapısına olan uzaklık, ii) elektrik şebekesine olan uzaklık, iii) temiz su altyapısına olan uzaklık.

Belirlenen dört adet ana faktör P, U, İ ve A harfleri ile kodlanmıştır. Söz konusu kodlama Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Kriterler ve alternatifler Şekil 4.1’de gösterildiği üzere hiyerarşik şekilde düzenlenmiştir. Uzman görüşlerine başvurulmuş kriterlere ağırlıkların atanması akabinde gerçekleştirilen hesaplamalar sonucunda daha yüksek skoru elde eden alternatif tesis yeri olarak belirlenmiştir.

4.2. UyguSlama adımları

Bu bölümde cam işletmesinin tesis yeri belirlenmesinde uygulanan AHS yönteminin adımları sırası ile belirtilmiştir.

Adım 0: Problemin tanımlanması

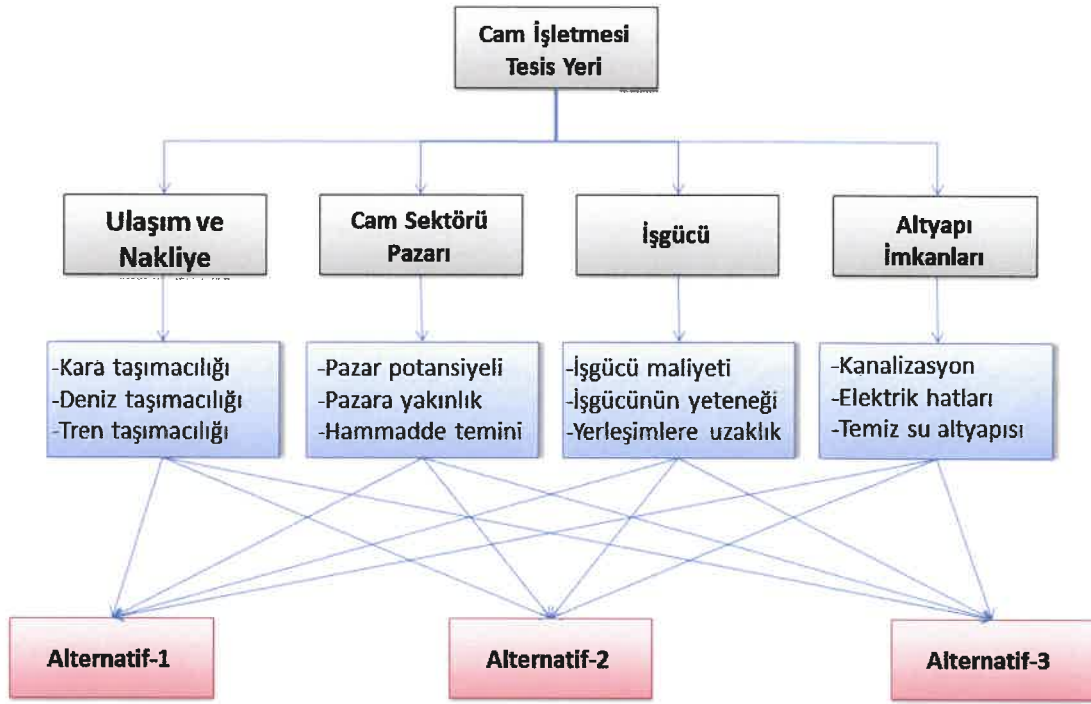
Bir önceki başlıkta belirtildiği üzere, Mersin ili çevresinde yer alan üç adet alternatif yer için bir cam işletmesinin tesis edilmesi için mevcut kriter sayısı üç adettir.

- Alternatiflerden ilki, arazi maliyetinin oldukça düşük olduğu bir bölgedir (A1).
- İkinci alternatif ise mevcut demiryoluna yakın olan bir alandır (A2).
- Üçüncü alternatif ise Mersin Limanı’na yakın olan bir bölgedir (3).

Ayrıca, kısaca pazar, ulaşım, işgücü ve altyapı olarak sıralanan dört adet kriter mevcuttur.

Çizelge 4.1 Ana kriterler ve alt kriterler.

Kod	Ana Kriter	Alt Kriter
U	Ulaşım ve Nakliye	Kara taşımacılığı
		Deniz taşımacılığı
		Demiryolu taşımacılığı
P	Cam Sektörü Pazarı	Pazar potansiyeli ve pazarda gerçekleşebilecek talep artışı
		Pazara olan yakınlık
		Hammadde ve geri dönüşüm malzemeleri temini için uzaklık
İ	İşgücü	İşgücü istihdam maliyeti
		İşgücünün eğitimi ve el yeteneği
		İşgücü temini için yerleşim yerlerine olan uzaklık
A	Altyapı İmkânları	Arıtma sistemleri altyapısına olan uzaklık
		Elektrik şebekesine olan uzaklık
		Temiz su altyapısına olan uzaklık



Şekil 4.1. Cam işletmesinin tesis yeri seçiminde kullanılacak olan ana ve alt kriterler

Adım 1: Kriterlerin belirlenmesi ve karşılaştırma matrisinin oluşturulması

Bu adımda, karar kriterlerinin öncelik ve önem derecelerinin belirlenmesi maksadı ile kriterlerin sübjektif olarak karşılaştırılması ve değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Kriterler, 4x4 boyutunda bir matriste soldan sağa ve yukarıdan aşağı doğru sıralanmış ve ortaya çıkan A karşılaştırma matrisi:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 & 3 \\ 1 & 1 & 9 & 7 \\ 0.33 & 0.11 & 1 & 1 \\ 0.33 & 0.14 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

olarak belirlenmiştir. Söz konusu karar matrisinin tutarlılık değeri (CR) 0,04 olarak hesaplanmıştır. Dolayısı ile değerlendirmelerin oldukça tutarlı olduğu görülmektedir. Karşılaştırma matrisinin oluşturulmasında kullanılan uzman görüşleri ayrıntılı olarak EKLER kısmında sunulmuştur.

Adım 2: Kriterlerin yüzde önem dağılımlarının belirlenmesi

Birinci adımda elde edilen A karşılaştırma matrisi, kriterlerin birbirlerine göre önemini matematiksel olarak göstermektedir. Kriterlerin daha anlaşılır olması için ağırlıklarının yüzde olarak gösterilmesi gerekmektedir. Bu maksatla, yüzde önem değerlerinin hesaplanması için (3.4) formülü kullanılmıştır. Bu işlem sonucunda elde edilen sütun vektörleri aşağıda listelenmiştir:

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0,33 \\ 0,38 \\ 0,12 \\ 0,12 \end{bmatrix} \quad B_2 = \begin{bmatrix} 0,44 \\ 0,44 \\ 0,05 \\ 0,06 \end{bmatrix} \quad B_3 = \begin{bmatrix} 0,21 \\ 0,64 \\ 0,07 \\ 0,07 \end{bmatrix} \quad B_4 = \begin{bmatrix} 0,25 \\ 0,58 \\ 0,08 \\ 0,08 \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

sütun vektörleri elde edilir.

Problemin bu aşamasında öncelik vektörü olarak adlandırılan bir W sütun vektörü elde edilmektedir. W sütun vektörü, kriterlerin birbirlerine göre önem değerlerini yüzde olarak gösteren bir matristir. W vektörünün elde edilmesi için öncelikle (4.2)'de gösterilen sütun vektörlerinin bir C matrisinde tanzim edilmesi gerekir. Elde edilen C matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$C = \begin{bmatrix} 0,33 & 0,44 & 0,21 & 0,25 \\ 0,38 & 0,44 & 0,64 & 0,58 \\ 0,12 & 0,05 & 0,07 & 0,08 \\ 0,12 & 0,06 & 0,07 & 0,08 \end{bmatrix} \quad (4.3)$$

Öncelik vektörü olarak adlandırılan bir W sütun vektörünün elemanları, (3.7) formülü kullanılarak elde edilir. Buna göre W sütun vektörü,

$$W = \begin{bmatrix} 0,32 \\ 0,51 \\ 0,08 \\ 0,09 \end{bmatrix} \quad (4.4)$$

olarak elde edilir.

Adım 3: Tutarlılık analizi

Tutarlılık analizi sonucunda hesaplanan *tutarlılık oranı* (CR) ile bir önceki adımda elde edilen öncelik vektörünün ve dolayısıyla kriterler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi mümkün olmaktadır.

AHS yönteminde, tutarlılığın analizi ve dolayısı ile CR değerinin hesaplanması, *temel değer* olarak adlandırılan λ katsayısının değerlendirilmesine dayanır. Bu değer elde edilmesi maksadı ile öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir. Bu çarpım ile elde edilen D sütun vektörü aşağıda gösterilmiştir.

$$D = \begin{bmatrix} 1.33 \\ 2.17 \\ 0.33 \\ 0.34 \end{bmatrix} \quad (4.5)$$

Daha sonra D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (bazı kaynaklarda öz değer olarak da adlandırılmıştır), E elde edilir. Bu işlem, (3.10) ve (3.11) formülleri ile hesaplanan λ değerini verir. Elde edilen E ve hesaplanan λ değeri aşağıda gösterilmiştir.

$$E = \begin{bmatrix} 4.15 \\ 4.24 \\ 4.02 \\ 4.04 \end{bmatrix} \quad (4.6)$$

$$\lambda = 4,11 \quad (4.7)$$

Tutarlılık oranının hesaplanmasındaki genel formül,

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4.8)$$

olarak verilir. Burada CR , tutarlılık oranını, CI , tutarlılık göstergesini ve RI ise rassallık göstergeleri değerlerini ifade eder. Tutarlılık göstergesinin hesaplanmasında aşağıda verilen formül kullanıldığında elde edilen değer:

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} = 0,04 \quad (4.9)$$

olarak hesaplanır. Rassallık göstergesi ise, problemde var olan kriter sayısına göre değişiklik gösterir. Probleme ait dört adet kriter bulunduğundan, Çizelge 3.2'ye göre rassallık göstergesi değerinin 0,90 olması gerekmektedir. (4.8) formülü kullanıldığında elde edilen tutarlılık oranı değeri 0.04 olarak hesaplanmıştır. Dolayısı ile karar verici uzmanlar kriter ağırlıklarını belirlerken **tutarlı** davranmışlardır.

Adım 4: Alternatiflerin sıralanması

Bu adımda her bir kriter için ayrı ayrı olarak alternatiflerin birbirlerine göre yüzde önem dağılımları bulunmaktadır. Bu maksatla her bir kriter için alternatiflerin yüzde önem dağılımları belirlenmiştir. Kriterlere göre belirlenen karşılaştırma matrisleri Çizelge 4.2-5'de listelenmiştir. Çizelgelerde gösterilen A1, A2 ve A3 değerleri sırası ile birinci, ikinci ve üçüncü alternatifleri temsil etmektedir. Gerçekleştirilen tutarlılık analizinde, tutarlılık oranları 0,05 ile 0,08 arasında ölçülmüştür. Karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında kullanılan uzman görüşleri ayrıntılı olarak EKLER kısmında sunulmuştur.

Çizelge 4.2 Ulaşım kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması (CR=0,08)

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A1)		
A1	1,00	5,00	9,00
A2	0,20	1,00	5,00
A3	0,11	0,20	1,00

Çizelge 4.3 Pazar kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması (CR=0,03)

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A2)		
A1	1,00	1,00	7,00
A2	1,00	1,00	5,00
A3	0,14	0,20	1,00

Çizelge 4.4 İşgücü kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması (CR=0,05)

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A3)		
A1	1,00	0,11	1,00
A2	9,00	1,00	5,00
A3	1,00	0,20	1,00

Çizelge 4.5 Altyapı kriterine göre alternatiflerin karşılaştırılması (CR=0,05)

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A3)		
A1	1,00	0,20	0,11
A2	5,00	1,00	1,00
A3	9,00	1,00	1,00

Gerçekleştirilen karşılaştırma işlemlerinin akabinde elde edilen dört adet S sütun vektörü aşağıda gösterildiği şekliyle belirlenmiştir.

$$S_1 = \begin{bmatrix} 0,71 \\ 0,16 \\ 0,05 \end{bmatrix} \quad S_2 = \begin{bmatrix} 0,49 \\ 0,33 \\ 0,06 \end{bmatrix} \quad S_3 = \begin{bmatrix} 0,11 \\ 0,57 \\ 0,10 \end{bmatrix} \quad S_4 = \begin{bmatrix} 0,07 \\ 0,32 \\ 0,38 \end{bmatrix} \quad (4.10)$$

Adım 5: Tesis yerinin belirlenmesi

Bu adımda öncelikle, bir önceki adımda oluşturulan ve (4.10)'da listelenen 4 adet S sütun vektöründen meydana gelen K karar matrisi oluşturulmuştur. Söz konusu karar matrisi aşağıda gösterildiği şekliyle tanımlanmıştır:

$$K = \begin{bmatrix} 0,71 & 0,49 & 0,11 & 0,07 \\ 0,16 & 0,33 & 0,57 & 0,32 \\ 0,05 & 0,06 & 0,10 & 0,38 \end{bmatrix} \quad (4.11)$$

K karar matrisinin W öncelik vektörü ile çarpımından elde edilen L sütun vektörü:

$$L = \begin{bmatrix} 0,71 & 0,49 & 0,11 & 0,07 \\ 0,16 & 0,33 & 0,57 & 0,32 \\ 0,05 & 0,06 & 0,10 & 0,38 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,32 \\ 0,51 \\ 0,08 \\ 0,09 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,50 \\ 0,29 \\ 0,18 \end{bmatrix} \quad (3.16)$$

Olarak elde edilir. L sütun vektörü incelendiğinde birinci alternatif olan yerin %50, ikinci alternatifin %29 ve üçüncü alternatifin ise %18 oranında önceliklenmiş olduğu görülmektedir. Buna göre en yüksek öncelik değerine sahip olan **birinci alternatif** tesis yeri olarak belirlenmiştir.

4.3 Çift Tartılandırma Yöntemi ile Değerlendirme

Bu bölümde, Mersin ili çevresindeki üç adet alternatif alanlardan bir tanesine tesis edilecek bir cam işletmesi için en uygun olan tesis yerinin belirlenmesi için uygulanan AHS yönteminden elde edilen sonuçların, çift tartılandırma yöntemi ile kontrol edilerek bir sağlama gerçekleştirilmiştir. Bu maksatla, öncelikle çift tartılandırma yöntemi tanıtılmış ve uzman görüşleri ile elde edilen kriter ağırlık değerleri ile alternatiflere ait derecelendirme değerleri kullanılmıştır.

4.3.1. Çift Tartılandırma Yöntemi

Tesis yerlerinin seçiminde var olan kriterlerin derecelendirmesinde çeşitli güçlüklerle karşılaşılması durumunda kullanılan tartılandırma yöntemleri literatürde ağırlıklandırma yöntemleri olarak da isimlendirilmektedir. Tartılandırma yönteminin uygulanmasında pek çok değişken aynı anda analize tabi tutularak, kuruluş yeri seçimi dışında da pek çok işletme faaliyetinde karar aracı olarak kullanılmaktadır. Bu maksatla ilk olarak kriterler belirlenir ve bir liste halinde düzenlenir. Akabinde, kriterlerin yoğunluk dereceleri için bir sıralama yapılır ve kriterlere ağırlıklar verilir. Daha sonra her alternatif tesis yeri için her faktöre karşılık gelen puanlar belirlenir. Burada özel konulardaki araştırmaların bulgularına ve tecrübeli kişilerin görüşlerine dayanılarak faktörler değerlendirilir. Değerleme sonuçlarının isabetli olup olmadığı istatistik hesaplarıyla kontrol edilir. Üretim tipine bağlı olarak faktörlere verilen önem dereceleri veya tartılarından sonra faktörlerin aday kuruluş yerlerinden alacağı puanların değerlendirilmesinde de tecrübeli kişilerin görüşlerine

başvurular. Yönetimin derecelemesinde ve puanlamasında sübjektifliğin fazla oluşu, sakıncalı olarak kabul edilmektedir. Yararlı tarafı ise, basit ve uygulanabilir olmasıdır (Kobu, 2017).

4.3.2. Çift Tartılandırma Yönteminin Uygulanması

Cam işletmesi için tesis yeri belirlenmesine etki eden kriterler ve bu kriterlere ait ağırlık değerleri uzman görüşleri değerlendirmeleri ile elde edilmiştir. Söz konusu ağırlık değerleri, Kabu (2017)'nin çalışmasında belirtilen çizelge yöntemi kullanılarak tasnif edilmiştir. Söz konusu tasnif, Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Bir önceki bölümde (bkz. Bölüm 4.2) incelendiği üzere, çalışmanın EKLER bölümünde sunulan uzmanların görüşleri alınarak elde edilen kriter ağırlıkları:

- Ulaşım ve Nakliye : 0.32
- Cam Sektörü Pazarı : 0.51
- İşgücü : 0.8
- Altyapı İmkanları : 0.9

olarak hesaplanmıştır. Dolayısı ile uzmanlar tarafından değerlendirilen ikili karşılaştırmalar neticesinde cam sektörü pazarının etkinliği (pazar potansiyeli, pazara yakınlık ve hammadde temini imkanlarına yakınlık gibi) diğer kriterlere göre daha önemli olarak kabul edilmiştir. Buna karşılık, işgücü temini (işgücü maliyeti, işgücünün yeteneği ve yerleşim yerlerine yakınlığı gibi) ve alternatif alanların altyapı imkanlarının yeterliliği (arıtma sistemleri, elektrik hatları ve temiz su altyapısı gibi) kriterleri ise daha az önemli olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.6 Çift tartılandırma yöntemine göre kriter ağırlıkları ve alternatiflerin puanlanması.

KRİTERLER	AĞIRLIK	ADAY KURULUŞ YERLERİ		
		A1	A2	A3
Ulaşım ve Nakliye	3	9 27	5 15	1 3
Cam Sektörü Pazarı	5	7 35	5 25	1 5
İşgücü	1	1 1	9 9	5 5
Altyapı İmkanları	1	1 1	5 5	9 9
TOPLAM PUANLAR		64	54	22

AHS yöntemi ile elde edilen sonuçların çift tartılandırma yöntemi kullanılarak test edilmesi ve uzman değerlendirmelerinin sağlamlasının gerçekleştirilmesi maksadı ile Kabu (2017)'nin çalışmasında sunulan hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Söz konusu hesaplama incelendiğinde kriter (faktör) ağırlıklarınının 1 ile 10 arasında puanlandığı görülmektedir. Dolayısı ile (4.4)'te belirtilen kriter ağırlıkları yuvarlanmış ve çift tartılandırma yönteminde kullanılacak kriter ağırlıkları:

- Ulaşım ve Nakliye : 3
- Cam Sektörü Pazarı : 5
- İşgücü : 1
- Altyapı İmkanları : 1

olarak belirlenmiştir.

Var olan alternatiflerin kriterlere göre puanlanması gerçekleştirilirken Çizelge 4.2, Çizelge 4.3, Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5 ile verilen uzman görüşleri incenmiştir. Buna göre Çizelge 4.6'da gösterildiği üzere var olan dört adet kriter puanları sırası ile:

- A1 alternatifi için: 9, 7, 1, 1
- A2 alternatifi için: 5, 5, 9, 5
- A3 alternatifi için: 1, 1, 5, 9

olarak belirlenmiştir. Söz konusu puanlamanın gerçekleştirilmesinde Saaty (1994) ölçeğinin (bkz. Çizelge 3.1) puan dereceleri kullanılmış olup aşağıda maddeler halinde belirtilen hususlar göz önünde bulundurulmuştur:

➤ Çizelge 4.2'de belirtilen **ulaşım ve nakliye** kriterine göre alternatifler değerlendirilirken uzmanların, A1 alternatifinin A3 alternatifine göre **kesinlikle daha fazla** (9 puan) önemli olduğunu ve A2 alternatifinin ise A3 alternatifinden **oldukça daha fazla** (5 puan) önemli olduğunu belirttikleri görülmektedir. Dolayısı ile önem sıralaması $A1 > A2 > A3$ olarak tespit edilmiş olup A1 alternatifine 9 puan, A2 alternatifine 5 puan ve A3 alternatifine ise en düşük puan olan 1 puan tayin edilmiştir.

➤ Çizelge 4.3'te belirtilen **cam sektörü pazarı** kriterine göre alternatifler değerlendirilirken uzmanların hiçbir alternatifin diğerlerine göre kesinlikle daha fazla önemli olmadığını belirttikleri görülür. Dolayısı ile hiçbir alternatife 9 puan verilmemiştir. Buna karşılık A1 alternatifinin A3 alternatifine **çok daha fazla** (7 puan) önemli olduğunu ve A2 alternatifinin ise A3 alternatifinden **oldukça daha fazla** (5 puan) önemli olduğunu belirttikleri görülmektedir. Dolayısı ile önem sıralaması $A1 > A2 > A3$ olarak tespit edilmiş olup A1 alternatifine 7 puan, A2 alternatifine 5 puan ve A3 alternatifine ise en düşük puan olan 1 puan tayin edilmiştir.

➤ Çizelge 4.4'de belirtilen **işgücü** kriterine göre alternatifler değerlendirilirken uzmanların, A2 alternatifinin A1 alternatifine göre **kesinlikle daha fazla** (9 puan) önemli olduğunu ve yine A2 alternatifinin A3 alternatifinden **oldukça daha fazla** (5 puan) önemli olduğunu belirttikleri görülmektedir. Bu durumda A1 alternatifinin (en yüksek puanı almış

olan A2 alternatifi göz önünde bulundurulduğunda) hem A2 alternatifinden hem de A3 alternatifinden daha az önemli olduğu görülmektedir. Dolayısı ile önem sıralaması $A2>A3>A1$ olarak tespit edilmiş olup A2 alternatifine 9 puan, A3 alternatifine 5 puan ve A3 alternatifine ise en düşük puan olan 1 puan tayin edilmiştir.

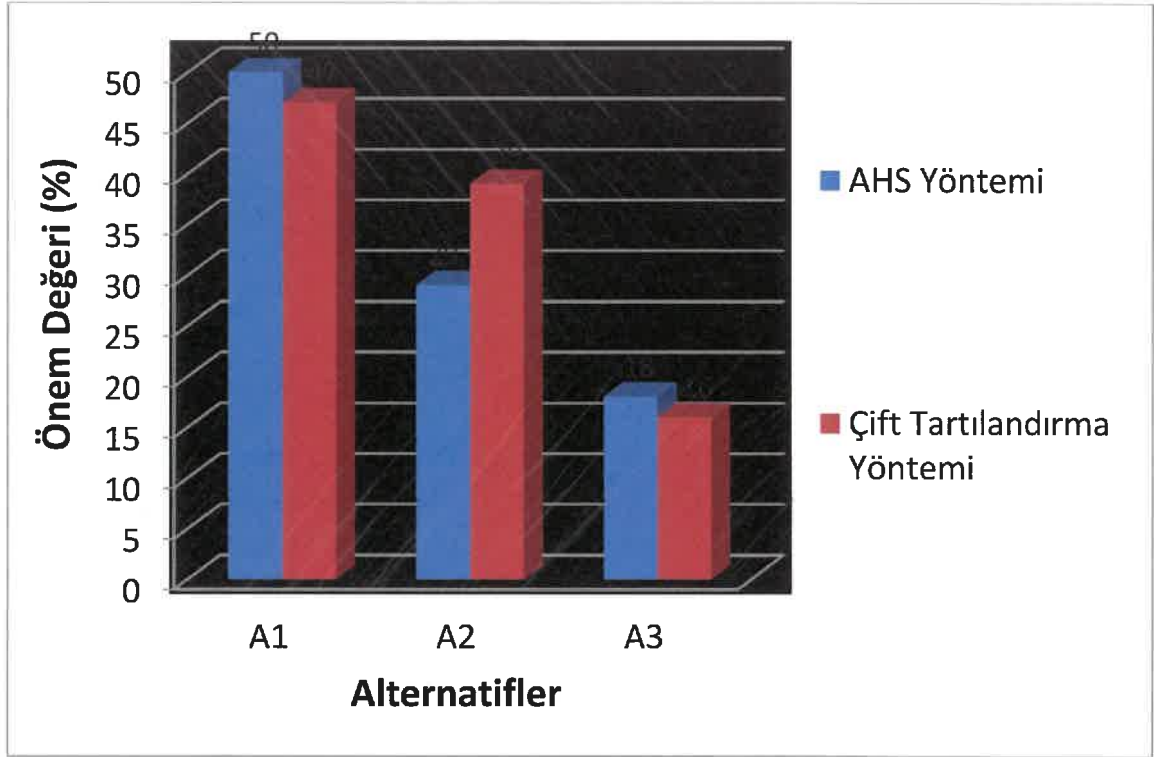
➤ Çizelge 4.4'de belirtilen **alyapı imkanları** kriterine göre alternatifler değerlendirilirken uzmanların, A3 alternatifinin A1 alternatifine göre **kesinlikle daha fazla** (9 puan) önemli olduğunu ve yine A3 alternatifinin A2 alternatifinden **oldukça daha fazla** (5 puan) önemli olduğunu belirttikleri görülmektedir. Bu durumda A1 alternatifinin (en yüksek puanı almış olan A3 alternatifi göz önünde bulundurulduğunda) hem A3 alternatifinden hem de A2 alternatifinden daha az önemli olduğu görülmektedir. Dolayısı ile önem sıralaması $A3>A2>A1$ olarak tespit edilmiş olup A3 alternatifine 9 puan, A2 alternatifine 5 puan ve A1 alternatifine ise en düşük puan olan 1 puan tayin edilmiştir.

Çizelge 4.6'de, çift tartılandırma yöntemine uygun olarak düzenlenen çizelge yardımı ile ağırlık değerleri ile alternatiflerin tayin edilen puanlarının karşılıklı olarak çarpılıp sütun olarak toplanması sonucunda:

- Birinci alternatif (A1): 64 Puan (% 46.71)
- İkinci alternatif (A2): 54 Puan (% 38.57)
- Üçüncü alternatif (A3): 22 Puan (% 15.71)

olarak hesaplanmıştır. Dolayısı ile çift tartılandırma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen tesis yeri seçimi işleminde en uygun alternatifin A1 bölgesi olduğu tespit edilmiştir.

AHS yöntemi kullanılarak elde edilen alternatiflere ait önem değerleri ile çift tartılandırma yöntemi kullanılarak elde edilen önem değerleri Şekil 4.2'de karşılaştırılmıştır. Şekilde görüldüğü üzere, her iki yöntemin kullanılması durumunda A1 alternatifi en yüksek, A3 alternatifi ise en düşük önem değerlerine sahip olmuştur. Ayrıca elde edilen sonuçların birbirlerine oldukça yakın olduğu gözlenmiştir. Böylelikle, çalışma kapsamında kullanılan kriter ağırlıklarının ve alternatiflerin puanlanmasının tutarlığı ve AHS yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamaların doğruluğu ispatlanmıştır.



Şekil 4.2. AHS yöntemi ile çift tartılandırma yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçların karşılaştırması.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELERİN İNCELENMESİ

Günümüzde, artan rekabet koşulları ve değişen pazar şartları karşısında işletmelerin varlıklarını devam ettirebilmeleri ve karlılıklarını maksimize edebilmeleri büyük ölçüde işletmenin bulunduğu alana ve yerleşkeye bağlı olmaktadır. Bu kapsamda, ilk defa tesis edilecek olan işletmelere ait olan tesis yerlerinin en yüksek faydayı sağlayacak şekilde belirlenmesi işletmeler açısından hayati önemi haizdir. Ayrıca, mevcut olan tesis yerlerinin değişmesi ve/veya tesislerin kapasitelerini arttırmak maksadı ile genişleme politikalarının optimum olarak belirlenmesi de aynı derecede önemlidir.

Literatürde, tesis yeri seçimi işlemi oldukça sıklıkla ele alınan bir problem türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu maksatla günümüze kadar birçok yöntem geliştirilmiş olup genel olarak bu yöntemler ÇKKV yöntemleri ile sezgisel ve metasezgisel yöntemler olarak iki temel grupta sınıflandırılmaktadır. Sezgisel ve metasezgisel yöntemler genel olarak yerleşim yapılacak alan içerisinde çok fazla alternatifin bulunduğu ve yerleşim yapılacak olan tesis sayısının da birden çok olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Buna karşılık ÇKKV yöntemleri alternatif ve tesis sayılarının birkaç adet olduğu fakat yerleşim kriterlerinin sayısının fazla olduğu durumlarda tercih edilmektedir. Bu çerçevede, yöneylem araştırmalarının bir alt konusu olarak değerlendirilmekte olan ÇKKV yöntemleri gerek hayali gerekse gerçek hayattaki problemlerde başarı ile uygulanagelmıştır.

Tesis yeri belirlenmesi ile ilgili literatür incelendiğinde AHS yönteminin daha yoğun bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Bunun en temel sebebi ise AHS yönteminin uzman görüşlerini oldukça tutarlı bir şekilde değerlendirmeye alması ve algoritmanın uygulanmasının oldukça tutarlı sonuçlar üretmesidir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen literatür çalışması akabinde AHS yönteminin kullanılmasına karar verilmiş olup, uygulama neticesinde oldukça tutarlı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında, Mersin ili çevresinde tesis edilmesi planlanan bir cam işletmesine ait en etkin tesis yeri belirlenmiştir. Bu maksatla öncelikle ülkemizde ve dünyada var olan çeşitli cam işletmelerinin özellikleri incelenmiştir. İnceleme sonucunda cam işletmelerinin, enerji ihtiyacının yüksek olduğu, hammaddelerin çıkarıldığı bölgelere yakın

olması gerektiği, ulaşım ve nakliye imkânlarının varlığının önemli olduğu ve pazara ve işgücü temininin sağlanabileceği bölgelere yakın olması gerektiği vs. gibi çeşitli faktörlerin ön plana çıkmış olduğu görülmüştür. Çalışma kapsamında, var olan üç adet alternatif bölgenin tanımlanan çeşitli kriterlere göre değerlendirilmesi gerçekleştirilmiş ve uygulanan AHS yöntemi ile en etkin alternatifin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir.

Çalışma kapsamında belirlenen kriterler, uzmanlar tarafından ağırlıklandırılmış ve alternatiflerin kriterler göz önüne alınarak değerlendirilmesi yine uzmanlar tarafından gerçekleştirilmiştir. Kriter ağırlıkları ve alternatiflerin değerlendirilmesine ait tutarlılık oranları 0,03 ile 0,08 arasında değişiklik göstermiştir. Dolayısı ile uzman görüşlerinin oldukça tutarlı olduğu görülmüştür. Uygulama sonucunda birinci alternatif olan yerin %50, ikinci alternatifin %29 ve üçüncü alternatifin ise %8 oranında önceliklenmiş ve buna göre en yüksek öncelik değerine sahip olan birinci alternatif tesis yeri olarak belirlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında önerilen AHS yönteminden elde edilen sonuçlar çift tartılandırma yöntemi ile tesis yeri seçimi metodu ile karşılaştırılmıştır. Bu maksatla öncelikle uzmanlar tarafından belirlenen kriter ağırlıkları ve alternatiflerin belirlenen kriterler göz önüne alındığında elde ettikleri puanlar analiz edilmiştir. Elde edilen puanlamalar kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar neticesinde elde edilen değerler AHS yöntemi ile elde edilen değerlere oldukça yakındır. Benzer şekilde, çift tartılandırma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen seçim işleminde de birinci alternatif, tesis yeri olarak belirlenmiştir. Elde edilen neticenin AHS yönteminde elde edilen sonuçla örtüşüyor olmasından ötürü AHS yönteminin uygulanabilirliği teyit edilmiştir.

KAYNAKÇA

- Al-Hawari**, T., Mumani, A., Momani, A., (2014). Application of the Analytic Network Process to facility layout selection. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(4), 488-497.
- Alp**, O., Erkut, E. & Drezner, Z. (2003). An Efficient Genetic Algorithm for the p -Median Problem. *Annals of Operations Research*, 122(21), pp:21-42.
- Alp**, S., Engin, T. (2011). "Trafik Kazalarının Nedenleri ve Sonuçları Arasındaki İlişkinin TOPSİS ve AHP Yöntemleri Kullanılarak Analizi ve Değerlendirilmesi", *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10 (19), 65-87.
- Ahuja**, R. K., Orlin, J. B., Pallottino, S., Scaparra, M. P., Scutellá, M. G., (2004). A multi-exchange heuristic for the single-source capacitated facility location problem. *Management Science*, 50(6), pp.749-760.
- Ar**, İ. M., Baki, B., Özdemir, F. (2014). Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık Ahs-Vikor Yaklaşımının Kullanımı: Otel Sektöründe Bir Uygulama. *International Journal of Economic and Administrative Studies*. 7(13), ss:93-114.
- Arabani**, A. B., Farahani, R. Z., (2012). Facility location dynamics: An overview of classifications and applications. *Computers & Industrial Engineering*, 62(1), 408-420,
- Badrı**, M. A., (1999). Combining The Analytic Hierarchy Process And Goal Programming For Global Facility Location-Allocation Problem. *International Journal of Production Economics*, 62(3), pp:237-248.
- Ballı**, H., (2014). Bulanık Doğrusal Programlama Modeli İle Bir Kamu Kurumu İçin Tesis Yeri Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü.
- Boonmee**, C., Arimura, M., Asada, T., (2017). Facility location optimization model for emergency humanitarian logistics. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24, 485-498.
- Bornstein**, C. T., ve Azlan, H. B., (1998). The use of reduction tests and simulated annealing for the capacitated location problem. *Location Science*, 6, pp. 67–81.
- Brans**, J. P., (1982). L'ingenierie de la decision: Elaboration d'instruments d'aide a la decision. La Methode PROMETHEE. Universite Laval, Colloque d'aide a la Decision, Quebec, Canada, ss.183-213.

- Brans, J. P.**, ve Mareschal, B., (2005). PROMETHEE Methods, *Multiple Criteria Decision Analysis, State of the Art Survey*, New York, Springer Science.
- Burdurlu, E.**, ve Ejder, E., (2003). Location Choice For Furniture Industry Firms By Using Analytic Hierarchy Process (AHP) Method. *G.U. Journal of Science*, 16(2), 369-373
- Chang, P. Y.**, ve Lin, H. Y. (). Manufacturing Plant Location Selection in Logistics Network Using Analytic Hierarchy Process. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(5), 1547-1575.
- Chen, C. H.**, ve Ting, C. J., (2006). Applying multiple ant colony system to solve the single source capacitated facility location problem. *Lecture Notes in Computer Science*, 4150, pp. 508–509.
- Chen, C. H.**, ve Ting, C. J., (2008). Combining lagrangian heuristic and ant colony system to solve the single source capacitated facility location problem. *Transportation Research Part E*, 44(1), pp. 1099– 1122.
- Curran, R. W.**, Bates, M. E., Bell, H. M., (2014). Multi-criteria decision analysis approach to site suitability of U.S. Department of Defense humanitarian assistance projects. *Procedia Eng*, 78, 59–63
- Current, J. R.**, Samuel ve C. Revelle. (1998). Dynamic facility location when the total number of facilities is uncertain: A decision analysis approach. *European Journal of Operational Research*, 110(3), ss:597-609.
- Çağlı, A. İ.**, (2010). Bireysel Emeklilik Sisteminin Genel Yapısı ve Emeklilik Şirketlerinin Fon Performanslarına Göre TOPSIS Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi - Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü.
- Çınar, K.**, (2016). Cam Üretim Sektöründe Termal Konfor Şartlarının Değerlendirilmesi. Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı Ve Güvenliği Uzmanlık Tezi/Araştırma, Ankara
- Dagdeviren, M.**, ve Yuksel, I., (2007). Personnel Selection Using Analytic Network Process. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(6): 99-118.
- Daskin, M. S.**, (1995). Network and Discrete Location: *Models, Algorithms, and Applications*, John Wiley & Sons.
- Delmaire, H.**, Di'az, J. A., Ferná'ndez, E., (1999). Reactive GRASP and tabu search based heuristics for the single source capacitated plant location problem. *INFOR, Canadian Journal of Operational Research and Information Processing*, 37, pp. 194–225.
- Doong, S. H.**, Lai, C. C., ve Wu, C. H., (2007). Genetic subgradient method for solving location-allocation problems. *Applied Soft Computing*, 7 (1), pp. 373-386.

- Dorigo**, M., Gambardella, L.M., (1997). Ant Colonies for the Travelling Salesman Problem, *Biosystems*, 43 (2), 73–81, 1997.
- Eiselt**, H. A., Laporte, G. (1995). *Facility Location: A Survey of Application and Methods*. Springer, New York.
- Elgün**, M. N., ve Aşıkoğlu, N. O., (2016). Lojistik Köy Kuruluş Yeri Seçiminde Topsis Yöntemiyle Merkezlerin Değerlendirilmesi. *Journal of Economics and Administrative Sciences*, 18(1), 161-170.
- Farahani**, R. Z., Seifi, M. S., Asgari, N., (2010). Multiple criteria facility location problems: A survey. *Applied Mathematical Modelling*, 34(7), 1689-1709.
- Gharravi**, H. G., Farham, M. S. (2014). Applying metaheuristic approaches on the single facility location problem with polygonal barriers. *Int. J. Metaheuristics*, 3(4), pp: 348-370.
- Glover** F. (1997) Tabu Search and Adaptive Memory Programming — Advances, Applications and Challenges. In: Barr R.S., Helgason R.V., Kennington J.L. (eds) *Interfaces in Computer Science and Operations Research*. Operations Research/Computer Science Interfaces Series, vol 7. Springer, Boston, M.
- Gratl**, F.T., Egger, P., Rauch, W. & Kleidorfer, M., (2017) Comparison of Multi-Criteria Decision Support Methods for Integrated Rehabilitation Prioritization. *Water*. 9 (2), 68.
- Hakimi**, S.L., (1964). Optimum Location of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of a Graph. *Operations Research*, 12, pp: 450–459.
- Harris**, I., Mumford, C. L., Naim, M. M., (2014). A hybrid multi-objective approach to capacitated facility location with flexible store allocation for green logistics modeling. *Transportation Research*, 66, pp. 1–22.
- Hindi**, H., ve Pienkosz, K., (1999). Efficient solution of large scale, singlesource, capacitated plant location problem.. *Journal of the Operational Research Society*, 50, 268–274.
- Holland**, J.H. (1975). *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, University of Michigan Press, Ann Arbor: USA, pp. 1-183.
- Holmberg**, K., Ronnqvist, M., Yuan, D., (1999). An exact algorithm for the capacitated facility location problems with single sourcing. *European Journal of Operational Research*, 113, pp. 544-559.
- Hwang**, C. & Yoon, K. P., (1981). *Methods for Multiple Attribute Decision Making. Multiple Attribute Decision Making. Methods and Applications. A State-of- the-Art*

Survey. 58-191.

Imren, E , Karayılmazlar, S , Kurt, R . (2016). Selection Of Optimal Establishment Place Using Ahp (Analytical Hierarchy Process): An Application Of Furniture Industry. *Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 18 (2), 48-54

Joshi, A.,Sharma, A., Rangarh, U., Lavanya, K., (2016). A preference ranking of possible locations for the construction of hydroelectric power plants in India. *Int.J. Adv. Res. Comput. Sci.* 7 (7), 42–46.

Kabir, G., Sumi, R.S., (2014). Power substation location selection using fuzzy analytic hierarchy process and PROMETHEE: A case study from Bangladesh. *Energy* 72, 717–730.

Kennedy, J.; Eberhart, R. C., (1995). Particle Swarm Applied Mathematics. Optimization. *Proc. of the IEEE Int. Conference on Neural Networks*, 4, 1942-1948.

Khadiwi, M. R., Fatemi G. S. M., (2012). Solid waste facilities location using of analytical network process and data envelopment analysis approaches. *Waste Manag*, 32(6) 1258-1265.

Khumawala, B. M., (1974). An efficient heuristic procedure for the capacitated warehouse location problem. *Naval Research Logistics Quarterly*, 21, pp. 609–623..

Kirkpatrick, S, Gelatt, C. D, Vecchi, M. P., (1983). Optimization by simulated annealing, *Science*, 220(4598), pp:671– 680.

Kokash, N., (2018). An introduction to heuristic algorithms. https://www.researchgate.net/publication/228573156_An_introduction_to_heuristic_algorithms, Erişim tarihi: 15 Haziran 2018

Krajewski L. J., Ritzman L. P., Malhotra M. K., (2013). Üretim Yönetimi, “Süreçleri ve Tedarik Zinciri, Çeviri editörü: S. BİRGÜN,9. Basımdan Çeviri, Nobel Yayıncılık, Ankara.

Kuehn, A. A., Hamburger, M. J., (1963) A Heuristic Program for Locating Warehouses. *Management Science* 9(4):643-666.

Kobu, B, (2017). Üretim Yönetimi, 18. Baskı, Avcıol Basın Yayım.

Letchford, A. N., ve Miller, S. J., (2014). An aggressive reduction scheme for the simple plant location problem. *European Journal of Operational Research*, 234(3), pp. 674–682, 2014.

Mucuk, İ., (2011). Modern İşletmecilik, 17. Baskı Türkmen Kitabevi, İstanbul.

- Myers, J. H. and Alpert, M. I., (1968),** “Determinant Buying Attitudes: Meaning and Measurement,” *Journal of Marketing*, 32 (July), 13-20.
- Nyarko, E. K., Cupec, R., Filko, D., (2014).** A Comparison of Several Heuristic Algorithms for Solving High Dimensional Optimization Problems. *International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems*. 5(1).
- Opricovic, S., Tzeng, G.H., (2004).** Compromise Solution By MCDM Methods: A Comparative Analysis Of VIKOR And TOPSIS, *European Journal of Operational Research*, 156, 445-455.
- Owen, S. H., Daskin, M. S., (1998).** Strategic facility location: A review, *European Journal of Operational Research*, 111(3), p. 423-447.
- Ömürbek, N., Üstündağ, S., Helvacıoğlu, Ö. C., (2013).** Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanımı: Isparta Bölgesi’nde Bir Uygulama. *Yönetim Bilimleri Dergisi Cilt*, 11(21), ss. 101-116.
- Özçakar, N. ve Bastı, M., (2012).** P-Medyan kuruluş yeri seçim probleminin çözümünde parçacık sürü optimizasyonu algoritması yaklaşımı. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*. 41(2), ss:241-257.
- Rahmani, A., ve MirHassani, M. A., (2014).** A hybrid firefly-genetic algorithm for the capacitated facility location problem. *Information Sciences*, 283, 70–78.
- Rolland, E., Schilling, D. A., Current, J. R., (1996).** An efficient tabu search procedure for the p-median problem. *European Journal of Operational Research*, 96, pp. 329–342.
- Saaty, T., L., (1980).** *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGrawHill,
- Saaty, T.L., (1990).** How To Make A Decision: The Analytic Hierarchy Proses. *European Journal of Operation Research*, 48, s. 9-26.
- Saaty, T.L., (1994).** Highlights and critical points in the theory and application of the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 74, pp. 426-47.
- Saaty T.L., ve Ozdemir, S.M., (2003).** Why The Magic Number Seven Plus or Minus Two. *Mathematical and Computer Modelling*, 38(3-4): 233-244.
- Sanayi Bakanlığı, (2015).** T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Cam Sektörü Raporu (2015/2).
- Sennaroğlu, B., ve Çelebi, G. V., (2018).** A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods. *Transportation Research Part D*, 59, (160-173).

- Sule, D. R.**, (2001). *Logistics of Facility Location and Allocation*, Marcel Dekker, New York, US.
- Sun, M.**, (2006). Solving the uncapacitated facility location problem using tabu search. *Computers & Operations Research*, 33, pp. 2563–2589.
- TOBB**, (2012). *Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Türkiye Cam ve Cam Ürünleri Sanayi Meclisi Sektör Raporu 2012*.
- Toregas, C.**, Swain, R., Revelle, C., & Bergman, L. (1971). The location of emergency service facilities. *Operation Research*, 19(6), 1363-1373.
- Tryfos, P.**, (2001), *Decision Theory*, Canada, Chapter 3.
- Tuzkaya, G.**, Önüt, S., Tuzkaya, U. R., Gülsün, B., (2008). An analytic network process approach for locating undesirable facilities: An example from Istanbul, Turkey. *Journal of Environmental Management*, 88(4), 970-983.
- Türkay, M.**, (2006). *Optimization Models and Solution Algorithms*, New Frontiers in Total Quality and Strategic Management, S. Kingir (Ed.), 141-152, Gazi Publishing, Ankara.
- Tzeng, G. H.**, Tenga, M. H., Chen, J. J., Opricovic, S., (2002). Multicriteria selection for a restaurant location in Taipei. *Hospitality Management*, 21, 171–187.
- Uludağ, A. S.**, Deveci, M. (2013). Kuruluş Yeri Seçim Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması Ve Bir Uygulama. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Bahar, 13(1), 257-287.
- Ulukan, Z.**, ve Demircioğlu, E., (2015). A Survey of Discrete Facility Location Problems. *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, 9(7), 2487-2492
- Ustasüleyman, T.**, Perçin, S., (2007). Analitik Ağ Süreci Yaklaşımıyla Kuruluş Yeri Seçimi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9 (3), 37-55.
- Webber, A.** (1909). *Über den standort der industrien, tubingen* (translated by CJ, Friedrich as *Theory of the location of industries*). Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Wu, C. R.**, Lin, C. T., Chen, H. C., (2007). Optimal Selection of Location For Taiwanese Hospitals To Ensure a Competitive Advantage By Using The Analytic Hierarchy Process And Sensitivity Analysis. *Building And Environment*, 42, 1431-1444.
- Yang, J.**, & Lee, H. (1997). “An AHP Decision Model for Facility Location Selection”, *Facilities*, 15 (9), pp.241-254.

Yıldız, M. S. ve Şahin, Ö., (2014). Teşvik Paketlerinin İşletmelerin Kuruluş Yeri Seçim Kararlarında Etkisinin Belirlenmesi: Düzce İli İmalat Sanayii İşletmelerinde Bir Araştırma. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 15(1).

Zahedi, F. (1986). The Analytic Hierarchy Process- A Survey of The Method And Its Applacitions, *Interfaces*, Vol 16, No 4, pp:.

Zahiri, M. S., (1991). Incorporating The Uncertainty of Decision Judgements in The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 53(2), 206-216.

EKLER

KRİTERLERE AİT OLAN KARŞILAŞTIRMA MATRİSİNİN OLUŞTURULMASI

Çalışma kapsamında elde belirlenen kriterlere ait ikili karşılaştırmalar ve alternatiflerin (kriterler göz önünde bulundurularak) Saaty (1994) ölçeğine göre değerlendirilmesi, aşağıda sunulan iki adet tablo yardımı ile uzmanlardan alınmıştır.

KRİTERLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Mersin İli çevresinde tesis edilecek olan bir cam işletmesinin yerinin belirlenmesi için görüşlerinize ihtiyaç duyulmaktadır. Bu maksatla, aşağıda verilen soruları sağ sütunlarda verilen değerlendirme ölçeğine göre örnekteki gibi yanıtlayınız.

S/N	SORULAR	DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ				
		Eşit derecede önemlidir	Biraz daha önemlidir	Oldukça önemlidir	Çok daha fazla önemlidir	Kesinlikle daha fazla önemlidir
1	Tesis edilecek olan alanın ulaşım ve nakliye imkânlarının varlığı, alanın cam sektörü pazarına olan yakınlığına kıyasla:	X				
2	Tesis edilecek olan alanın ulaşım ve nakliye imkânlarının varlığı, alanın işgücü temini imkânlarına olan yakınlığına kıyasla:		X			
3	Tesis edilecek olan alanın ulaşım ve nakliye imkânlarının varlığı, alanın altyapı imkânlarının varlığına kıyasla:					X
4	Tesis edilecek olan alanın cam sektörü pazarına olan yakınlığı, alanın işgücü temini imkânlarına olan yakınlığına kıyasla:			X		
5	Tesis edilecek olan alanın cam sektörü pazarına olan yakınlığı, alanın altyapı imkânlarının varlığına kıyasla:				X	
6	Tesis edilecek olan alanın işgücü temini imkânlarına olan yakınlığı, alanın altyapı imkânlarının varlığına kıyasla:		X			

ALTERNATİFLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Var olan üç adet alternatif göz önünde bulundurulduğunda, alternatif yerleri sağ sütunlarda verilen değerlendirme ölçeğine göre seçiniz. Diğer bir ifadeyle, verilen kriter göz önüne alındığında alternatifi veya alternatifleri uygunluğuna göre aşağıdaki örnekte olduğu gibi belirleyiniz

S/N	KRİTER	DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ				
		Eşit derecede uygun	Biraz daha uygun	Oldukça uygun	Çok daha fazla uygun	Kesinlikle daha fazla uygun
1	Ulaşım ve Nakliye			A1, A2'ye göre	A1, A3'e göre A2, A3'e göre	
2	Cam Sektörü Pazarı		A2, A1'e göre		A1, A3'e göre	A2, A3'e göre
3	İşgücü	A1 ile A3		A2, A1'e göre A2, A3'e göre		
4	Altyapı İmkânları	A2 ve A3		A2, A1'e göre		A2, A1'e göre

Çalışma kapsamında ihtiyaç duyulan kriter ağırlarının ve alternatiflerin skorlanmasında aşağıda belirtilen uzmanların görüşlerine başvurulmuştur:

- Elektrik - Elektronik Mühendisi
- İnsan Kaynakları Şefi
- Endüstri Mühendisi

ELEKTRİK - ELEKTRONİK MÜHENDİSİ

Kriterlerin Skorları:

	Ulaşım	Pazar	İşgücü	Altyapı
	Karşılaştırma Matrisi (A)			
Ulaşım	1,00	3,00	7,00	5,00
Pazar	0,33	1,00	7,00	7,00
İşgücü	0,14	0,14	1,00	3,00
Altyapı	0,20	0,14	0,33	1,00

olarak belirlenmiştir. Söz konusu karar matrisinin (A) tutarlılık katsayısı (CR), 0.16 olarak hesaplanmıştır.

Ulaşım Kriterine Göre Alternatiflerin Skorları (Tutarlılık değeri, CR=0.08):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A1)		
A1	1,00	5,00	9,00
A2	0,20	1,00	5,00
A3	0,11	0,20	1,00

Pazar Kriterine Göre Alternatiflerin Değerlendirilmesi (CR=0.21):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A2)		
A1	1,00	0,20	7,00
A2	5,00	1,00	7,00
A3	0,14	0,14	1,00

İşgücü Kriterine Göre Alternatiflerin Değerlendirilmesi (CR=0.37):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A1)		
A1	1,00	0,14	3,00
A2	7,00	1,00	7,00
A3	0,33	0,33	1,00

Altyapı Kriterine Göre Alternatiflerin Değerlendirilmesi (CR=0.5):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A1)		
A1	1,00	0,14	5,00
A2	7,00	1,00	3,00
A3	0,20	0,33	1,00

İNSAN KAYNAKLARI ŞEFİ

Kriterlerin Skorları:

	Ulaşım	Pazar	İşgücü	Altyapı
	Karşılaştırma Matrisi (A)			
Ulaşım	1,00	5,00	7,00	9,00
Pazar	0,20	1,00	9,00	1,00
İşgücü	0,14	0,11	1,00	1,00
Altyapı	0,11	1,00	1,00	1,00

olarak belirlenmiştir. Söz konusu karar matrisinin (A) tutarlılık katsayısı (CR), 0.22 olarak hesaplanmıştır.

Ulaşım Kriterine Göre Alternatiflerin Skorları (CR=0.15):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A1)		
A1	1,00	3,00	5,00
A2	0,33	1,00	7,00
A3	0,20	0,14	1,00

Pazar Kriterine Göre Alternatiflerin Skorları (CR=0.03):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A2)		
A1	1,00	1,00	7,00
A2	1,00	1,00	5,00
A3	0,14	0,20	1,00

İşgücü Kriterine Göre Alternatiflerin Skorları (CR=0.11):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A1)		
A1	1,00	0,14	3,00
A2	7,00	1,00	7,00
A3	0,33	0,14	1,00

Altyapı Kriterine Göre Alternatiflerin Skorları (CR=0.11):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A1)		
A1	1,00	0,14	0,14
A2	7,00	1,00	3,00
A3	7,00	0,33	1,00

ENDÜSTRİ MÜHENDİSİ

Kriterlerin Skorları:

	Ulaşım	Pazar	İşgücü	Altyapı
	Karşılaştırma Matrisi (A)			
Ulaşım	1,00	1,00	3,00	3,00
Pazar	0,20	1,00	9,00	7,00
İşgücü	0,33	0,11	1,00	1,00
Altyapı	0,33	0,14	1,00	1,00

olarak belirlenmiştir. Söz konusu karar matrisinin (A) tutarlılık katsayısı (CR), 0.04 olarak hesaplanmıştır.

Ulaşım Kriterine Göre Alternatiflerin Skorları (CR=2.18):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A1)		
A1	1,00	3,00	0,14
A2	0,33	1,00	7,00
A3	7,00	0,14	1,00

Pazar Kriterine Göre Alternatiflerin Skorları (CR=0.03):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A2)		
A1	1,00	3,00	7,00
A2	0,33	1,00	3,00
A3	0,14	0,33	1,00

İşgücü Kriterine Göre Alternatiflerin Skorları (CR=0.05):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A1)		
A1	1,00	0,11	1,00
A2	9,00	1,00	5,00
A3	1,00	0,20	1,00

Altyapı Kriterine Göre Alternatiflerin Skorları (CR=0.05):

	A1	A2	A3
	Karşılaştırma Matrisi (A1)		
A1	1,00	0,20	0,11
A2	5,00	1,00	1,00
A3	9,00	1,00	1,00

Elde edilen sonuçlara göre en iyi tutarlılık değerini gösteren uzmanların görüşleri seçilmiştir. Buna göre:

- **Kriterlerin skorlanmasında** en iyi tutarlılık değerini gösteren **Endüstri Mühendisi**'nin değerlendirmeleri,
- **Ulaşım** kriterine göre alternatiflerin skorlanmasında en iyi tutarlılık değerini gösteren **Elektrik – Elektronik Mühendisi**'nin değerlendirmeleri,
- **Pazar** kriterine göre alternatiflerin skorlanmasında en iyi tutarlılık değerini gösteren **İnsan Kaynakları Şefi**'nin değerlendirmeleri,
- **İşgücü** kriterine göre alternatiflerin skorlanmasında en iyi tutarlılık değerini gösteren **Endüstri Mühendisi**'nin değerlendirmeleri,
- **Altyapı** kriterine göre alternatiflerin skorlanmasında en iyi tutarlılık değerini gösteren **Endüstri Mühendisi**'nin değerlendirmeleri,

gerçekleştirilen hesaplamalarda kullanılmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜCER Berkcan
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi (gün/ay/yıl) : 31.07.1991
Doğum Yeri : Mersin
Medeni hali : Bekar
Adresi :Fuat Morel Mah.15. Cad. Çoruhlu Green Park Sitesi
Telefon : 0530 033 04 27
E-Posta :

Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet yılı
Yüksek lisans	Toros Üniv. Fen Bil. Ens. Endüstri Müh. Tezli YL.	
Lisans	Toros Üniversitesi Mühendislik Fak.Endüstri Müh.Böl.	2015
Lise	Mersin 19 Mayıs Anadolu. Lisesi	2011

İş Deneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2015-devam ediyor.	Lilyum Elektrik Elektromekanik	İşletme Sorumlu Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

-

İlgi Alanları

Yüzme, Basketbol, Tenis



T.C.
TOROS ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı : 42952496-302.14.04/E.221
Konu : Tez Başlığı Değişikliği

29/08/2018

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığına

Ana bilim dalımız öğrencilerinin tez başlığı değişikliği, aşağıdaki yönetim kurulumuzun 29.08.2018 tarih ve 12/52 sayılı kararı ile uygun görülmüştür.
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.



e-İmzalıdır

Prof. Dr. Fügen ÖZCANARSLAN
Müdür V.

Enstitümüz Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığının 16.08.2018 tarihli ve 11-12-13 sayılı Berkcan GÜCER, İbrahim YÜCESOY ile Uğur ORAL'ın tez başlığı değişikliği konulu yazısı görüşüldü.

Enstitümüz Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencilerinin tez savunma sınavında, tez başlıklarının, savunma sınavı jüri üyelerinin önerisi üzerine aşağıdaki tabloda belirtildiği gibi değiştirilmesine, danışmanına duyurulmak üzere konunun ana bilim dalı başkanlığına ve adı geçen öğrencilerin e-posta adresine bildirilmesine oy birliğiyle karar verildi.

Öğrenci Numarası	Adı-Soyadı	Savunma Sınav Tarihi	Danışmanı	Yeni Tez Başlığı
158030003	Berkcan GÜCER	13.08.2018	Dr.Öğr.Üyesi Fikri EGE	Tesis Yeri Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ve Cam Sanayi Kuruluşu İçin Bir Örnek
158030001	İbrahim YÜCESOY	30.07.2018	Dr.Öğr.Üyesi Fikri EGE	Otomotiv Sanayi İşletmesinde Fiziksel Risk Etmelerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma
158030008	Uğur ORAL	30.07.2018	Dr.Öğr.Üyesi Fikri EGE	Bir Liman Tesisi Konteyner Sevk Operasyonlarında Süreç İyileştirme Çalışması

Paraf : Nazmiye GÖKÇEL(FBEM,Enstitü Sekreteri)

Bahçelievler Mahallesi 1839 Sk. No: 15, 33140 Yenişehir / MERSİN
Telefon: 0324 325 33 00 – Dahili: 4508 FCT: 0530 290 96 95 – 0530 290 96 99 Fax: 0324 325 33 01
E-posta: nazmiye.gokcel@toros.edu.tr Elektronik Ağ: www.toros.edu.tr



2387149236



T.C.
TOROS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNTİHAL PROGRAMI RAPORU

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 25/07/2018

Tezin Başlığı:

“Tesis Yeri Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Ve Cam Sanayi Kuruluşu İçin Bir Örnek “

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın;

a) Giriş,

b) Ana bölümler ve

c) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 71 sayfalık kısmına ilişkin, 25/07/2018 . tarihinde enstitü tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 2’dir.

Uygulanan filtrelemeler:



- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç
- 3- Benzer kelime sayısı 10 adet

yapıldığında en fazla %10,



- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar dahil
- 3- Benzer kelime sayısı 10 adet

yapıldığında en fazla %30’u geçmemelidir.

Tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Yukarıda belirtilen başlıkta danışmanım ile birlikte tamamlamış olduğum tezimin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir. Tezimin tez yazım kurallarına uygun olarak ve intihal olmaksızın hazırladığımı taahhüt eder; intihal olması durumunda tez çalışmamın başarısız sayılacağını ve mezuniyetimin iptalini kabul ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı : Berkcan GÜCER

İmzası : Tarih: 25/07/2018

Yukarıda kişisel ve tez bilgileri verilen öğrencimin belirtilen başlıkta birlikte tamamlamış olduğumuz tezi Turnitin intihal yazılım programında kontrol edilmiş ve etik bir ihlale rastlanmamıştır. İntihal yazılım programının rapor çıktısı ektedir. Ayrıca tezin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Fikri EGE

İmzası : Tarih: 25/07/2018

Ek: İntihal yazılım programının rapor çıktısı (73.sayfa)

ÇOKLU TESİS YERİ SEÇİMİ PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN SEZGİSEL VE METASEZGİSEL ALGORİTMALARIN UYGULANMASI

Yazar Berkcan Gücer

Gönderim Tarihi: 25-Tem-2018 04:24PM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 985129926

Dosya adı: EL_VE_METASEZG_SEL_ALGOR_TMALARIN_UYGULANMASI-berkcan_g_cer.docx (231.43K)

Kelime sayısı: 14171

Karakter sayısı: 103789

ÇOKLU TESİS YERİ SEÇİMİ PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ İÇİN SEZGİSEL VE METASEZGİSEL ALGORİTMALARIN UYGULANMASI

ORIJINALLIK RAPORU

%**2**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**1**

İNTERNET
KAYNAKLARI

%**1**

YAYINLAR

%**1**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

TÜM KAYNAKLARI EŞLEŞTİR (SADECE SEÇİLİ OLAN KAYNAĞI YAZDIR)

%1

★ polen.itu.edu.tr

İnternet Kaynağı

Alıntıları çıkart

Bibliyografyayı Çıkart

Kapat

üzerinde

Eşleşmeleri çıkar

< %1