

T.C.



KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DE MİKRONİZE KALSİT ÜRETİM
TESİSİ YER SEÇİMİ İÇİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR
VERME YÖNTEMLERİYLE BİR UYGULAMA**

MEHMET SARICA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2021



T.C.

KIRSEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLERİ TEKNOLOJİLER ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE'DE MİKRONİZE KALSİT ÜRETİM
TESİSİ YER SEÇİMİ İÇİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR
VERME YÖNTEMLERİYLE BİR UYGULAMA**

MEHMET SARICA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Zeynel BAŞIBÜYÜK

KIRSEHİR / 2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mehmet SARICA



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

“Türkiye’de Mikronize Kalsit Üretim Tesisi Yer Seçimi için Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleriyle Bir Uygulama” adlı tezde, ticari değeri her geçen gün artan mikronize kalsit üretimi için kurulabilecek tesis yeri seçimini disiplinler arası bir çalışma ile tamamlanması amaçlanmıştır. Yer bilimleri alanında benzeri olmayan bu çalışma, endüstriyel hammaddeler alanında yatırım kararlarının verilebilmesi için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin kullanılması açısından örnek olacaktır.

Yüksek Lisansa başlamamda ve yüksek lisans tezimi yazma sürecimde desteğini hep hissettiğim danışmanım Doç. Dr. Zeynel BAŞIBÜYÜK başta olmak üzere Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin Mühendislik Mimarlık Fakültesi öğretim üyelerine; bilgi ve birikimlerini sürekli paylaşan Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünün çok değerli öğretim üyelerine çok teşekkür ederim.

Tezimi, her zaman yanımda olan aileme ve özellikle yeğenim Duru ORUÇ’a ithaf ederim.

Temmuz, 2021

Mehmet SARICA

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	ix
SİMGE VE KISALTIMA LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi	1
1.2. Kalsit Hakkında Bilgiler	2
2. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ.....	5
2.1. Yer Seçim Problemlerinde Kullanılan Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri	6
2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi	12
2.3. AHP'nin Avantajları ve Dezavantajları	20
2.4. Bulanık Mantık	21
2.5. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi	22
2.6. Analitik Hiyerarşi Sürecinin ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanıldığı Çalışmalar.....	26
3. UYGULAMA.....	27
3.1. AHP İle Kalsit İşletmesi Yer Seçimi	28
3.2. BAHP İle Kalsit İşletmesi Yer Seçimi.....	31
4. SONUÇLAR	35
KAYNAKLAR.....	37
EKLER	44
Ek 1. Birinci uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış halı. .	44
Ek 2. İkinci uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış halı. ...	44
Ek 3. Üçüncü uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış halı.	44
Ek 4. Dördüncü uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış halı.	44
Ek 5. Beşinci uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış halı..	45
Ek 6. Altıncı uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış halı. .	45
Ek 7. Yedinci uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış halı.	45
Ek 8. Sekizinci uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış halı.	45

Ek 9. Dokuzuncu uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	46
Ek 10. Onuncu uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	46
Ek 11. Birinci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	46
Ek 12. İkinci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	46
Ek 13. Üçüncü uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	46
Ek 14. Dördüncü uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	47
Ek 15. Beşinci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	47
Ek 16. Altıncı uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	47
Ek 17. Yedinci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	47
Ek 18. Sekizinci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	47
Ek 19. Dokuzuncu uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	47
Ek 20. Yirminci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.	48
ÖZGEÇMİŞ.....	49

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Kalsit el örneği görünümü	2
Şekil 1.2. Öğütülmüş kalsit	3
Şekil 2.1. Karar verme süreci	6
Şekil 2.2. Beş seviyeli hiyerarşik yapı	14
Şekil 2.3. Üçgen bulanık sayılar	22
Şekil 3.1. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi	28
Şekil 3.2. Normalleştirilmiş Matris ve Öncelik Vektörü	29
Şekil 3.3. Tutarlılık oranı	29
Şekil 3.4. Saflık kriteri açısından hesaplamalar	29
Şekil 3.5. Rezerv miktarı açısından hesaplamalar	30
Şekil 3.6. Ulaşım olanakları açısından hesaplamalar	30
Şekil 3.7. Rakip firma mevcudiyeti açısından hesaplamalar	30
Şekil 3.8. Pazara yakınlık açısından hesaplamalar	30
Şekil 3.9. Coğrafik yapı açısından hesaplamalar	31
Şekil 3.10. Bütünleşik ağırlık değerleri	31
Şekil 3.11. Alternatifler arasındaki sıralama	31
Şekil 3.12. BAHP ikili karşılaştırma matrisi	31
Şekil 3.13. Bulanık karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalamaları ve toplam vektörü	32
Şekil 3.14. Normalleştirilmiş ağırlık vektörü	32
Şekil 3.15. Saflık kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar	33
Şekil 3.16. Rezerv miktarı kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar	33
Şekil 3.17. Ulaşım olanakları kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar	33
Şekil 3.18. Kapatılmamış saha büyüklüğü kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar	34
Şekil 3.19. Pazara yakınlık kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar	34
Şekil 3.20. Coğrafik yapı kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar	34

Şekil 3.21. Alternatif puanlarının hesaplanması	35
Şekil 3.22. Alternatiflerin puanlarına göre sıralanması	35



TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 2.1. Önem Dereceleri Tablosu	15
Tablo 2.2. Karşılaştırma Matrisi Yapısı	16
Tablo 2.3. Karşılaştırma Matrisi Örneği	16
Tablo 2.4. Rastgele Değer İndeksleri Tablosu	19
Tablo 2.5. Dilsel Terimler ve Karşılık Gelen Üçgen Bulanık Sayılar	23
Tablo 2.6. Uzman Anketi	24
Tablo 3.1. Yer Seçim Problemi Kriterleri	27
Tablo 3.2. Alternatif Şehirler	28

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
$CaCO_3$: Kalsiyum Karbonat
Ca	: Kalsiyum
Fe	: Demir
λ	: Karşılaştırmaya İlişkin Temel Değer
E	: Değerlendirme Faktörüne İlişkin Temel Değer

Kısaltmalar	Açıklama
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
BAHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi
Ca	: Kalsiyum
$CaCO_3$: Kalsiyum Karbonat
ÇÖKV	: Çok Ölçütlü Karar Verme

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE'DE MİKRONİZE KALSİT ÜRETİM TESİSİ YER SEÇİMİ İÇİN ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE BİR UYGULAMA

Mehmet SARICA

**Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İleri Teknolojiler Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Zeynel BAŞIBÜYÜK

Sanayide kullanımı gün geçtikçe artan ve ekonomik değerinin yanında işlenmesi ile istihdam sağlanmasına katkı veren kalsit minerali için kurulabilecek tesis yeri seçiminin konu alındığı çalışmada öncelikle kalsitin özellikleri incelenmiştir. Kalsitin ve kalsit işlenecek tesisin bölgelere göre değişen özellikleri çıkarılmıştır. Bu özellikler bulunurken hem kalsit minerali üzerine yapılan çalışmalar hem de çok ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılarak yapılan yer seçim problemi çalışmaları incelenmiştir.

Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ve bulanık analitik hiyerarşi (BAHP) prosesi üzerine araştırma yapılmıştır. Bursa, İzmir, Kırşehir, Muğla ve Niğde alternatifleri karşılaştırılmıştır. Kalsit üretim tesisi yer seçimi için AHP ve BAHP yöntemleriyle elde edilen sonuçlara göre her ikisinde de ilk sırada Kırşehir (AHP=0,313; BAHP=0,296), ikinci sırada Bursa (AHP=0,265; BAHP=0,292) ve üçüncü sırada Niğde (AHP=0,180; BAHP=0,177) yer almıştır.

Temmuz 2021, 61 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Çok ölçütlü karar verme, kalsit, AHP, BAHP, yer seçimi

ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE THESIS

AN APPLICATION WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHODS FOR LOCATION SELECTION OF MICRONIZED CALCITE PRODUCTION FACILITY IN TURKEY

Mehmet SARICA

**Kırşehir Ahi Evran University
Graduate School of Sciences and Engineering
Advanced Technologies Department**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Zeynel BAŞIBÜYÜK

In the study, in which the selection of the facility location that can be established for the calcite mineral, the use of which is increasing day by day in the industry and contributing to employment with its processing, as well as economic value, the properties of calcite were examined first. The characteristics of the calcite and the plant to be processed, which vary according to the regions, have been extracted. While these properties were found, both the studies on the calcite mineral and site selection problem studies using multi-criteria decision making methods were examined.

Research has been done one the analytical hierarchy process and the fuzzy analytical hierarchy process, which are among the multi-criteria decision making methods. Bursa, İzmir, Kırşehir, Muğla and Niğde alternatives were compared. According to the results obtained by the AHP and BAHP methods for the location selection of the calcite production facility, Kırşehir (AHP=0,313; BAHP=0,296) is in the first place, Bursa (AHP=0,265; BAHP=0,292) is in the second place and Niğde (AHP=0,180; BAHP=0,177) is in the third place.

July 2021, 61 Pages

Keywords: Multi-criteria decision making, calcite, AHP, FAHP, location selection

1. GİRİŞ

Kalsit, mermer ve kireçtaşı kayaçlarını oluşturan minerale verilen isim olmakla beraber endüstriyel hammadde olarak sanayide yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Kalsit işleme tesisi yapılacak yerin seçilmesi, kurulacak tesisin maliyeti ve bölgesel özellikler nedeniyle oldukça önemli bir karardır.

Karar verme problemlerinde kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemleri sayesinde yatırım kararları daha doğru alınabilir. Çok ölçütlü karar verme yöntemleri kısıtlardan yola çıkarak en uygun alternatifi önerir.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İlk bölümünde çalışmanın amacından, neden önemli olduğundan bahsedilmiştir ve kalsit minerali hakkında bilgiler verilmiştir. Kalsit minerali hakkındaki bilgiler; mineralin özellikleri, Türkiye'deki durumu, kullanıldığı alanlar, üretim ve satış değerlerini kapsamaktadır.

İkinci bölümde çok ölçütlü karar verme yöntemleri hakkında genel bilgilere, çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile yapılan yer seçim problemi çalışmalarına, analitik hiyerarşi prosesi yöntemine ve bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemine yer verilmiştir. Bu yöntemlerin problemlere nasıl uygulanacağından ve kullanıldıkları çalışmalardan bahsedilmiştir.

Üçüncü bölümde kalsit üretim tesisi kurulabilecek beş bölge arasından, belirlenen altı kriterle seçim problemi yer almaktadır. Problem için çözüm hem analitik hiyerarşi prosesi ile hem de bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile sunulmuştur.

Dördüncü ve son bölümde bir önceki bölümde elde edilen sonuçlar değerlendirilerek bölgeler hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.

1.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Geçmişe göre oldukça cazip olan kalsit üretimi için kurulacak tesis yerini doğru seçmek, hem milli kaynakların daha verimli kullanılması hem de bölgelerin muhtemel

potansiyellerini görmek için önemlidir. Belirlenen kalsit rezervleri ve işletme kurulma potansiyeli yüksek olan Bursa, İzmir, Kırşehir, Muğla ve Niğde illerinden birisine yapılabilecek bir tesis için en uygun yerin seçilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaçlar doğrultusunda yapılan çalışma, yüksek maliyetli ve geri dönüşü olmayan yatırımların iyi planlanması açısından önemlidir. İhraç edilen ve ciddi döviz girdisi sağlayan bir ürün olan kalsit için kurulacak tesisin bulunduğu bölgedeki cevher özelliklerini ve bölgesel şartları harmanlayarak yapılan çalışma ülkemiz kalsitinin marka değerini arttıracığı gibi yeni yatırımcıları da ülkemize çekme konusunda tavsiye niteliği taşımaktadır.

1.2. Kalsit Hakkında Bilgiler

Kalsit, kalsiyum karbonat (CaCO_3) kimyasal yapılı bir mineraldir. Kireçtaşı, mermer ve tebeşir gibi kayaların ana minerali kalsittir. Kristal yapıda çeşitli şekillerde bulunur (Şekil 1.1). Saydamdır ve camsı parlaklığa sahiptir. Kolay bir şekilde öğütülerek beyaz toz şekline getirilmektedir (Şekil 1.2). Kalsit kireçtaşı ve mermer kayalarını oluşturan ana mineral olup endüstride de aynı isimle adlandırılmaktadır [1].



Şekil 1.1. Kalsit el örneği görünümü [2]



Şekil 1.2. Öğütülmüş kalsit [3]

Kalsit minerali ıslak ya da kuru işleme teknikleri ile mikronize şekle getirilmekte ve sanayinin kullanımına sunulmaktadır. Ülkemiz üretim süreçlerinde genellikle kuru şekilde kullanılan bilyeli ve karıştırmalı bilyeli değirmenler tercih edilerek mikronize boyutta kalsit elde edilmektedir [4].

Mikronize kalsitin safsızlığını gösteren en önemli ölçütlerden birisi renktir. Gri, kahverengi, yeşil, açık sarı, kırmızı tonlar; karbon, demir sülfür, demir ve mangandan kaynaklanan safsızlıkları gösterir. Mineralin beyazlığı yüksek oranda saflığından kaynaklanır. Bu durum mikronize boyutta üretim için oldukça önemlidir [5].

Kalsitin kalitesine etki eden faktörlerin başında; aşındırma değeri, dağılma hızı, aktivasyon, özgül yüzey, kırma, öğütme, eleme, sınıflandırma ve beyazlık gelir. Beyazlık, mineralin saflığını göstermesinin yanında ışık yansıtma özelliğinin yüzdelik cinsinden değeridir. Kullanım yerlerine göre beyazlık ya da saflık tercihleri değişmektedir. Kalsitin kullanım yerlerini ve saflık oranlarını şu şekilde sıralayabiliriz [6]:

- Kağıt sanayinde dolgu ve kaplama için kullanılır [6-7]. %94 üzeri beyazlık tercih edilir.
- Kalsitin düşük maliyetli olması ve boyanın dayanıklılığını artırması, boya sanayinde tercih edilme nedenlerindedir. Bu kolda beyazlık en az %95 olmalıdır.
- Dolgu malzemesi olarak kullanıldığı bir diğer yer lastik imalatıdır. Kalsiyum karbonat oranı %92'nin üzerinde olmalıdır.
- Plastik sanayiinde de yine dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Burada istenen CaCO_3 oranı %95 ve üzeridir.

- Hayvan yemlerinde %92 oranı yeterlidir. Vücut gelişiminde önemli yere sahip olan kalsiyum (Ca) elementi ihtiyacı bu şekilde giderilir.
- Tarım sektöründe toprağın Ca ihtiyacı, CaCO₃ oranı %90'ın üzerindeki kalsit ile giderilmektedir.
- İlaç sanayiinde %98,8 kalsiyum karbonat içerikli kalsit kullanılır. Demir (Fe) oranının %0,05'i geçmemesi gerekir.
- Kömür ocaklarının güvenliğinde kullanılır. Patlamaya ve yangınların ilerlemesine karşı etkilidir. Burada içerisindeki yanıcı madde oranının düşük olması istenir.
- Cam sanayiinde kimyasallara karşı savunma sağlamanın yanında renk açıcı özelliğinden dolayı da kullanılır. Kalsiyum karbonat oranı %98,5 istenir, şişelerde ve pencerelere takılan camlarda tercih edilir.
- Dolgu malzemesi olarak cam macununda da kullanılır. Burada istenen oran %90'dır.
- Şekerin imalat aşamasında kullanılır. %96 ve üzeri kalsiyum karbonat oranı istenir.
- Kozmetik sanayiinde %98'lik CaCO₃ tercih edilmektedir.
- Patlayıcı madde sanayiinde %98 ve üzeri kalsiyum karbonat içeren kalsite ihtiyaç duyulur.
- Karpit imalatında %92 ve üzeri kalsiyum karbonat gerekir.
- Suyun sertliği azaltmada etkili olması nedeniyle arıtmada kullanılır. %90 ve üzeri kalsiyum karbonat istenir.
- Seramik sanayiinde oldukça geniş bir kullanımı vardır. %98 ve üzeri kalsiyum karbonat içeriğine ihtiyaç duyulur.
- %95 üzeri orana sahip kalsit derz dolgusu olarak kullanılır.
- Petrol rafinerisinde, taşıt yağlarında, tel imalatında yapıştırıcılarda, mürekkep üretiminde, gliserin, sakız, sirke, elktrot imalatında, deri sanayiinde, haşere ilaçlarında, zehir emici olarak, soda, sabun, temizlik tozları, diş macunları, yumuşak talaş kaldırıcı imalatında, sondaj işlerinde ve flotasyonda kullanılır.

Ülkemizde kalsit çok yaygın bir şekilde bulunmaktadır ve yüksek kaliteye sahiptir. Marmara Bölgesi'nde Bursa, Çanakkale, Balıkesir, Yıldız Dağları çevresinde olmak üzere neredeyse bölgenin tamamında yataklara rastlanılmaktadır. İzmir çevresindeki kalsitin beyazlığı Marmara Bölgesi'ndekilere ve Niğde çevresine nazaran daha düşüktür. Muğla'da yüksek beyazlıkta kalsiyum karbonat bulunmaktadır. Türkiye'deki en beyaz oluşumlardan olan Niğde ve çevresi ticari işletmelerin son yıllardaki en çok tercih ettikleri bölge olmuştur [8].

Çalışmamıza konu olan illerin durumlarına bakacak olursak; Bursa yüksek rezervinin yanında %99.6'lık CaCO_3 oranına sahiptir. İzmir'de %93 ile %96 arasında değişen kalitede kalsit yatakları vardır, rezerv miktarı çok yüksektir. Kırşehir %98'in üzerinde CaCO_3 oranına sahiptir ve dünyanın en büyük kalsit üreticilerinden birisine ev sahipliği yapmaktadır. Rezerv miktarı yüksektir. Muğla'da bulunan yatakların kalsiyum karbonat oranı genel itibari ile diğer bölgelere göre düşük olsa da çok yüksek miktarda rezerv bulunmaktadır. CaCO_3 oranı %89 ile %91 arasında değişmektedir. Niğde ilinde bulunan yatakların kalsiyum karbonat oranı %99 civarındadır [9].

2. ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Çok Ölçütlü Karar Verme, birden çok kriter barındıran problemlerde en iyi seçeneğin bulunması için bir araçtır. Kısıtlar ve ulaşılması hedeflenen amaç için sınırlandırılmış olan seçenek, yöntem açısından iyi seçilmiş bir opsiyondur [10].

ÇÖKV yöntemleri cebirsel kısıtlar ile oluşturulan çok sayıda seçeneği barındıran problemlerin çözümünü sağlar. ÇÖKV yöntemlerinin hepsinde ölçülebilen amaçlar ve iyi belirlenmiş kısıtlara bulunmaktadır [11].

ÇÖKV'yi, seçenekler içinde sıralama yapmak adına üstünlüklerini belirlemek ve sorunun aşama sırasına göre parçalarını çıkarmak olarak da tanımlayabiliriz [12].

ÇÖKV çok sayıda seçenek arasından seçim yapılır ve bu seçimi yaparken karar vericinin belirlediği ağırlıklara haiz kısıtlara sahiptir. Bu ağırlıklar kriterlerin kendi aralarındaki önem seviyelerini gösterir [13].

Bu yöntemlerle çözülen problemler iki ve daha çok kritere sahiptir ve klasik algoritmalarla çözülebilirler. Problemler genellikle belirli ve lineer olmayan özelliktedir. Bu gibi durumlarda modelleme için klasik yöntemlerin yerine bulanık mantığa ve yapay zeka tekniklerine gereksinim duyulur [14].

Amaç doğrultusunda çok sayıda seçenek arasından en uygun seçeneğe ulaşmak karar vermedir. Eldeki veriler, belirlenen alternatifler, yöntemler ve kriterler verilen kararın doğruluğuna etki eder. Bu süreç Şekil 2.1'deki adımlara göre ilerler [15].



Şekil 2.1. Karar verme süreci

2.1. Yer Seçim Problemlerinde Kullanılan Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri

Bu bölümde, yer seçim problemlerine ilişkin incelenen çalışmalardan bahsedilmiştir. Literatür taraması sonucunda yer seçimi problemlerinde kullanılan çok sayıda yöntem ve bu yöntemlerin kullanıldığı çok sayıda kaynağa ulaşılmış olur. Çalışmalarda belirlenen kriterler detaylı bir şekilde incelenmiştir. İncelenen ve çözeceğimiz probleme yakın olan çalışmalar aşağıda kronolojik sırayla belirtilmiştir.

Chu (2003), yaptığı çalışmada bir üretim firmasının yeni tesis yeri seçimi için bulanık TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Çalışmada 3 farklı yer, 3 karar vericiden oluşan komite ve 4 kriter bulunmaktadır. Bu 4 kriter; vasıflı işçilerin varlığı, tesisin genişleme imkanı, elde edilen malzemenin kullanılabilirliği, yatırım maliyeti olarak alınmıştır [16].

Akbari vd. (2008), çalışmalarında kentler için kritik bir planlama konusu olan katı atık depolama sahası seçiminde mekânsal karar destek sistemi için Coğrafi Bilgi Sistemi ve Bulanık Çok Kriterli Karar Verme tekniklerini birlikte kullanmıştır. Kentsel ve kırsal alanlara uzaklık, endüstriyel ve tarımsal alanlara uzaklık, kalıcı ve mevsimsel nehirlere uzaklık, faylara olan uzaklık, arazi eğimi, yeraltı su seviyesi, ulaşım ağı, toprak tipi, alanın hem şimdiki hem de gelecekteki kullanımı kriterleri kullanılmıştır [17].

Li vd. (2010), çalışmalarında lojistik merkezi yer seçimi için kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. Aksiyomatik Bulanık Küme ve TOPSİS yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada 15 farklı lokasyon arasından seçim 13 kriter kullanılarak yapılmıştır. Kullanılan kriterler şunlardır: Hava durumu, yer şekli durumu, su tedariği, güç kaynağı, katı atık imhası, iletişim, trafik, aday arazi alanı, aday arazi şekli, aday arazi çevresindeki ana hat, aday arazi değeri, yük taşımacılığı, temel inşaat yatırımı [18].

Regmi ve Hanaoka (2013), çalışmada Laos'taki lojistik merkezlerin konumunu analiz etmek için analitik hiyerarşi süreci ve hedef programlama yöntemleri kullanılmıştır. Kamu ve özel sektör taşımacılığı paydaşlarından toplanan birincil veriler kullanılmıştır. 4 farklı yer

arasından seçim için kriterler: Arazi edinim maliyeti, inşaat maliyeti, nakliye maliyeti, limandan toplam ulaşım süresi, karayollarına, demiryollarına, iç suyollarına, limanlara yakınlık, inşaat çevre etkisi, taşımacılık çevre etkisi, navlun talebi, pazara giriş, üretim merkezleri ve tüketiciler, yakınlardaki serbest ticaret bölgesini ya da özel ekonomik bölgeyi geliştirmek için devlet politikaları [19].

Aktepe ve Ersöz (2014), çalışmalarında AHP-VIKOR ve MOORA yöntemlerini depo yeri seçim problemine uygulamışlardır. 11 il arasından 3 alternatif seçimi yapmışlardır. Satış hacimleri, toptan ve perakende satış arasındaki oran verileri, ulaşım koşulları, depo kiralama maliyeti, rakip firma sayısı, potansiyel büyüme kriterleri kullanılmıştır [20].

Önel (2014), tezinde Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR yöntemleriyle mermer fabrikası kuruluş yeri problemine çözüm üretmiştir. Hammaddeye yakınlık, iş gören sağlama kolaylığı, pazara yakınlık, enerji ve yakıt, var olan işletmelerle birleştirme olanağı kriterleri kullanılarak Denizli şehri içerisindeki 4 farklı alternatif arasından seçim yapılmıştır [21].

Cristea ve Cristea (2016), bölgedeki lojistik merkez için en uygun lokasyonların belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada Electre III kullanılmıştır. 6 farklı yer ve 12 kriter bulunmaktadır. Kriterler: Yerel bölgenin ekonomik performansı, ulaştırma alt yapısı, bölgenin ihracat rekabet gücü, hedef Pazar, ekonomik gelişme potansiyeli, yabancı yatırımları, devlet bütçesi sübvansiyonları, sosyal boyut, işçilik maliyeti, güvenlik, yeşil alanlar [22].

Peker vd. (2016), Trabzon ili içerisinde 3 farklı bölge için yaptıkları yer seçimi çalışmasında Analitik ağ sürecini kullanmışlardır. Kriterler: Çevresel etkiler, trafik etkisi, ekonomik hayatın etkisi, afet lojistiğinin etkisi, üretim merkezine uzaklık, şehir merkezine uzaklık, havaalanına uzaklık, otoyola uzaklık, limana uzaklık, demiryolu taşımacılığı projeleri, otoyol taşımacılığı alternatifleri, arazi edinim maliyeti, arazi ıslah maliyeti, bina tesis maliyeti, nakliye bağlantı bedeli, nakliye maliyeti, arazi büyüklüğü, genişleme fırsatı, zemin yapısı, arazi eğimi, arazi mülkiyet durumu, imar planında arazi kullanılabilirliği [23].

Uyanık (2016), tezinde İstanbul içerisindeki 4 bölgede DEMATEL Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemleriyle çalışılmıştır. Maliyet, doğal kaynaklar, demiryolu sistemine yakınlık, otoyol sistemine yakınlık, şehir merkezine yakınlık, limana yakınlık, arazi büyüklüğü, arazi genişleme imkânı, organize sanayi bölgesine yakınlık, makroekonomik fayda/performans,

çevresel etkiler, yük taşımacılığı kapasitesi, yapılaşmaya uygunluk, inşaat süreci maliyeti, işgücüne erişilebilirlik, taşımacılığın ve lojistiğin çekicilik düzeyi [24].

Gül (2017), tezinde depo yeri seçim problemine çözüm üretmiştir. Toplam teslimat süresi, siparişin karşılanma güvenilirliği, kalite, kapasite esnekliği, katma değerli hizmetler, ulaşım olanakları, potansiyel kalkınma kriterlerinin kullanıldığı çalışmada AHP ve Hedef Programlama yöntemleri ile Türkiye'deki 11 farklı alternatif yer arasından seçim yapılmıştır [25].

Kınay (2017), çalışmasında barınak alanı yer seçim problemini ele almış ve olasılıksal kısıtlı çok amaçlı modelleme yaklaşımı ile çözüm sunmuştur. Ulaşılabilirlik, yardım malzemeleri tedariki, sağlık kurumlarına uzaklık, arazi yapısı, toprak tipi, arazi eğimi, arazi florası, elektrik altyapısı, sıhhi tesisat, mülkiyet durumu kriterleri kullanılmıştır [26].

Demirer (2017), çalışmasında AHP yöntemini kullanarak güneş enerjisi santrali yer problemi üzerine çalışmıştır. Diyarbakır, Karaman, Konya alternatifleri arasından seçim yapılmıştır. Kullanılan kriterler şunlardır: Fırsat odaklı kriterler (kamusal fırsat, lojistik fırsat, sosyal fırsat), maliyet odaklı kriterler (sabit maliyet, değişken maliyet), çevresel kriterler (coğrafi uyumluluk, iklim yapısı) [27].

Emeç ve Akkaya (2018), yaptıkları çalışmada stokastik AHP ve bulanık VIKOR yöntemlerini, depo yeri seçimi probleminde kullanmışlardır. 4 farklı şehir arasında seçim yapılan çalışmada kullanılan kriterler: Ulaşım çeşitliliği, tedarikçilere yakınlık, kalkınma hızı, depolama kapasitesi, müşterilere yakınlık, rakiplere yakınlık, işçilik maliyetleri, ulaşım maliyetleri, depreme dayanıklılık, arazi maliyeti, iklim koşulları, elde tutma maliyeti, iletişim sistemleri, müşteri hizmet değeri, teslimat süresi, üreticilere yakınlık, elektrik su ve telefon altyapısı [28].

Özdemir ve Şahin (2018), AHP yöntemini kullanarak güneş enerjisi santrali için yer seçim problemi üzerine çalışmışlardır. Potansiyel enerji üretimi, çevresel faktörler, güvenlik, mevcut iletim hattından uzaklık, topoğrafik özellikler kriterleriyle 3 farklı bölge arasında sıralama yapılmıştır [29].

Sennaroğlu ve Çelebi (2018), AHP, PROMETHEE ve VIKOR yöntemlerini kullanarak askeri alan yer seçimini 4 bölge arasından yapmışlardır. Problem çözümünde; askeri kriterler, genişleme potansiyeli, toprak maliyeti, çevresel ve sosyal etkiler, iklim koşulları,

altyapı hizmetleri, arazi özellikleri, coğrafik özellikler, operasyonel ve destek gereksinimleri kriterleri kullanılmıştır [30].

Zararlı vd. (2018), Kayseri ili içerisindeki 4 bölge için lojistik merkezi yer seçimi problemi üzerine çalışmışlardır. Kullandıkları kriterler: Alan, genişleme alanı, altyapı olanakları, kente yakınlık, endüstri ve ticaret merkezlerine yakınlık, limana yakınlık, demiryoluna yakınlık, arazi maliyetleri olmak üzere 8 adettir [31].

Roh vd. (2018), çalışmalarında uluslararası insani yardım lojistiği için önceden konumlandırılmış depo yeri seçimi probleminin çözümü için çalışmışlardır. Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada 5 farklı alternatif yer için çözüm sunulmuştur. Konum özellikleri, ulusal istikrar, bölgeden kaynaklı maliyetler, işbirliği ve lojistik ana kriterleri kullanılmıştır [32].

Yeşilkaya (2018), kağıt fabrikası kuruluş yeri seçim problemi konusunda AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerini kullanarak çözümler üretmiştir. Adana, Mersin, Kahramanmaraş, İskenderun ve Osmaniye bölgeleri arasında seçim yapılan çalışmada; Pazar, işgücü, hammadde, ulaşım, teşvikler, atıklar ve su kaynağı, enerji, arazi kriterleri kullanılmıştır [33].

Akçay ve Atak (2018), güneş enerjisi santrali yer seçimi problemi üzerine yaptıkları çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemleri ile çözüm üretilmiştir. Konya, Karaman, Antalya, Burdur, Van ve Mersin alternatifler olarak belirlenmiştir. Kullanılan kriterler: Bölgesel teşvikler, arazi maliyetleri, trafo vergisi, güneşlenme süresi, güneş ışınımı, enerji miktarı, yağış miktarı, karlı gün sayısı, deprem riski, erozyon riski, işsizlik oranı, iş gücü [34].

Liao ve diğ. (2018), Bulanık Delphi Metodu DEMATEL, ANP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak, kadın spor merkezleri için yer seçim problemine çözüm sunmuşlardır. 3 farklı alternatif bölge arasından yapılan seçimde; nüfus artış hızı, kadın nüfusu, kadın akışı, nüfus yoğunluğu, metro istasyonuna yakınlık, otobüs durağına yakınlık, ana yolun konumu, ticari bir alana yakınlık, kira bedeli, bina durumu, görünürlük, rekabet yoğunluğu kriterleri kullanılmıştır [35].

Rahman ve diğ. (2018), çalışmalarında plastik imalat sanayi tesisi yer seçimi problemine AHP metoduyla çözüm bulmuşlardır. 5 alternatif arasından seçim yapılırken; insan kaynağı, ulaşım maliyetleri, arazi maliyeti, su kaynağı, inşaat maliyeti, vasıflı işçi mevcudiyeti,

müşteriye yakınlık, yöre halkının tutumu, iletişim olanakları ve diğer olanaklar (işçi sağlığı, hükümet politikası, iklim durumu, çocuk eğitim tesisleri vb.) kriterleri kullanılmıştır [36].

Li ve Wei (2018), dağıtım merkezi yer seçimi problemi için AHP ve THOWA yöntemleriyle çözüm üretmişlerdir. 4 farklı alternatif arasından yapılan seçimde kullanılan kriterler: Arazi fiyatı, işgücü kriterleri, müşteri dağılımı, şehir planlaması, teşvik politikası, trafik koşulları, kamu tesislerinin durumları, çevreye olan etki, trafik tıkanıklığına etki, doğal koşullar, kirletici emisyon, kirliliğe duyarlılık [37].

Wang ve diğ. (2018), çalışmalarında bulanık AHP ve TOPSİS yöntemlerini kullanarak yenilenebilir enerji santrali yer seçimi problemi üzerine çalışmışlardır. Belirlenen alternatif bölge sayısı 7'dir. Yöre halkının yaşam kalitesine etki, ekolojik çevre üzerine etki, arazi kullanımı, inşaat maliyeti, işletme ve bakım maliyeti, potansiyel talep, yönetmelikler ve destek politikaları, yasalara ve mevzuata uygunluk, şehirden veya kentsel alandan uzaklık, rüzgar enerjisi potansiyeli, ana yol ağına olan uzaklık kriterleri kullanılmıştır [38].

Toklu ve Uygun (2018), rüzgar santrali yer seçimi problemine çözüm sunmuşlardır. Bulanık AHP ve Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada; rüzgar hızı, rüzgar gücü yoğunluğu, kapasite faktörü, enerji nakil hatları şebekesine olan uzaklık, arazi engebe değeri kriterleri ile 3 farklı bölge arasından seçim yapılmıştır [39].

Güler ve Yomralıoğlu (2018), yaptıkları çalışmada coğrafi bilgi sistemini ve Bulanık AHP yöntemini kullanarak İstanbul içinde elektrikli araç şarj istasyon alanı seçimi üzerine çalışmışlardır. Kriterler: Yeşil alanlara uzaklık, eğim, yollara uzaklık, benzin istasyonlarına uzaklık, alışveriş merkezlerine uzaklık, park alanlarına uzaklık, gelir oranları, arazi değerleri, nüfus yoğunluğu, ulaşım istasyonlarına uzaklık [40].

Singh ve diğ (2018), depo yeri seçimi ile ilgili çalışmalarında Bulanık AHP ile çözüm üretmişlerdir. 4 farklı bölge arasından seçimde kullanılan kriterler: Ulaşım ve bağlantı, elektrik ve su kaynağı, bilgi teknolojisi ve telekomünikasyon kurulumu, arazi maliyeti, vergilendirme politikaları, teşvikler, pazar büyüklüğü, ana pazara yakınlık, pazar büyüme kapsamı [41].

Abdalla (2018), tezinde AHP ve Ağırlıklı Doğrusal Kombinasyon yöntemlerini kullanarak çöp depolama yeri seçimi problemi üzerine çalışmıştır. Süleymaniye şehri için yapılan çalışmada; şehir merkezleri, toprak tipi, yükselti, ören yerleri, yollar, eğim, askeri alan, su

kuyuları, nehirler, köyler, tarım arazisi kullanımı, ulaşım araçları, elektrik hattı, sanayi siteleri, rüzgâr yönü ve havalimanı kriterleri kullanılmıştır [42].

Kahraman ve diğ. (2019), çalışmalarında hastane yer seçim problemi için Bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. 5 bölge arasından seçimde; kurulum maliyetleri, hedef bölgeye yakınlık, çevresel faktörler, demografik yapı ve ulaşım olanakları kriterleriyle çözüm üretilmiştir [43].

Arar ve diğ. (2019), Bulanık AHP ve VIKOR yöntemlerini kullanarak ofis yeri seçim problemi üzerine çalışmışlardır. Maliyet, erişilebilirlik, fiziksel durum, bölgesel özellikler ana kriterler ve başlangıç maliyetleri, aylık maliyetler, işçilik maliyeti, otopark kullanılabilirliği, trafik yoğunluğu, toplu taşıma, ofisin görünürlüğü, ofisin büyüklüğü, yapısal özellikler, komşu ofisler, pazara yakınlık, iş ortaklarına yakınlık, güvenlik durumu, saygınlık alt kriterleri ile 5 alternatif arasından seçim yapılmıştır [44].

Çalık (2020), çalışmasında Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanarak depo yeri seçim problemine çözüm üretmiştir. Maliyet, konumun özellikleri, yakınlık ana kriterinin yanında işçilik maliyetleri, taşıma maliyetleri, elleçleme maliyetleri, stok tutma kapasitesi, arazi kullanılabilirliği, iklim, müşterilere yakınlık, tedarikçilere veya üreticiye yakınlık ve taşıma modlarına yakınlık alt kriterleri kullanılmıştır. 4 bölge arasından seçim yapılmıştır [45].

Karaşan ve diğ. (2020), DEMATEL, AHP, TOPSIS yöntemleri ile elektrikli araç şarj istasyonlarının yer seçim problemi hakkında çalışmışlardır. İstanbul'da belirlenen 9 bölge arasından seçimde; maliyet, coğrafya ve altyapı, güvenilirlik ve emniyet, çevre ana kriterlerinin yanı sıra arazi maliyetleri, sabit giderler, inşaat maliyetleri, işletme maliyetleri, ulaşım maliyetleri, yatırım giderleri geri dönüş süresi oranı, istasyon geliştirme maliyeti, trafik akışı, iletişim, tesis ulaşılabilirliği, karayolu ağı, yapı durumu, arazi kullanımı, güç sistemi güvenliği, trafik kolaylığı, trafik şartlarının boyutu, tesis şartlarının boyutu, sürücülerin rahatlığının sağlanması, servis çapı, müşteri tercihleri, insan hayatı üzerindeki etkisi alt kriterleri kullanılmıştır [46].

Sağnak (2020), bulanık AHP ve bulanık TODIM yöntemleri ile 5 alternatif arasından depo yeri seçimi problemi hakkında çalışmıştır. Taşıma maliyeti, satış tahmini, depo yatırım maliyeti, depo kapasitesi, teslim süresi, çalışan maliyeti, çeşitli taşıma opsiyonlarının varlığı, müşterilere yakınlık, tedarikçilere yakınlık, üreticilere yakınlık, arazi uygunluğu, vergi politikası, altyapı, güvenlik kriterleri kullanılmıştır [47].

Türk ve Özkök (2020), çalışmalarında 5 bölge arasında tersane tesis yeri seçimi problemine bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemleri ile çözüm sunmuşlardır. İşçi kalitesi, işçilik maliyeti, iş gücü arzı, beyaz yakalı personel mevcudiyeti, ulaşım, iklim, nüfus yapısı, enerji kaynaklarının yeterliliği, bölgenin ekonomik durumu, tedarikçilere yakınlık, sanayi bölgelerine yakınlık, diğer tersane bölgelerine yakınlık, altyapı ve inşaat birim maliyeti, gelir düzeyi, işsizlik oranı, yaşam maliyeti, farklı kültürlü popülasyonların kabul edilebilirliği, mali teşvik, vergi teşviki, finans ve kredi imkanları, bankacılık hizmetlerinin kullanılabilirliği kriterleri kullanılmıştır [48].

Eroğlu (2021), çalışmasında rüzgar santrali yer seçimi problemi üzerine çalışmıştır. Bulanık AHP ve CBS yardımıyla çözüm üretmiştir. Kullanılan kriterler: Rüzgar potansiyeli, ormanlık alanlar, suluk alanlar, kayalık araziler, konut sahası, eğim, yollara uzaklık, engebe, şebekelere uzaklık, toprak, jeoloji, heyelan, kuş göç yolları, rekreasyon, bitkiler ve hayvanlar, buz bölgesi, depremsellik [49].

Tripathi ve diğ. (2021), hastane yeri seçimi için CBS tabanlı AHP ve bulanık AHP yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, 7 bölge arasında sıralama yapılmıştır. Nüfus yoğunluğu, gecekonduya yakınlık, arazi masrafı, ana yola yakınlık, diğer hastaneye yakınlık, demir yoluna yakınlık, genişleme imkânı, eğim, hava kirliliği, yeşil alan, sağlığa zararlı sanayi kriterleri kullanılmıştır [50].

2.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi

Analitik hiyerarşi prosesi, ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpert ikilisi tarafından ortaya atılmış ve 1977’de ise Profesör Thomas Lorie Saaty tarafından bir model olarak geliştirilerek karar verme problemlerinin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir [51-52].

İlk kullanımı 1971 yılında Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı Departmanında olasılık planlama problemleri üzerinedir. 1972 yılında, yine Amerika’da “Ülke Ekonomisine Katkıda Bulunma Payına Göre Firmalara Elektriğin Dağıtımını Prosesi”nde kullanılan bu yöntem gelişimini sürdürmüştür. Yargularla ilgili olarak kullanılan ölçeğin tarihi de Kahire’de, 1972 yılında, yine Saaty tarafından yürütülen “Ne Barış ne de Savaş” anlayışının Mısır Ekonomisi, politikası ve askeri gücüne etkileri projesine dayanmaktadır. AHP, 1973’te Sudan Ulaşım Projesi’nde kullanılmasıyla yetişkinlik çağına gelmiş ve her yönüyle teorik olarak gelişimini 1974-1978 yılları arasında sağlamıştır. Analitik hiyerarşi prosesi, “Silah Kontrolü ve Silahsızlanma İçin Terörizmin Analiz Edilmesi”, “Kuzey İrlanda’daki

Karışıklık ve Çatışmaların İncelenmesi” ve “Hükümetlerin veya Milletlerarası İlgili Gruplarının Önceliklerine Göre Kaynak Planlaması” gibi birçok konuda kullanılmıştır [53-54].

Nicel ve nitel verileri bir arada kullanabilen, açıklayıcı, ikili karşılaştırmalar sayesinde puanlamalar yapıp ölçek verileri elde eden çok kriterli bir değerlendirme teorisi olmakla birlikte bilginin iletişimi, anlaşılması için çok önemli bir araçtır [55-56].

Analitik hiyerarşi süreci, karar verme proseslerinde grubun veya bireylerin önceliklerini dikkate alarak kalitatif ve kantitatif değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir [57]. Karar vericiler tarafından, belirli veya belirsiz olma durumu altında, çok fazla alternatif içinden seçim yaparken çok ölçütlü karar verme problemlerinde kullanılır. [55-58].

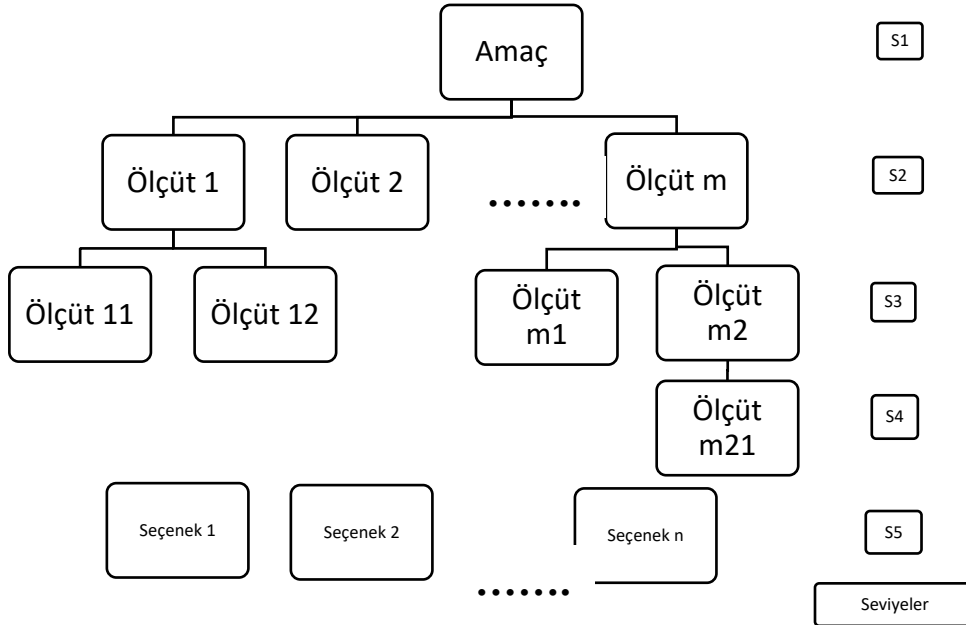
AHP yönteminin amacı; verilen seçenekler kümesi için bağlantılı önceliklerin bir skalaya oturtulmak suretiyle, karar vericinin sezgisel yargılarını ve karar verme prosesindeki seçeneklere ait karşılaştırma tutarlılığını da dikkate alarak, bu prosesin (karar verme prosesi) en etkin şekilde tamamlanmasını sağlamaktır. Bu yaklaşım, karar vericinin bilgi ve tecrübesine dayalı olarak sahip olduğu yargıları destekler niteliktedir. AHP'nin güçlü yönü, bu yöntemin sayılabilen ve sayılamayan faktörleri sistematik bir yol ile düzenlemesi ve tüm faktörleri dikkate alarak karar verme prosesinde basit ve etkin bir çözüm yolu sunmasıdır [59].

AHP farklı amaç ve hedefler arasında etkileşime sahip olabilecek karmaşık ve yapılandırılmamış problemleri çözmek için güçlü bir tekniktir. Bu teknikte karmaşık ve çok kriterli bir problem, hedef olarak en üst seviyeye sahip olan birden fazla hiyerarşi seviyesine ayrılır. Hiyerarşi yapısını oluşturan alternatifleri orta, alt ve en düşük seviye kriterler olarak gruplayabiliriz. Her bir hiyerarşi seviyesindeki kriterler ve alt kriterler arasındaki öncelikler, uzman kararları ile hesaplanır. Uzmanlar ve karar vericiler ile görüşülerek homojen kriter çiftlerine ikili karşılaştırma kararları uygulanır ve sonuçta alternatiflerin sıralanmasında genel öncelikler oluşturulur. AHP, alternatifler arasında seçim yapmak ve aralarındaki öncelikleri belirlemek için ilgili değerlendiricilerin hem objektif hem de alt objektif kararlarını alabilir [60-61].

AHP'yi diğer yöntemlerden ayıran en önemli özelliği ulaşılmak istenen hedef için belirlenen kriterler arasında hiyerarşi oluşturmasıdır. Belirlenen kriterler benzer niteliklerle birlikte sınıflandırılır ve başka bir başlığın altında toplanır [62].

AHP'nin uygulama adımları aşağıdaki gibidir [63-64]:

- **Problemin Tanımlanması:** Sadece AHP Yöntemi değil, karar verme problemlerini çözmek için kullanılan tüm yöntemlerin birinci aşaması budur. Problemin tanımlanması sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, bu problemin AHP Yöntemine uygun olup olmadığı, başka bir deyişle, elemanların kantitatif göstergelerinin bulunup bulunmadığıdır. AHP Yönteminin en önemli özelliği öznel değerlendirmeler için bir ölçü birimi yaratmasıdır.
- **Sistemin Gözlenmesi:** AHP çok amaçlı, karmaşık bir problemi, her düzeyi belirli kriterlerden oluşan bir hiyerarşiye ayrıştırır. Bu kriterler de, daha sonra, alt elemanlara bölünürler. En alt düzeye ise, değerlendirilecek olan seçenekler yerleştirilir. Böyle bir hiyerarşik yapının kurulabilmesi ve söz konusu kriterlerin belirlenebilmesi için sistemin bütünü, elemanları ve bunların birbirleri ile ilişkileri iyice gözlenmelidir.
- **Hiyerarşik Yapının Kurulması:** Bu aşama, klasik problem çözme teknikleri ile karşılaştırıldığında daha çok "model kurma" aşamasına karşılık gelmektedir. Ancak bu model kişiden kişiye değişiklik gösterir ve bunlardan birinin doğru, diğerlerinin yanlış olması söz konusu değildir. Mantıklı bir subjektif yaklaşım, çoğu zaman objektif yaklaşımlardan daha sağlıklı olmaktadır. Hiyerarşide en önemli husus, her bir seviye elemanları ve bu elemanlar arasındaki ilişkilerdir. Çünkü bu model sayesinde, her seviyedeki elemanların göreceli gücünü hiyerarşik modelin en üst seviyesine yaptığı etkiyi ölçmek asıl amaçtır. Hiyerarşik yapı Şekil 2.2'deki gibi kurulur.



Şekil 2.2. Beş seviyeli hiyerarşik yapı

- **Önceliklerin Belirlenmesi:** Model kurulduktan sonraki aşama, aynı hiyerarşi düzeyindeki faktörlerin görece ağırlıklarının belirlenmesidir. Bu işlem, bir üst düzeydeki faktörle bağlantılı olan alt düzeydeki faktörlerin, kendi aralarında yapılacak ikili karşılaştırmaları şeklinde gerçekleştirilir. Her bir seviye ve daha aşağıdaki elemanlar için de bir tane olmak üzere $n \times n$ boyutunda Tablo 2.1'deki önem dereceleri tablosu kullanılarak ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. İkili karşılaştırmalar hangi öğenin diğerine baskın olduğuna göre yapılır. Faktörlerin görece ağırlıkları ise, ikili karşılaştırmaları içeren matrisin özvektörünün (eigenvector) hesaplanıp normalize edilmesi sonucunda bulunmaktadır.

Tablo 2.1. Önem Dereceleri Tablosu [65-66]

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki faktör de aynı öneme sahiptir.
3	Orta Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak Derecede Önemli	Faktörlerden biri diğerinden çok yüksek derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ara Değerleri Temsil Eder	İki faktör arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda kullanılır.

Karşılıklı i, j ile karşılaştırılırken bir değer (x) atanmış ise; j, i ile karşılaştırılırken Değerler atanacak değer ($1/x$) olur.

- Hiyerarşik sentez kullanılarak kriterlerin ağırlıkları ile özvektörleri ağırlıklandırılır ve hiyerarşinin bir alt seviyesindeki denk gelen ağırlıklandırılmış tüm özvektörlerinin elemanlarının toplamı alınır.
- Değerlendirme ve Sonuç: Özvektörün hesaplanması sırasında “Tutarlılık Oranı” hesaplanır. Bu indeksin 0.1 ve daha yüksek çıktığı durumlarda değerlendirmelerin uyumsuz olduğu belirtilmektedir. Dolayısıyla, elde edilen sonuçlar, sağlıklı seçim yapılabilmesi için

yeterli olmadığından sistemin daha kararlı hale getirilmesinde veya yeni hedeflere yönelmede geri besleme olarak kullanılabilirler. Hiyerarşinin yapısını değiştirmek sureti ile yapılabilecek model değişiklikleri aşamasına geçmeden önce ikili karşılaştırmalar kontrol edilmelidir. Tutarlılık Oranı, kabul edilebilir düzeyde ise mantıklı olarak, en büyük göreceli ağırlığa sahip olan alternatif seçilir ve uygulanır.

Karşılaştırma Matrisi oluşturulurken kullanılan Tablo 2.1'deki yapıda her alternatifin kendisine denk gelen karşılığı 1 olarak alınır ve Tablo 2.2 Karşılaştırma Matrisi Yapısı oluşturulur.

Tablo 2.2. Karşılaştırma Matrisi Yapısı [65-67]

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Tablo 2.3'te karşılaştırma matrisine bir örnek verilmiştir.

Tablo 2.3. Karşılaştırma Matrisi Örneği

Kriterler	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
K ₁	1	7	9	5
K ₂	1/7	1	5	3
K ₃	1/9	1/5	1	1/3
K ₄	1/5	1/3	3	1

Oluşturulan matris, faktörlerin birbirlerine göre önem seviyelerini gösterir. Bu faktörlerin bütün çerçeve içerisindeki ağırlıkları yani yüzde önem dağılımlarını belirlemek için karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur. B vektörü [65-67];

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \vdots \\ \vdots \\ b_{n1} \end{bmatrix} \text{şeklinde gösterilir.}$$

Ve sütun oluşturulurken;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, \text{ formülü kullanılır.}$$

Bu formülün örneklendirilmesi şu şekildedir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 9 & 5 \\ 1/7 & 1 & 5 & 3 \\ 1/9 & 1/5 & 1 & 1/3 \\ 1/5 & 1/3 & 3 & 1 \end{bmatrix}, \text{ Tablo 2.3'teki matrise göre } B_1 \text{ vektörünün elemanı olan } b_{11};$$

$$b_{11} = \frac{1}{1 + \frac{1}{7} + \frac{1}{9} + \frac{1}{5}} = 0,688, \text{ olarak hesaplanır.}$$

Bu şekilde B_1 vektörünün diğer elemanları da hesaplanarak;

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0,688 \\ 0,098 \\ 0,076 \\ 0,138 \end{bmatrix}, \text{ vektörü elde edilir. Sütun vektörünün değerleri toplamı 1'dir.}$$

Bu adımlar tüm sütunlara uygulanır ve kriter sayısı kadar sütun vektörü elde edilir. Sütun vektörleri bir araya getirilerek C_{ij} matrisi oluşturulur. Bir matris içerisinde bir arada yazılan n tane B sütun vektörünün oluşturduğu C_{ij} matrisi;

$$C_{ij} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}, \text{ şeklinde gösterilir.}$$

A_{ij} matrisinin değerlerini kullanarak sütun vektörü işlemlerini tamamlayarak oluşturulan C_{ij} matrisi:

$$C_{ij} = \begin{bmatrix} 0,688 & 0,82 & 0,5 & 0,536 \\ 0,098 & 0,117 & 0,278 & 0,321 \\ 0,076 & 0,023 & 0,056 & 0,036 \\ 0,138 & 0,039 & 0,167 & 0,107 \end{bmatrix}, \text{ şeklinde oluşturulur.}$$

C_{ij} matrisi oluşturulduktan sonra, bu matriste kullanılarak faktörlerin birbirine göre önem derecelerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilir. Bu dağılımları elde etmek için aşağıda gösterilen formüldeki gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve "Öncelik Vektörü" isimli W sütun vektörü elde edilir.

$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n}$, C_{ij} matrisinin tüm satırları için uygulanacak bu formül ile oluşturulan W öncelik vektörü şu şekildedir:

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix}$$

Örnekteki değerlere göre oluşturulan W öncelik vektörü:

$$W = \begin{bmatrix} \left(\frac{0,688+0,82+0,5+0,536}{4} \right) \\ \left(\frac{0,098+0,117+0,278+0,321}{4} \right) \\ \left(\frac{0,076+0,023+0,056+0,036}{4} \right) \\ \left(\frac{0,138+0,039+0,167+0,107}{4} \right) \end{bmatrix} \approx \begin{bmatrix} 0,636 \\ 0,204 \\ 0,048 \\ 0,113 \end{bmatrix}, \text{ matrisi oluşturulur.}$$

Buradan çıkan sonuç faktörlerin önem oranı, dolayısıyla da sahip olduğu etkidir. Örneğe göre faktörlerin etkileri; K_1 'in %64, K_2 'nin %20, K_3 'ün %5 ve son faktör K_4 'ün %11 şeklinde ifade edilir.

Analitik hiyerarşi prosesi her ne kadar kendi içinde oldukça tutarlı bir yöntem olsa da ulaşılan sonuçların gerçekliği karar vericinin faktörler arasında yaptığı birebir karşılaştırmadaki tutarlılığa bağlı olacaktır. Elde edilen Tutarlılık Oranı ile bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla faktörler arası birebir karşılaştırmaların tutarlılığı anlaşılır. AHP, Tutarlılık Oranı hesaplamasının temelini, faktör sayısı ile “Temel Değer (λ)” adı verilen bir katsayının karşılaştırılmasına dayandırır [65-67]. λ 'nın hesaplanması için öncelikli yapılacak şey A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörünü bulmaktır. D vektörü;

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ d_n \end{bmatrix}, \text{ şeklindedir [55].}$$

$e_i = \frac{d_i}{w_i}$ formülünde gösterildiği gibi bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (e) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri (λ) verir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi de aşağıdaki formül yardımı ile bulunur.

$$\text{Tutarlılık Göstergesi} = \frac{\lambda - n}{n - 1}$$

Son aşamada ise Tutarlılık Göstergesi; Tablo 2.4'te verilen Rastgele Değer İndeksi Tablosunda [12], kullanılan karar alternatifi sayısına karşılık gelen değere bölünerek elde edilmektedir.

Tablo 2.4. Rastgele Değer İndeksleri Tablosu

Karar Alternatifleri Sayısı (N)	Rastgele Değer İndeksi
1	0,00
2	0,00
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
14	1,57
15	1,59

Bir sonraki aşamada birebir karşılaştırmalar ve matris işlemleri faktör sayısı kadar (n defa) tekrarlanır. Ancak bu bölümde oluşacak matrislerin boyutu nxm olacaktır. Çünkü n sayıdaki faktörler için m sayıdaki karar noktalarında yüzde önem dağılımı yapılır. Yapılan her bir karşılaştırma işleminden sonra mx1 boyutlu ve değerlendirilen faktörün karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri elde edilir [65-67]. Bir S sütun vektörü şu şekilde gösterilebilir:

$$S = \begin{bmatrix} S_{11} \\ S_{21} \\ \vdots \\ \vdots \\ S_{m1} \end{bmatrix}$$

Önceki adımda oluşturulan n adet mx1 boyutlu S sütun vektörlerinin birleştirilmesi ile meydana gelen mxn boyutlu K karar matrisi oluşturularak çözüme yaklaşılr. Karar matrisinin yapısı;

$$K = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & \cdots & S_{1n} \\ S_{21} & S_{22} & \cdots & S_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{m1} & S_{m2} & \cdots & S_{mn} \end{bmatrix}, \text{şeklinde gösterilir.}$$

Son aşamada oluşturulan K karar matrisi W öncelik (sütun) vektörü ile çarpılarak m adet elemanı olan L sütun vektörü oluşturulur. Oluşturulan L sütun vektörüne bakarak alternatifler arasından seçim için yüzdelerik olarak dağılım elde edilir. Toplamları 1'e eşit olmalıdır. Bu yüzdelerik değerlere göre önem sıralaması görülerek karar verilir [65].

2.3. AHP'nin Avantajları ve Dezavantajları

AHP'nin avantajları aşağıdaki verilmiştir [68-67]:

- Çok kapsamlı problemlere bile çözüm getirdiğinden esnek bir model oluşturma sağlar. Her çeşit probleme kullanılabilir.
- Kriterlerin ikili karşılaştırılmaları her şartta yapılabilir. Kriter sayısının fazla olması durumunda da kullanılabilir.
- Çok karışık gözükten problemleri bile sadeleştirerek basit problem haline getirir.
- Kalitatif ve kantitatif kriterler birlikte değerlendirilebilir.
- Kullanımı basittir ve temel hesaplama araçları ile çözüme ulaşılabilir. Uzmanlık gerektirecek teknik bilgilere ihtiyaç duyulmaz.
- Grup karar verme problemlerinde kullanılabilir.
- Grup içerisindeki farklı görüşler hesaba katılır. Elde edilen sonuçların doğruluğunu ve sonuçlara duyulan güveni arttırır.
- Uzmanın görüşlerini yansıtmaya becerisine bağılı olarak elde edilen başarı oranı değışir. Ölçülmesi mümkün olmayan etmen ve hedeflerin de hesaba katılabilmesini sağlayarak, sadece ölçülebilir değerlerle sınırlı kalmadan ikili karşılaştırmalarla daha çok bilgiye ulaştırır.

AHP'nin dezavantajları da avantajlarında olduğu gibi aşağıda maddeler halinde verilmiştir [68-67]:

- AHP ile bulunan sonuçlara hiçbir zaman en doğru karardır denilemez. Ya en iyiye yakını ya da daha iyi sonucu bulmayı sağlamaktadır. Süreç karar verici uzmanların fikirlerine göre ilerlediğinden doğru sonuç olarak karşılaştırılabilecek bir referans yoktur.
- Model kurulurken etmenlere her aşamada uygun bir şekilde yer verilememesi, sonuçların doğrulanamaması neticenin mantıksal olarak onaylanabileceği noktadan uzaklaşmasına neden olabilir. Karşılaştırma yapılırken detaylı ve tüm verilerle işlem yapılırsa doğruya en yakın sonuç elde edilir.
- Kriter sayısı arttıkça işlemler de artar. Model oluşturmak için harcanan vakit ve çaba daha da artar.
- Modele sonradan ekleme ya da modelden çıkarma yapmak tüm işlemlerin yenilenmesine neden olabilir. Bu değişiklik kriter ağırlıklarını değiştirebileceği gibi seçeneklerin değişmesine de neden olur.

2.4. Bulanık Mantık

Bulanık mantık kavramını, Lotfy A. Zadeh 1965 yılında “Bulanık Mantık ve Bulanık Kümeler Kuramı” adıyla yayımladığı makalesi ile literatüre sokmuştur. Genel olarak karar verme süreçlerinde belirsizliğin nasıl öngörüleceği ve karar süreçlerinin nasıl bir parçası haline getirilebileceği yolunda incelemeler yapmış ve bu çalışmalar sonunda alternatif teorisini ortaya atmıştır [69].

Bulanık mantık kavramında kriterleri sınıflandırabilmek için kesin ifadelerle değerlendirmeye gerek yoktur. Kriterler olarak kesin değerler yerine daha ortalama değerler yer almaktadır. Evet-hayır yerine düşük-yüksek gibi ifadelere başvurulur [70].

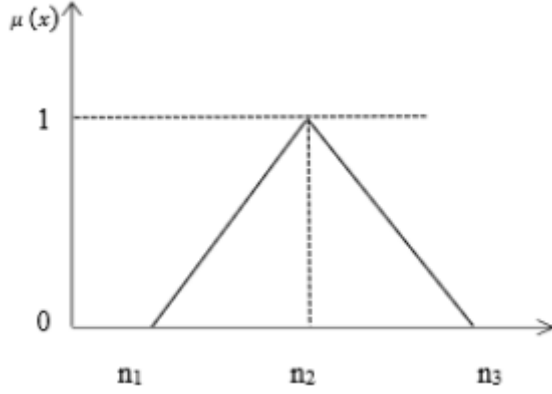
Zadeh 0 ve 1 değerlerinden oluşan ikili mantıksal sistemin yetersiz olduğunu belirtmiştir. Karar verme sürecinde yaşanan sorunlar doğal etkenlerden ya da içsel nedenlerden olmaktadır. Bu gibi durumlarda problem modellemede bulanık mantığa başvurulur [71].

Sayısal değerlerden çok, sayısal olmayan değerlerle ifade edebilecek tüm değişkenler bulanık mantık ile en yakın sonuca ulaşılmasında yardımcı olur. Geleneksel olarak kullanılan (0,1) değer kümesinden [0,1] aralığında farklı değerler alabilen bir kümeye geçiş sağlanır [71].

Bulanık mantık üyelik fonksiyonlarını kullanarak belirlenir. Bulanık sayı serileri kullanılarak bu fonksiyonlarda işlem kolaylığı sağlanır. Literatür incelemesi sonucunda

genelde üçgensel bulanık sayı serilerinin kullanıldığı görülmektedir. Üçgensel bulanık sayılar, bulanık sayılar içerisindeki özel bir kategori olarak ele alınabilir. Üç gerçek sayı ile oluşan üçgensel bulanık sayıların üyelik formu da bu şekilde gösterilir [70].

İşlemlerin kolay olduğu ve bu nedenle çok tercih edilen üyelik fonksiyonu olan üçgen bulanık sayılarda bir üçgen bulanık sayı $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ şeklinde gösterilir. Şekil 2.3'te bu sayılara yer verilmiştir [69-72]



Şekil 2.3. Üçgen bulanık sayılar

Üçgensel bulanık sayıların üyelik fonksiyonları;

$$\mu_{\tilde{n}}(x) = \begin{cases} 0, & x < n_1, \\ \frac{x-n_1}{n_2-n_1}, & n_1 \leq x \leq n_2, \\ \frac{x-n_3}{n_2-n_3}, & n_2 \leq x \leq n_3, \\ 0, & x > n_3 \end{cases}, \text{şeklinde gösterilir [72].}$$

2.5. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

AHP belirsizliğin mevcut olduğu modellerde sonuç üretmeye çok uygun değildir. AHP'ye bulanık mantığın entegre edilmesi ile ortaya çıkan bulanık analitik hiyerarşi modeli bu sorunu gidermek için sunulmuştur. Kesin değerlerden kaçınılarak aralıklar kullanılarak değerlendirmek sonuçlar açısından daha güvenilirdir. BAHP'nin farklı yazarlar tarafından sunulan birçok çözüm metodu bulunmaktadır. BAHP yöntemiyle 1983 yılında ilk çalışan Van Laarhoven ve Pedrycz'dir. Ardından 1985 yılında Buckley 1989 yılında Boender ve arkadaşları ardından da 1996 yılında Chang ve Cheng BAHP'i üzerine çalışmışlardır [73].

Laarhoven ve Pedrycz (1983) çalışmalarında üçgensel bulanık sayıları kullanarak ağırlıklar hesaplanmıştır. Buckley (1985) yılında yaptığı çalışmada Laarhoven ve Pedrycz'in

çalışmasından her zaman tek sonuç bulunmadığını ileri sürerek bulanık sayılarla yapılan aritmetik işlemlerle yamuksal bulanık sayıları kullanmıştır. Buckley (1985) çeşitli enerji kaynakları arasında önem sıralaması yaparken bulanık sayıları kullanmıştır [74-75].

Bu çalışmada Buckley yaklaşımı örnek alınarak çözüm sunulmuştur.

Ayhan (2013), çalışmasındaki adımlar şu şekildedir [76]:

İlk sırada AHP'deki gibi ikili karşılaştırmaların yer aldığı matris oluşturulur. Karar verici Tablo 2.5'te yer alan bulanık üçgensel sayıların da olduğu skalaya göre kriterleri ve alternatifleri karşılaştırır.

Tablo 2.5. Dilsel Terimler ve Karşılık Gelen Üçgen Bulanık Sayılar

Saaty Skalası	Tanımı	Bulanık Üçgen Ölçek
1	Eşit önemli	(1,1,1)
3	Biraz daha önemli	(2,3,4)
5	Nispeten daha önemli	(4,5,6)
7	Fazla önemli	(6,7,8)
9	Kesinlikle daha önemli	(9,9,9)
2		(1,2,3)
4		(3,4,5)
6	Ara değerler	(5,6,7)
8		(7,8,9)

Bu dilsel terimlere karşılık gelen bulanık üçgen sayılara göre, örneğin karar verici Kriter 1 (C1)'in Kriter 2 (C2)'den biraz daha önemli olduğunu belirtiyorsa bulanık üçgen ölçeği (2,3,4) olarak alınır. Buna karşılık olarak ikili karşılaştırma matrisinde C2'nin C1 ile karşılaştırıldığı hücrede bulanık üçgen ölçeği (1/4,1/3,1/2) olarak alınacaktır.

Bu çalışmada uzaman görüşleri kriterlerin belirlenmesinden sonra oluşturduğumuz, Tablo 2.6'daki anket aracılığı ile alınmıştır. Uzmanlar, ülkemizde bulunan ve kalsit üretimi yapan çok sayıda firmanın üst düzey yöneticileri ve çoğunluğu maden mühendisi olan çalışanlarından oluşmaktadır. Mesleki deneyimleri on yılın üstünde olan uzmanlarla çeşitli iletişim araçları vasıtası ile çok sayıda görüşme gerçekleştirilmiştir. Yapılan görüşmeler sonucunda tutarlı matrisler elde edilmiştir.

Tablo 2.6. Uzman Anketi

Mesleki Deneyiminiz: ... yıl

Size göre daha üstün olan kriter solda ise işaretlemeyi sadece sol tarafta yapınız.

İşletmedeki Göreviniz:

Size göre daha üstün olan kriter sağda ise işaretlemeyi sadece sağ tarafta yapınız.

Kesinlikle önemli	Fazla önemli	Nispeten önemli	Biraz daha önemli	Kriterler Sol	Eşit önemli	Kriterler Sağ	Biraz daha önemli	Nispeten önemli	Fazla önemli	Kesinlikle önemli
9	7	5	3		1		3	5	7	9
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Saflık	<input type="radio"/>	Rezerv Miktarı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Saflık	<input type="radio"/>	Ulaşım Olanakları	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Saflık	<input type="radio"/>	Rakip Firma Mevcudiyeti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Saflık	<input type="radio"/>	Pazara Yakınlık	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Saflık	<input type="radio"/>	Coğrafik Yapı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rezerv Miktarı	<input type="radio"/>	Ulaşım Olanakları	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rezerv Miktarı	<input type="radio"/>	Rakip Firma Mevcudiyeti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rezerv Miktarı	<input type="radio"/>	Pazara Yakınlık	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rezerv Miktarı	<input type="radio"/>	Coğrafik Yapı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ulaşım Olanakları	<input type="radio"/>	Rakip Firma Mevcudiyeti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ulaşım Olanakları	<input type="radio"/>	Pazara Yakınlık	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Ulaşım Olanakları	<input type="radio"/>	Coğrafik Yapı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rakip Firma Mevcudiyeti	<input type="radio"/>	Pazara Yakınlık	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Rakip Firma Mevcudiyeti	<input type="radio"/>	Coğrafik Yapı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Pazara Yakınlık	<input type="radio"/>	Coğrafik Yapı	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

İkili karşılaştırma matrisi;

$$\tilde{A}^k = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11}^k & \tilde{d}_{12}^k & \dots & \tilde{d}_{1n}^k \\ \tilde{d}_{21}^k & \tilde{d}_{22}^k & \dots & \tilde{d}_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{d}_{n1}^k & \tilde{d}_{n2}^k & \dots & \tilde{d}_{nn}^k \end{bmatrix}, \text{ denklemleri ile gösterilir.}$$

Burada \tilde{d}_{ij}^k üçgen sayılar aracılığı ile k'ninci karar vericinin tercihinine göre i'ninci kriter ile j'ninci kriterin karşılaştırılması sonucunda alacağı değerdir.

İkinci aşamada eğer birden fazla karar verici varsa;

$\tilde{d}_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K \tilde{d}_{ij}^k}{K}$, formülü ile karar vericilerin tercihlerinin ortalamaları alınır.

Üçüncü aşamada;

$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{d}_{11} & \tilde{d}_{12} & \cdots & \tilde{d}_{1n} \\ \tilde{d}_{21} & \tilde{d}_{22} & \cdots & \tilde{d}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{d}_{n1} & \tilde{d}_{n2} & \cdots & \tilde{d}_{nn} \end{bmatrix}$, eşitliğinden yararlanarak ikili karşılaştırma matrisi güncellenir.

Dördüncü aşamada her bir kriter için bulanık karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalaması aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$\tilde{r}_i = \left(\prod_{j=1}^n \tilde{d}_{ij} \right)^{1/n}, i = 1, 2, \dots, n$$

Beşinci aşama kendi içinde 3 alt aşamayı da barındırmaktadır. Her bir kriterin bulanık ağırlıkları;

$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1}$, eşitliği ile hesaplanır.
 $= (lw_i + mw_i + uw_i)$

Beşinci aşamanın alt aşamaları; her \tilde{r}_i değeri için vektör toplamı bulunur, toplam vektörünün (-1) kuvveti alınır, artan bir sırada bulanık sayılar tekrar yazılır ve son olarak kriter i'nin bulanık ağırlığı \tilde{w}_i 'yi bulmak için bu ters vektör her \tilde{r}_i ile çarpılır. (l,m,u) küçükten büyüğe sıralanmış bulanık üçgen sayılardır.

Altıncı aşamada; bir önceki aşamada bulduğumuz \tilde{w}_i bulanık üçgen sayılar, Chou ve Chang [75-77] tarafından önerilen alan merkezi yöntemi ile durulaştırılır. Bu işlem,

$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3}$, formülü ile yapılır.

Yedinci aşamada artık bulanık sayı olmayan M_i ,

$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i}$, formülü ile normalleştirilir. Bu değerlerin toplamı 1 olmalıdır.

Kriterlerin ve alternatiflerin normalleştirilmiş ağırlıklarını hesaplamak için bu yedi adım ayrı ayrı uygulanır. Sonra her bir alternatif ağırlığı ilgili kriterle çarpılarak her alternatifin puanı hesaplanır. Bulunan sonuca göre en yüksek puana sahip alternatif sonuç olarak önerilir.

2.6. Analitik Hiyerarşi Sürecinin ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanıldığı Çalışmalar

Bu bölümde yer seçim problemleri dışında AHP ve BAHP yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalara yer verilmiştir. AHP ve BAHP ile çözüm üretilen yer seçim problemlerinden Bölüm 2.1’de bahsedilmiştir.

Toksarı ve Toksarı (2011), bulanık AHP yöntemini kullanarak hedef Pazar belirleme üzerine çalışmışlardır. Sözel ifadeleri mertebe analizi ile belirginleştirerek elektronik ev eşyalarının pazarı için seçim çalışması yapmışlardır [78].

Kuru ve Akın (2012), çok kriterli karar verme yöntemlerinden; AHP, VIKOR ve electre yöntemlerini, entegre yönetim sistemlerine uygulamışlardır. Yönetim sistemleri arasında sıralama yapmışlardır [79].

Şengül ve diğ. (2012), AHP ve BAHP kullanarak beş farklı alternatif toplu taşıma aracı arasından belediyeler için seçim problemi üzerine çalışmışlardır. Bulanık sayıları sıralarken kareli ortalama ve Kwong-Bai yöntemi kullanılmıştır. Yine bu çalışmada da sözel ifadelerin belirsizliği mertebe analizi ile giderilmiştir [80].

İzci (2017), tezinde AHP ile meslek seçimi çalışması yapmıştır. Üniversiteden mezun olacak öğrencilere iş tercih kriterlerinin bulunduğu anket uygulanmıştır. Bu yolla ağırlıklandırılan kriterler ile uygulama yapılmıştır [81].

Saraç (2018), tedarikçi seçimi problemine AHP yöntemi ile çözüm sunmuştur. Elektronik cihaz alımı için belirlenen kriterlerle beş farklı marka arasından üniversiteler için seçim yapılmıştır [82].

Kiraz ve diğ. (2018), çalışmalarında bulanık AHP ve TOPSIS kullanmışlardır. Sakarya’da öncelikli sektörlerin bulunması üzerine yapılan çalışmada çok sayıda sektör arasında sıralama yapılmıştır [83].

Özbuğan (2019), AHP kullanarak bir satın alma sürecinde etkili olan kriterler arasında öncelik sıralaması yapmıştır. Bu sıralama firmalara müşteriler için hangi kriterlerin daha önemli olduğunu sunmaktadır [84].

Ustalı ve Tosun (2019), çalışmalarında bir firma için piyasaya sürülecek ürün seçimine öneri sunmuşlardır. BAHP ve bulanık WASPAS kullanılan seçimde, yedi kriter ile dört alternatif arasından seçim yapılmıştır [85].

Şanlı (2020), BAHP ile fosil kaynakların yerine alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasının önünde engel olan nedenlerin önceliklendirilmesi üzerine çalışmıştır. Kriterler arasında bir sıralama yapılarak probleme çözüm sunulmuştur [86].

Özen ve Borat (2020), çalışmalarında tedarikçi seçimini ele almışlardır. AHP, BAHP ve bulanık TOPSIS kullanılarak otomotiv sanayi için beş kriterli dört alternatifli problem çözülmüştür [87].

3. UYGULAMA

Türkiye’de yeni kurulacak bir kalsit işleme tesisi için yer seçim problemi çalışması yapılmıştır. Öncelikle kriterler ve alternatifler belirlenmiştir. Uzman görüşleri alındıktan sonra çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile çözümler sunulmuştur.

Geniş bir literatür taraması sonucunda önceki bölümlerde bahsedilen çalışmalardan hem kalsit özellikleri hem de yer seçim problemleri baz alınarak belirlenen kriterler Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Yer Seçim Problemi Kriterleri

Kriter Numarası	Kriterler
1	Saflık
2	Rezerv miktarı
3	Ulaşım olanakları
4	Rakip firma mevcudiyeti (kapatılmamış saha büyüklüğü)
5	Pazara yakınlık
6	Coğrafik yapı

Saflık kriteri; kalsit rezervinin beyazlığını, CaCO_3 oranını temsil etmektedir. Rezerv miktarı; bölgede bulunan yüksek kalitede, çıkarılmaya hazır kalsit miktarıdır. Ulaşım olanakları; kurulacak tesiste üretilen ve paketlenen kalsitin karadan, havada ya da denizden taşınma

imkanlarını ifade etmektedir. Rakip firma mevcudiyeti, bölgedeki kapatılmamış saha bulma olanağını ve rakip firmalardan kaynaklanan rekabet şartlarının firma için durumunu temsil eder. Uzman görüşleri alınırken kapatılmamış saha büyüklüğü olarak ifade edilmiştir. Şehirdeki rakip firma sayısının azlığı şeklinde de düşünülebilir. Pazara yakınlık, hem yurt içindeki hem de yurt dışındaki pazarlara olan mesafe. Coğrafik yapı; bölgenin arazi şartlarını, mevsimsel durumlarını, orman mevcudiyetini bir arada temsil eden kriterlerdir.

Türkiye’de Tablo 3.2’de verilen beş il haricinde birçok bölgede kalsit yataklarının varlığı mevcuttur ancak bu bölgelerde mikronize kalsit amaçlı çalışmaların yapılmamış olması nedeniyle halihazırda kurulu işletmelerin bulunduğu, rezervin ve kalsit saflığının yüksek olduğu alternatif şehirlerden Kırşehir, Niğde, Bursa, Muğla ve İzmir seçilmiştir.

Tablo 3.2. Alternatif Şehirler

Alternatif Numarası	Alternatifler
1	Kırşehir
2	Niğde
3	Bursa
4	Muğla
5	İzmir

3.1. AHP İle Kalsit İşletmesi Yer Seçimi

Analitik hiyerarşi prosesi ile çözümün yapılacağı bu bölümde ilk olarak kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi uzman görüşlerinin geometrik ortalamaları alınarak oluşturulmuştur. Şekil 3.1’de bu matris gösterilmiştir. Uzman görüşleri ekler bölümünde ek 1’den ek 10’a kadar gösterilmiştir.

	safılık	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafik
safılık	1	3.680109614	7.117281289	1.67611497	7.051147387	7.484159323
rezerv miktarı	0.271731037	1	3.267946322	0.313790313	3.936283427	6.012772254
ulaşım olanakları	0.140503088	0.306002578	1	0.170476427	1.620656597	4.284341101
rakip firma m.	0.596617785	3.186841525	5.865913649	1	5.75980278	7.360832478
pazara yakınlık	0.14182089	0.254046747	0.617033863	0.173617056	1	3.711582439
coğrafik	0.133615541	0.166312635	0.23340812	0.135854199	0.269426859	1
toplam	2.284288341	8.593313099	18.10158324	3.469852965	19.63731705	29.85368759

Şekil 3.1. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

Bir sonraki aşamada matris normalleştirilir ve öncelik vektörü elde edilir. Normalleştirilmiş matris ve öncelik vektörü Şekil 3.2’de verilmiştir.

	safılık	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafi	satır toplamı	satır ağırlığı (öncelik vektörü)
safılık	0.437773105	0.428252709	0.393185568	0.483050719	0.359068775	0.250694635	2.352025512	0.392004252
rezerv miktarı	0.11895654	0.116369553	0.180533729	0.090433317	0.200449146	0.201408025	0.908150309	0.151358385
ulaşım olanakları	0.061508473	0.035609383	0.055243787	0.049130735	0.082529431	0.143511286	0.427533095	0.071255516
rakip firma m.	0.26118322	0.370851322	0.324055281	0.28819665	0.293309049	0.246563593	1.784159115	0.297359853
pazara yakınlık	0.062085372	0.029563306	0.034087287	0.050035854	0.050923453	0.124325761	0.351021033	0.058503506
coğrafi	0.05849329	0.019353727	0.012894348	0.039152725	0.013720146	0.033496699	0.177110936	0.029518489
toplam	1	1	1	1	1	1	6	1

Şekil 3.2. Normalleştirilmiş matris ve öncelik vektörü

Bu adımdan sonra tutarlık oranı hesabı yapılır. Şekil 3.3’te gösterilmiştir. Bulunan orana göre matrisin tutarlı olduğu görülür.

tutarlılık oranı	
sütun vektörü	e_i değerleri
2.588012466	6.602001
0.991820282	6.5527938
0.444623594	6.2398481
1.985819758	6.6781704
0.357704118	6.1142339
0.179860778	6.0931566
ortalama e_i (λ_{max})	6.380034
TI=	0.0760068
RI=	1.24
TO=	0.0612958 (matris tutarlıdır)

Şekil 3.3. Tutarlılık oranı

Sonraki aşamalarda bu işlemler her kriter açısından alternatifler arasında ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak, kriter sayısı kadar tekrarlanır. Bu hesaplamalardan elde edilen sonuçlar Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da gösterilmiştir.

safılık	kurşehir	niğde	bursa	muğla	izmir	tutarlılık oranı	e_i değerleri
kurşehir	1.00	1.00	1.00	7.00	5.00	1.448742617	5.0583815
niğde	1.00	1.00	0.50	7.00	5.00	1.264010994	5.054161
bursa	1.00	2.00	1.00	9.00	7.00	1.88691423	5.1071771
muğla	0.14	0.14	0.11	1.00	0.50	0.18286001	5.0384606
izmir	0.20	0.20	0.14	2.00	1.00	0.290412038	5.029093
toplam	3.34	4.34	2.75	26.00	18.50		
normalize edilmiş matris							
kurşehir	0.30	0.23	0.36	0.27	0.27	1.43	0.286404378
niğde	0.30	0.23	0.18	0.27	0.27	1.25	0.250093139
bursa	0.30	0.46	0.36	0.35	0.38	1.85	0.369463246
muğla	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.18	0.036292833
izmir	0.06	0.05	0.05	0.08	0.05	0.29	0.057746404
toplam	1	1	1	1	1	5	1
ortalama e_i (λ_{max})	5.0574546						
TI=	0.0143637						
RI=	1.12						
TO=	0.0128247 (matris tutarlıdır)						

Şekil 3.4. Safılık kriteri açısından hesaplamalar

rezerv miktarı									tutarlılık oranı	e _i değerleri	
	kırsşehir	niğde	bursa	muğla	izmir				sütun vektörü	e _i değerleri	
	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00				1.428571429	5.00	
	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00				1.428571429	5.00	
	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00				0.714285714	5.00	
	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00				0.714285714	5.00	
	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00				0.714285714	5.00	
	3.50	3.50	7.00	7.00	7.00						
	normalize edilmiş matris										
									ortalama e _i (λ_{max})	5	
	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	1.43	0.285714286		TI=	0	
	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	1.43	0.285714286		RI=	1.12	
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.71	0.142857143		TO=	0	
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.71	0.142857143			(matris tutarlıdır)	
	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.71	0.142857143				
	1	1	1	1	1	5	1				

Şekil 3.5 Rezerv miktarı açısından hesaplamalar

ulaşım olanakları									tutarlılık oranı	e _i değerleri	
	kırsşehir	niğde	bursa	muğla	izmir				sütun vektörü	e _i değerleri	
	1.00	0.33	0.14	0.33	0.11				0.214736945	5.03	
	3.00	1.00	0.50	1.00	0.33				0.664326324	5.04	
	7.00	2.00	1.00	3.00	0.50				1.424694924	5.06	
	3.00	1.00	0.33	1.00	0.33				0.617390181	5.00	
	9.00	3.00	2.00	3.00	1.00				2.133787402	5.07	
	23.00	7.33	3.98	8.33	2.28						
	normalize edilmiş matris										
									ortalama e _i (λ_{max})	5.0407778	
	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.21	0.042728288		TI=	0.0101944	
	0.13	0.14	0.13	0.12	0.15	0.66	0.131777677		RI=	1.12	
	0.30	0.27	0.25	0.36	0.22	1.41	0.281616886		TO=	0.0091022	
	0.13	0.14	0.08	0.12	0.15	0.62	0.123394444			(matris tutarlıdır)	
	0.39	0.41	0.50	0.36	0.44	2.10	0.420482732				
	1	1	1	1	1	5	1				

Şekil 3.6. Ulaşım olanakları açısından hesaplamalar

rakip firma m.									tutarlılık oranı	e _i değerleri	
	kırsşehir	niğde	bursa	muğla	izmir				sütun vektörü	e _i değerleri	
	1.00	9.00	3.00	3.00	3.00				2.368421053	5.00	
	0.11	1.00	0.33	0.33	0.33				0.263157895	5.00	
	0.33	3.00	1.00	1.00	1.00				0.789473684	5.00	
	0.33	3.00	1.00	1.00	1.00				0.789473684	5.00	
	0.33	3.00	1.00	1.00	1.00				0.789473684	5.00	
	2.11	19.00	6.33	6.33	6.33						
	normalize edilmiş matris										
									ortalama e _i (λ_{max})	5	
	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	2.37	0.473684211		TI=	0	
	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.26	0.052631579		RI=	1.12	
	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.79	0.157894737		TO=	0	
	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.79	0.157894737			(matris tutarlıdır)	
	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.79	0.157894737				
	1	1	1	1	1	5	1				

Şekil 3.7. Rakip firma mevcudiyeti açısından hesaplamalar

pazara yakınlık									tutarlılık oranı	e _i değerleri	
	kırsşehir	niğde	bursa	muğla	izmir				sütun vektörü	e _i değerleri	
	1.00	1.00	0.20	1.00	0.20				0.404483516	5.05	
	1.00	1.00	0.20	1.00	0.20				0.404483516	5.05	
	5.00	5.00	1.00	5.00	2.00				2.315164835	5.13	
	1.00	1.00	0.20	1.00	0.50				0.492307692	5.16	
	5.00	5.00	0.50	2.00	1.00				1.51021978	5.16	
	13.00	13.00	2.10	10.00	3.90						
	normalize edilmiş matris										
									ortalama e _i (λ_{max})	5.1089967	
	0.08	0.08	0.10	0.10	0.05	0.40	0.08007326		TI=	0.0272492	
	0.08	0.08	0.10	0.10	0.05	0.40	0.08007326		RI=	1.12	
	0.38	0.38	0.48	0.50	0.51	2.26	0.451648352		TO=	0.0243296	
	0.08	0.08	0.10	0.10	0.13	0.48	0.095457875			(matris tutarlıdır)	
	0.38	0.38	0.24	0.20	0.26	1.46	0.292747253				
	1	1	1	1	1	5	1				

Şekil 3.8. Pazara yakınlık açısından hesaplamalar

coğrafik yapı						tutarlılık oranı	
	kurşehir	niğde	bursa	muğla	izmir	sütun vektörü	e _i değerleri
kurşehir	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	1.571578947	5.02
niğde	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	1.571578947	5.02
bursa	0.50	0.50	1.00	2.00	2.00	0.884561404	5.01
muğla	0.33	0.33	0.50	1.00	1.00	0.494444444	5.01
izmir	0.33	0.33	0.50	1.00	1.00	0.494444444	5.01
toplam	3.17	3.17	6.00	10.00	10.00		
normalize edilmiş matris						ortalama e _i (λ _{max}) 5.0132741	
	kurşehir	niğde	bursa	muğla	izmir	satır toplamı	satır ağırlığı
kurşehir	0.32	0.32	0.33	0.30	0.30	1.56	0.312982456
niğde	0.32	0.32	0.33	0.30	0.30	1.56	0.312982456
bursa	0.16	0.16	0.17	0.20	0.20	0.88	0.176491228
muğla	0.11	0.11	0.08	0.10	0.10	0.49	0.09877193
izmir	0.11	0.11	0.08	0.10	0.10	0.49	0.09877193
toplam	1	1	1	1	1	5	1
							TI= 0.0033185
							RI= 1.12
							TO= 0.002963 (matris tutarlıdır)

Şekil 3.9. Coğrafik yapı açısından hesaplamalar

Bu hesaplamalardan sonra elde edilen satır ağırlıkları, öncelik vektörü ile çarpılır ve bütünleşik ağırlık değerleri elde edilir. Bu değerlere göre alternatifler arasında sıralama yapılır. Bütünleşik ağırlık değerleri Şekil 3.10'da, yapılan çözümün sonucu olan alternatifler arasındaki sıralama Şekil 3.11'de verilmiştir.

	saflik	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafik	öncelik vektörü	bütünleşik ağırlık değerleri
kurşehir	0.286404378	0.285714286	0.042728288	0.4736884211	0.08007326	0.312982456	0.392004252	0.313339616
niğde	0.250095199	0.285714286	0.131777677	0.052651579	0.08007326	0.312982456	0.151358385	0.180246567
bursa	0.369463246	0.142857143	0.281616886	0.157894737	0.451648352	0.176491228	0.071255516	0.265104866
muğla	0.036292833	0.142857143	0.123394444	0.157894737	0.095457875	0.09877193	0.297359853	0.10009388
izmir	0.057748404	0.142857143	0.420482732	0.157894737	0.292747253	0.09877193	0.058503506	0.141215071
							0.029518489	

Şekil 3.10. Bütünleşik ağırlık değerleri

sıralama		
1.	Kırşehir	0.313339616
2.	Bursa	0.265104866
3.	Niğde	0.180246567
4.	İzmir	0.141215071
5.	Muğla	0.10009388

Şekil 3.11. Alternatifler arasındaki sıralama

3.2. BAHF İle Kalsit İşletmesi Yer Seçimi

AHP'de olduğu gibi ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak işleme başlanır. Uzman görüşleri üçgensel bulanık sayılara çevrildikten sonra geometrik ortalamaları alınarak Şekil 3.12'deki BAHF ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Bulanık üçgensel sayılara çevrilmiş matrisler ek 11'den ek 20'ye kadar verilmiştir.

	Saflik			Rezerv Miktarı			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
Saflik	1	1	1	2.639016	3.68011	4.704316	6.248278	7.117281	7.958416	1.578437	1.676115	1.76173	6.322308	7.051147	7.692533	6.776082	7.484159	8.148114
Rezerv Miktarı	0.212571	0.271731	0.378929	1	1	1	2.520981	3.267946	4	0.260345	0.31379	0.401371	3.405744	3.936283	4.441286	4.957022	6.012772	7.046918
Ulaşım Olanakları	0.125653	0.140503	0.160044	0.25	0.306003	0.396671	1	1	0.146811	0.170476	0.204124	1.414214	1.620657	1.83463	3.194276	4.284341	5.340565	
Kapatılmamış S. B.	0.567624	0.596618	0.633538	2.491462	3.186842	3.841058	4.898979	5.865914	6.811488	1	1	1	4.816449	5.759803	6.618326	6.506831	7.360832	8.19069
Pazara Yakınlık	0.129996	0.141821	0.15817	0.22516	0.254047	0.293622	0.545069	0.617034	0.707107	0.151096	0.173617	0.207622	1	1	1	3.103691	3.711582	4.264809
Coğrafik Yapı	0.122728	0.133616	0.147578	0.141906	0.166313	0.201734	0.187246	0.233408	0.31306	0.12209	0.135854	0.153685	0.234477	0.269427	0.322197	1	1	1

Şekil 3.12. BAHF ikili karşılaştırma matrisi

Matris oluşturulduktan sonra bulanık karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalamaları alınır. Sonra toplam vektör hesaplanır ve toplam vektörün tersi alınır. Çıkan değerler artan sıra ile yazılır. Şekil 3.13'te bu işlemlerin sonuçları gösterilmiştir.

	Bulanık Karşılaştırma Değerlerinin Geometrik Ortalamaları		
Saflık	3.220184	3.637589	4.006189
Rezerv Miktarı	1.153478	1.369417	1.6341
Ulaşım Olanakları	0.524558	0.608754	0.708952
Kapatılmamış S. B.	2.451618	2.79118	3.106388
Pazara Yakınlık	0.442249	0.492817	0.554534
Coğrafik Yapı	0.212988	0.239737	0.277991
Toplam	8.005075	9.139494	10.28815
Toplam Vektörün Tersisi	0.124921	0.109415	0.097199
Artan Sıra İle	0.097199	0.109415	0.124921

Şekil 3.13 Bulanık karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalamaları ve toplam vektörü

Sonraki adımda ağırlık merkezi yöntemi ile bulanık sayılar durulaştırılır ve normalize edilmiş ağırlık vektörü bulunur. Şekil 3.14'te gösterilmiştir.

					Ortalama	Normalize Edilmiş Ağırlık Vektörü
Saflık	0.312999	0.398008	32.06985	10.92695	0.38962	
Rezerv Miktarı	0.112117	0.149835	13.08109	4.447682	0.15859	
Ulaşım Olanakları	0.050987	0.066607	5.675212	1.930935	0.068851	
Kapatılmamış S. B.	0.238295	0.305398	24.86687	8.470188	0.302019	
Pazara Yakınlık	0.042986	0.053922	4.439088	1.511999	0.053913	
Coğrafik Yapı	0.020702	0.026231	2.225335	0.757423	0.027007	
	Toplam			28.04518	1	

Şekil 3.14. Normalleştirilmiş ağırlık vektörü

Daha sonraki adımlarda kriterlere göre alternatif ağırlıklarını belirlemek için aynı adımlar takip edilir.

"Saflik" Kriterine Göre	Kırşehir			Niğde			Bursa			Muğla			İzmir		
Kırşehir	1	1	1	1	1	1	0.25	0.333333	0.5	6	7	8	4	5	6
Niğde	1	1	1	1	1	1	0.25	0.333333	0.5	6	7	8	4	5	6
Bursa	2	3	4	2	3	4	1	1	1	9	9	9	6	7	8
Muğla	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.111111	0.111111	0.111111	1	1	1	0.25	0.333333	0.5
İzmir	0.166667	0.2	0.25	0.166667	0.2	0.25	0.125	0.142857	0.166667	2	3	4	1	1	1
Bulanık Karşılaştırma Değerlerinin Geometrik Ortalamaları															
Kırşehir	1.430969	1.634517	1.888175	Kırşehir	0.164948	0.217821	12.03669	4.139818	0.217741						
Niğde	1.430969	1.634517	1.888175	Niğde	0.164948	0.217821	12.03669	4.139818	0.217741						
Bursa	2.930156	3.553993	4.095345	Bursa	0.33776	0.473616	26.10689	8.972756	0.471938						
Muğla	0.212571	0.237513	0.273959	Muğla	0.024503	0.031652	1.746424	0.60086	0.031603						
İzmir	0.370107	0.443421	0.529612	İzmir	0.042662	0.059092	3.376155	1.159303	0.060976						
Toplam	6.374772	7.503961	8.675266	Toplam			19.01255	1							
Toplam Vektörün Tersİ	0.156868	0.133263	0.11527												
Artan Sıra İle	0.11527	0.133263	0.156868												

Şekil 3.15. Saflik kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar

"Rezerv Miktarı"	Kırşehir			Niğde			Bursa			Muğla			İzmir		
Kırşehir	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Niğde	1	1	1	1	1	1	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Bursa	0.25	0.333333	0.5	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Muğla	0.25	0.333333	0.5	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
İzmir	0.25	0.333333	0.5	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bulanık Karşılaştırma Değerlerinin Geometrik Ortalamaları															
Kırşehir	1.515717	1.933182	2.297397	Kırşehir	0.220681	0.333333	10.92293	3.825647	0.33414						
Niğde	1.515717	1.933182	2.297397	Niğde	0.220681	0.333333	10.92293	3.825647	0.33414						
Bursa	0.574349	0.644394	0.757858	Bursa	0.083622	0.111111	3.603223	1.265985	0.110574						
Muğla	0.574349	0.644394	0.757858	Muğla	0.083622	0.111111	3.603223	1.265985	0.110574						
İzmir	0.574349	0.644394	0.757858	İzmir	0.083622	0.111111	3.603223	1.265985	0.110574						
Toplam	4.754481	5.799546	6.868368	Toplam			11.44925	1							
Toplam Vektörün Tersİ	0.210328	0.172427	0.145595												
Artan Sıra İle	0.145595	0.172427	0.210328												

Şekil 3.16. Rezerv miktarı kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar

"Ulaşım Olanakları"	Kırşehir			Niğde			Bursa			Muğla			İzmir		
Kırşehir	1	1	1	0.25	0.333333	0.5	0.125	0.142857	0.166667	0.25	0.333333	0.5	0.111111	0.111111	0.111111
Niğde	2	3	4	1	1	1	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	0.166667	0.2	0.25
Bursa	6	7	8	2	3	4	1	1	1	2	3	4	0.25	0.333333	0.5
Muğla	2	3	4	1	1	1	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	0.166667	0.2	0.25
İzmir	9	9	9	4	5	6	2	3	4	4	5	6	1	1	1
Bulanık Karşılaştırma Değerlerinin Geometrik Ortalamaları															
Kırşehir	0.24418	0.281374	0.341279	Kırşehir	0.028483	0.038813	2.04616	0.704485	0.039803						
Niğde	0.608364	0.72478	0.870551	Niğde	0.070965	0.099977	5.219446	1.796796	0.101518						
Bursa	1.430969	1.838416	2.297397	Bursa	0.166921	0.253594	13.7742	4.731571	0.267331						
Muğla	0.608364	0.72478	0.870551	Muğla	0.070965	0.099977	5.219446	1.796796	0.101518						
İzmir	3.103691	3.68011	4.192963	İzmir	0.362042	0.507639	25.1392	8.669626	0.489829						
Toplam	5.995569	7.249459	8.572739	Toplam			17.69927	1							
Toplam Vektörün Tersİ	0.16679	0.137941	0.116649												
Artan Sıra İle	0.116649	0.137941	0.16679												

Şekil 3.17. Ulaşım olanakları kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar

Kapatılmamış Saha B.	Kırşehir			Niğde			Bursa			Muğla			İzmir		
Kırşehir	1	1	1	6	7	8	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Niğde	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1	0.25	0.333333	0.5	0.25	0.333333	0.5	0.25	0.333333	0.5
Bursa	0.25	0.333333	0.5	2	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Muğla	0.25	0.333333	0.5	2	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
İzmir	0.25	0.333333	0.5	2	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bulanık Karşılaştırma Değerlerinin Geometrik Ortalamaları			Ortalama			Normalize edilmiş ağırlık vektörü									
Kırşehir	2.168944	2.852938	3.482202	Kırşehir	0.293523	0.459895	17.647	6.133472	0.470198						
Niğde	0.287175	0.350516	0.461054	Niğde	0.038863	0.056503	2.336515	0.810627	0.062143						
Bursa	0.870551	1	1.148698	Bursa	0.117812	0.161201	5.821339	2.03345	0.155886						
Muğla	0.870551	1	1.148698	Muğla	0.117812	0.161201	5.821339	2.03345	0.155886						
İzmir	0.870551	1	1.148698	İzmir	0.117812	0.161201	5.821339	2.03345	0.155886						
Toplam	5.06777	6.203454	7.389351	Toplam				13.04445	1						
Toplam Vektörün Tersisi	0.197325	0.161201	0.13533												
Artan Sıra İle	0.13533	0.161201	0.197325												

Şekil 3.18. Kapatılmamış saha büyüklüğü kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar

Pazara Yakınlık	Kırşehir			Niğde			Bursa			Muğla			İzmir		
Kırşehir	1	1	1	1	1	1	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	0.166667	0.2	0.25
Niğde	1	1	1	1	1	1	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	0.166667	0.2	0.25
Bursa	4	5	6	4	5	6	1	1	1	4	5	6	1	1	1
Muğla	1	1	1	1	1	1	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	0.166667	0.2	0.25
İzmir	4	5	6	4	5	6	1	1	1	4	5	6	1	1	1
Bulanık Karşılaştırma Değerlerinin Geometrik Ortalamaları			Ortalama			Normalize edilmiş ağırlık vektörü									
Kırşehir	0.488359	0.525306	0.574349	Kırşehir	0.064399	0.076923	3.480482	1.207268	0.075844						
Niğde	0.488359	0.525306	0.574349	Niğde	0.064399	0.076923	3.480482	1.207268	0.075844						
Bursa	2.297397	2.626528	2.930156	Bursa	0.302952	0.384615	17.75637	6.147979	0.386234						
Muğla	0.488359	0.525306	0.574349	Muğla	0.064399	0.076923	3.480482	1.207268	0.075844						
İzmir	2.297397	2.626528	2.930156	İzmir	0.302952	0.384615	17.75637	6.147979	0.386234						
Toplam	6.059871	6.828972	7.58336	Toplam				15.91776	1						
Toplam Vektörün Tersisi	0.16502	0.146435	0.131868												
Artan Sıra İle	0.131868	0.146435	0.16502												

Şekil 3.19. Pazara yakınlık kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar

Coğrafik Yapı	Kırşehir			Niğde			Bursa			Muğla			İzmir		
Kırşehir	1	1	1	1	1	1	2	3	4	4	5	6	4	5	6
Niğde	1	1	1	1	1	1	2	3	4	4	5	6	4	5	6
Bursa	0.25	0.333333	0.5	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	2	3	4	2	3	4
Muğla	0.166667	0.2	0.25	0.166667	0.2	0.25	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	1	1	1
İzmir	0.166667	0.2	0.25	0.166667	0.2	0.25	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	1	1	1
Bulanık Karşılaştırma Değerlerinin Geometrik Ortalamaları			Ortalama			Normalize edilmiş ağırlık vektörü									
Kırşehir	2	2.371441	2.70192	Kırşehir	0.258955	0.360059	14.85535	5.158122	0.350294						
Niğde	2	2.371441	2.70192	Niğde	0.258955	0.360059	14.85535	5.158122	0.350294						
Bursa	0.757858	1	1.319508	Bursa	0.098126	0.151831	7.25475	2.501569	0.169884						
Muğla	0.370107	0.421685	0.5	Muğla	0.047921	0.064025	2.749036	0.953661	0.064764						
İzmir	0.370107	0.421685	0.5	İzmir	0.047921	0.064025	2.749036	0.953661	0.064764						
Toplam	5.498073	6.58625	7.723348	Toplam				14.72514	1						
Toplam Vektörün Tersisi	0.181882	0.151831	0.129478												
Artan Sıra İle	0.129478	0.151831	0.181882												

Şekil 3.20. Coğrafik yapı kriterine göre alternatif ağırlıkları ve hesaplamalar

Bu hesaplamaların ardından, elde edilen satır ağırlıkları kriterlerden elde edilen ağırlık vektörü ile çarpılır ve alternatiflerin puanları hesaplanır. Şekil 3.21’de gösterilmiştir.

	Safılık	Rezerv Miktarı	Ulaşım Olanakları	Kapatılmamış S. B.	Pazara Yakınlık	Coğrafik Yapı		Ağırlık Vektörü		SONUÇ	
Kırşehir	0.217741	0.33414	0.039803	0.470198	0.075844	0.350294	X	0.38962	=	Kırşehir	0.296126
Niğde	0.217741	0.33414	0.101518	0.062143	0.075844	0.15859		Niğde		0.177135	
Bursa	0.471938	0.110574	0.267331	0.155886	0.386234	0.068851		Bursa		0.29231	
Muğla	0.031603	0.110574	0.101518	0.155886	0.075844	0.302019		Muğla		0.089757	
İzmir	0.060976	0.110574	0.489829	0.155886	0.386234	0.064764		İzmir		0.144671	
								0.027007			

Şekil 3.21. Alternatif puanlarının hesaplanması

Bu puanlara göre alternatifler arasında Şekil 3.22'deki gibi sıralama yapılır.

SIRALAMA		
1	Kırşehir	0.296126
2	Bursa	0.29231
3	Niğde	0.177135
4	İzmir	0.144671
5	Muğla	0.089757

Şekil 3.22. Alternatiflerin puanlarına göre sıralanması

4. SONUÇLAR

Endüstriyel hammadde olarak sanayide çok çeşitli alanlarda (inşaat, gıda, ilaç, boya, plastik gibi) kullanılan kalsit ülke ekonomisine sağladığı katma değer açısından önemli bir yere sahiptir. Halihazırda ülkemizde işlenen birçok yatak olmasına rağmen talebin gün geçtikçe artmasıyla yeni üretim tesislerinin kurulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye'de birçok bölgede kalsit yatağı bulunmakla birlikte yeni üretim tesislerinin nerelerde kurulabileceğiyle ilgili öneride bulunan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Kalsit işleme tesisi kurulacak uygun yerin seçilmesi tesisin kurulum maliyetinden dolayı önem arz etmektedir. Bu çalışmada ÇÖKV yöntemleriyle elde edilen sonuçlar, Türkiye'de yatırım yapabilecek girişimcilere kalsit işleme tesisi yer seçimi için yol gösterici olacaktır.

Çalışmada kullanılan kriterler hem kalsitin özellikleri hem de literatürdeki yer seçim problemlerinde kullanılan kriterler göz önünden bulundurulmuş belirlenmiştir. Bu kriterler: Safılık, rezerv miktarı, ulaşım olanakları, rakip firma mevcudiyeti (kapatılmamış saha büyüklüğü), pazara yakınlık, coğrafik yapı.

Kalsit üretim tesisi yer seçimi için alternatif olarak; Bursa, İzmir, Kırşehir, Muğla ve Niğde şehirleri belirlenmiştir. Türkiye’de birçok bölgede kalsit rezervi olmasına rağmen, bu beş şehir haricinde bulunan bölgelerdeki kalsitin kalite ve rezervleri ile ilgili literatür bilgisinin yetersizliği nedeniyle diğer şehirler çalışmada yer almamıştır.

AHP ve BAHP yöntemleriyle elde edilen sonuçlara göre; birinci sırada Kırşehir (AHP=0,313; BAHP=0,296), ikinci sırada Bursa (AHP=0,265; BAHP=0,292), üçüncü sırada Niğde (AHP=0,180; BAHP=0,177), dördüncü sırada İzmir (AHP=0,141; BAHP=0,145) ve beşinci sırada Muğla (AHP=0,100; BAHP=0,090) bulunmaktadır. Mevcut durumda kalsit üretimi açısından en çok tercih edilen il Niğde olmasına rağmen bu çalışma sonucuna göre üçüncü sıradaki alternatif olarak belirlenmesi şaşırtıcıdır. Bunun nedeni uzman görüşleriyle belirlenen kriter ağırlıklarında rakip firma mevcudiyeti (kapatılmamış saha büyüklüğü) kriterinin AHP’de 0,297 ve BAHP’de 0,302 gibi yüksek öneme sahip olması ve Niğde’de diğer illere göre çok fazla firmanın bulunmasıdır. Bu sonuçlara göre, Kırşehir ve Bursa illeri Türkiye’de kalsit işleme tesisi kurmak için diğer alternatiflere göre daha uygundur sonucu elde edilmiştir. İkili karşılaştırma matrislerine bakıldığında Kırşehir’in Bursa’ya göre ulaşım olanakları ve pazara yakınlık açısından dezavantajlı olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- [1]. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/il-maden-potansiyelleri/>, [Ziyaret Tarihi: 9 Mayıs 2021].
- [2]. <http://www.ottocarb.com.tr/kalsit-nedir/>, [Ziyaret Tarihi: 9 Mayıs 2021].
- [3]. <https://karlis.com.tr/category/urunler/mikronize-kalsit/>, [Ziyaret Tarihi: 9 Mayıs 2021].
- [4]. Yılmaz, E. B. D., 2019, *Kalsit, Talk ve Pomzanın Karıştırmalı Bilyalı Değirmende Yüzey Modifikasyonu*, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [5]. Sargın, Ş. O., 2008, *Presipite Kalsiyum Karbonat (PCC) üretim Yönteminin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [6]. Şahin, N., 2008, Kalsit hakkında bazı bilgiler, *Madencilik Bülteni*, 86, 48-51.
- [7]. Şahin, N., 1999, Endüstriyel Hammadde Olarak Kalsit (CaCO₃) ve Cevher Hazırlaması, *MTA Genel Müdürlüğü Derleme*, Rapor No: 10294.
- [8]. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, 2001, Metal Madenler Alt Komisyonu Değerli Metaller Çalışma Grubu, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı, DPT:2623-İK:634.
- [9]. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/il-maden-potansiyelleri/>, [Ziyaret Tarihi: 10 Mayıs 2021].
- [10]. Hwang, C.L., Yoon, K., 1981, *Methods and Applications, Multiple Attribute Decision Making*, Springer-Verlag, Berlin/Hiedelberg, ISBN : 978-3-540-10558-9, s. 25.
- [11]. Lai, Y., Hwang, C.L., 1994, *Basic Concepts and Terminology, Fuzzy Multiple Objective Decision Making-Methods and Applications*, Springer-Verlag New York s.12.
- [12]. Saaty, T., 1980, *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill International Book Company, New York.
- [13]. Öztürk, D., Batuk, F., 2006, Criterion Weighting In Multicriteria Decision Making, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 25(1), 86-98.
- [14]. Ballı, S., Karasulu, B., 2012, Bulanık Karar Verme Sistemlerinde Paralel Hesaplama, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 61- 67.

- [15]. Çakır, E., Özdemir, M., 2016, Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Altı Sigma Projeleri, *İşletme ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 167-202.
- [16]. Chu, T. C., 2002, Selecting Plant Location via a Fuzzy TOPSIS Approach, *Int J Adv Manuf Technol*, 20, 859–864.
- [17]. Akbari, V., Rajabi, M. A., Shams, R., Chavoshi, S. H., 2008, Landfill Site Selection by Combining GIS and Fuzzy Multi Criteria Decision Analysis, Case Study: Bandar Abbas, Iran, *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 39-47.
- [18]. Li, Y., Liu, X., Chen, Y., 2011, Selection of logistics center location using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS methodology in logistics management, *Expert Systems with Applications*, 38(6), 7901-7908
- [19]. Regmi, B. M., Hanaoka, S., 2013, Location analysis of logistics centres in Laos, *International Journal of Logistics Research and Applications*, 16(3), 227-242.
- [20]. Aktepe, A., Ersöz, S., 2014, AHP-VIKOR ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Probleminde Uygulanması, *Endüstri Mühendisliği*, 25(1), 2-15.
- [21]. Önel, F., 2014, *Kuruluş Yeri Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [22]. Cristea, M., Cristea, C., 2016, A Multicriteria Descision-Making Approach Used For the Selection of A Locistics Center Location, *Annals of The Oradea University Fascicle of Management and Technological Engineering*, 25(15), 47-52.
- [23]. Peker, İ, Baki, B., Tanyaş, M., Ar, I. M., 2016, Logistics center site selection by ANP/BOCR analysis: A case study of Turkey, *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 30, 2383–2396.
- [24]. Uyanık, C., 2016, *An integrated DEMATEL–Intuitionistic Fuzzy TOPSIS methodology for logistics centers location selection*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [25]. Gül, E., 2017, *Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Hedef Programlama Yöntemi İle Lojistik Dağıtım Ağ Tasarımı Probleminde Depo Seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [26]. Kınay, B. Ö., 2017, *Shelter site location under demand uncertainty: A chance-constrained multi-objective modeling framework*, Yüksek Lisans Tezi, Bilkent Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [27]. Demirer, A., 2017, *Güneş Nerjisi Santrali Yer Seçimi Probleminin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yardımı İle Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [28]. Emeç, Ş., Akkaya, G., 2018, Stochastic AHP and fuzzy VIKOR approach for warehouse location selection problem, *Journal of Enterprise Information Management*, 31(6), 950-962.

- [29]. Ozdemir, S., Sahin, G., 2018, Multi-criteria decision-making in the Location Selection for a Solar PV Power Plant using AHP, *Measurement*, 129, 218-226.
- [30]. Sennaroğlu, B., Celebi, G. V., 2018, A military airport location selection by AHP integrated PROMETHEE and VIKOR methods, *Transportation Research Part D-Transport and Environment*, 59, 160-173.
- [31]. Zaralı, F., Yazgan, H., Delice, Y., 2018, AHP ve VIKOR Bütünleşik yaklaşımıyla Lojistik Merkez Yer Seçimi: Kayseri ili örneği, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 34(3), 1-9.
- [32]. Roh, S., Shin, Y., Seo, Y., 2018, The Pre-positioned Warehouse Location Selection for International Humanitarian Relief Logistics, *The asian journal of shipping and logistics*, 34, 297-307.
- [33]. Yeşilkaya, M., 2018, Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Kağıt Fabrikası Kuruluş Yeri Seçimi, *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33, 31-44,
- [34]. Akçay, M., Atak, M., 2018, Optimal Site Selection for a Solar Power Plant in Turkey Using a Hybrid AHP-TOPSIS Method, *Celal Bayar University Journal of Science*, 14(4), 413-420.
- [35]. Liao, S., Hsu, H., Chang, K., 2018, A Hybrid Multiple Criteria Decision Making Model for Selecting the Location of Women's Fitness Centers, *Mathematical Problems in Engineering*, 2018, 1-11.
- [36]. Rahman, M., Ali, M., Hossain, U., Mondal, T., 2018, Facility location selection for plastic manufacturing industry in Bangladesh by using AHP method, *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 7(3), 307-319.
- [37]. Li, S., Wei, Z., 2018, A hybrid approach based on the analytic hierarchy process and 2-tuple hybrid ordered weighted averaging for location selection of distribution centers, *Plos One*, 13(11).
- [38]. Wang, C., Huang, Y., Chai, Y., Nguyen, V. T., 2018, A Multi-Criteria Decision Making (MCDM) for Renewable Energy Plants Location Selection in Vietnam under a Fuzzy Environment, *Applied. Sciences*, 8(11), 1-33.
- [39]. Toklu, M. C., Uygun, Ö., 2018, Location Selection for Wind Plant using AHP and Axiomatic Design in Fuzzy Environment, *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 6(2), 120-128.
- [40]. Güler, D., Yomralıoğlu, T., 2018, Gis and fuzzy ahp based area selection for electric vehicle charging stations, *ISPRS TC IV Mid-Term Symposium on 3D Spatial Information Science - The Engine of Change*, 42, 315-320.
- [41]. Singh, R., Chaudhary, N., Saxena, N., 2018, Selection of warehouse location for a global supply chain: A case study, *IIMB Management Review*, 30(4), 343-356.
- [42]. Abdalla, L. H., 2018, *Future Solid Waste Generation Quantity Determination and Landfill Site Selection by Using GIS and Multi Criteria Decision Analysis A Case*

Study Of Sulaymaniyah City/Iraq, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- [43]. Kahraman, C., Gundogdu, F. K., Onar, S. C., Oztaysi, B., 2019, Hospital Location Selection Using Spherical Fuzzy TOPSIS, *11th Conference of the International Fuzzy Systems Association and the European Society for Fuzzy Logic and Technology*, 9-13 September 2019 Prag, Curran Associates, 77-82.
- [44]. Arar, T., Karaođlan, S., Dirik, C., 2019, Office location selection by fuzzy AHP and VIKOR, *Int. J. Information and Decision Sciences*, 11(1), 36–54.
- [45]. alık, A., 2020, Depo Yeri Seçimi için Aralık Tip-2 Bulanık ÇKKV Tabanlı Hibrit Bir Yaklaşım, *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 101-114.
- [46]. Karaşan, A., Kaya, İ., Erdoğan, M., 2020, Location selection of electric vehicles charging stations by using a fuzzy MCDM method: a case study in Turkey, *Neural Computing & Applications*, 32, 4553-4574.
- [47]. Sağnak, M, 2020, Depo Yeri Seçimi: Perakende Sektöründe Melez Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması, *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15(59), 615-623.
- [48]. Türk, A., Özkök, M., 2020, Shipyard location selection based on fuzzy AHP and TOPSIS, *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 39(3), 4557-4576.
- [49]. Eroğlu, H., 2021, Multi-criteria decision analysis for wind power plant location selection based on fuzzy AHP and geographic information systems, *Environment, Development and Sustainability*, 1 - 33.
- [50]. Tripathi, A. K., Agrawal, S., Gupta, R, 2021, Comparison of GIS-based AHP and fuzzy AHP methods for hospital site selection: a case study for Prayagraj City, *GeoJournal*, 1-22.
- [51]. Yurttakalan, S., 2018, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi Tekniđi İle Kayak Merkezlerinin Tercih Edilme Yönelimlerinin Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [52]. Yaralıoğlu, K., 1999, Analitik Hiyerarşi Modeli İle Genel Seçim Sonuçlarının Öngörülmesi, *IV. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*, 14-16 Mayıs 1999 Antalya, 981-997.
- [53]. Yıldız, G., 2003, *CIM Yatırımlarının Bulanık Ahp Yöntemi ile Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [54]. Saaty, T. L., 1987, The Analytic Hierarchy Process what it is and how it is used, *Mathl Modelling*, 9(3-5), 161-176.
- [55]. Özbek, D., 2018, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) İle Etkin Personel Seçimine Yönelik Web Tabanlı Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- [56]. Saaty, T. L., Özdemir, M. S., 2003, Negative Priorities in the Analytic Hierarchy Process, *Mathematical and Computer Modelling*, 37, (9-10).
- [57]. Dağdeviren, M., Akay, D., Kurt, M., 2004, İş Değerleme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2), 131-138.
- [58]. Saaty, T.L., 2000, Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, Pittsburg.
- [59]. Özyörük, B., Özcan, E., 2008, Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçiminde Uygulanması: Otomotiv Sektöründen Bir Örnek, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(1), 133-144.
- [60]. Nacar, G., 2019, *Bireysel Emeklilik Sisteminde Aracı Kurum Tercih Nedenlerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi(AHP) İle Önem Derecelerinin Belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [61]. Acharya, V., Sharma, S. K., Gupta, S. K., 2018, Analyzing The Factors In Industrial Automation Using Analytic Hierarchy Process, *Computers & Electrical Engineering*, 71, 877-886.
- [62]. Semercioğlu, H., 2019, *Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Sosyal Seçim Teorisi Yardımıyla Havayollarında Uçak Seçimi Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi.
- [63]. Yılmaz, S., 2006, *Uçak Seçim Kriterlerinin Değerlendirilmesinde AHP ve Bulanık AHP Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [64]. Saaty, T. L., 1994, How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, *Interfaces*, 24(6), 19-43.
- [65]. Şen, H.İ., 2019, *Kamu İdarecileri ve Akademisyenlerin Bakışı Açısıyla Türkiye'nin Orta Gelir Tuzağından Çıkamamasında Verimsiz Kamu Harcamalarının Rolü: Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemiyle Analiz*, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [66]. Saaty, T. L., 1982, Decision Making for Leaders, Lifetime Learning Publications., Kaliforniya, 1982, 78.
- [67]. Timor, M., 2011, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Türkmen Kitabevi, İstanbul s.30.
- [68]. Aydın, E., 2019, *Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesinde Tekstil İşletmesinin Üretiminde En Uygun Kumaş Seçimi Probleminin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi İle Analizi*, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [69]. Onat, A., 2020, *Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- [70]. Ellibeş, E., 2020, *Hava Yolu İşletmelerinin Finansal Performanslarının Bulanık AHP ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri İle Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [71]. Ardalı, Z., 2020, *Bulanık AHP ve Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile yeşil tedarikçi seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [72]. Chen, C. T., 2000, Extensions of the TOPSIS for group decision making under fuzzy environment, *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1-9.
- [73]. Göksu, A., 2008, *Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [74]. Aydın, Ö., 2009, *Bulanık Ahp İle Ankara İçin Hastane Yer Seçimi*, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 87-104.
- [75]. Buckley, J. J., 1985, Fuzzy hierarchical analysis, *Fuzzy Sets Systems*, 17(1), 233–247.
- [76]. Ayhan, M. B., 2013, A Fuzzy AHP Approach for Supplier Selection Problem: A Case Study in a Gear Motor Company, *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, 4(3), 11-23.
- [77]. Chou, S., Chang, Y., 2008, The implementation factors that influence the ERP (Enterprise Resource Planning) Benefits, *Decision Support Systems*, 46(1), 149-157.
- [78]. Toksarı, M., Toksarı, M. D., 2011, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yaklaşımı kullanılarak hedef pazarın belirlenmesi, *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 38, 51-70.
- [79]. Kuru, A., Akın, B., 2012, Entegre Yönetim Sistemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar ve Uygulamalar, *Öneri Dergisi*, 10(38), 129-144.
- [80]. Şengül, Ü., Eren, M., Shiraz, S. E., 2012, Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40, 143-165.
- [81]. İzci, A. Ç., 2017, *Üniversitelerde Son Sınıf Öğrencilerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile Meslek Seçim Değerlendirmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [82]. Saraç, Ö., 2018, *Tedarikçi Seçim Problemlerinde Analitik Hiyerarşi Prosesinin Kullanılması; Elektronik Ürün Tedarikçi Seçimi Üzerine Bir Uygulama*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [83]. Kiraz, A., Gençer, N., Taş, M., Teke, Ç., 2018, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri ile Sakarya İlinin Yatırım Öncelikli Sektörlerinin Belirlenmesi, *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 53-66.

- [84] Özbuğan, N., 2019, *Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yönteminin Split Klima Satın Alma Sürecine Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [85] Ustalı, N. K., Tosun, N., 2019, *Bulanık AHP ve Bulanık WASPAS Yöntemleri ile Yeni Ürün Seçimi*, Pazarlama İçgörüsü Üzerine Çalışmalar, 3(2), 25-34.
- [86] Şanlı, S., 2020, *Demir-Çelik Sektöründe Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yaygın Kullanılmama Sebeplerinin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) Yöntemi ile Analizi-Karabük İli Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- [87] Özen, M., Borat, O., 2020, *Otomotiv Yan Sanayi Sektöründe Tedarikçi Seçiminde AHP, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yaklaşımı*, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(38), 152-171.



EKLER

Ek 1. Birinci uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	saflik	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafik
saflik	1	3	7	1	9	7
rezerv miktarı	0.33	1.00	7.00	0.14	9.00	7.00
ulaşım olanakları	0.14	0.14	1.00	0.14	3.00	5.00
rakip firma m.	1.00	7.00	7.00	1.00	9.00	7.00
pazara yakınlık	0.11	0.11	0.33	0.11	1.00	5.00
coğrafik	0.14	0.14	0.20	0.14	0.20	1.00

Ek 2. İkinci uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	saflik	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafik
saflik	1	5	7	1	9	7
rezerv miktarı	0.20	1.00	7.00	9.00	9.00	7.00
ulaşım olanakları	0.14	0.14	1.00	0.11	5.00	5.00
rakip firma m.	1.00	0.11	9.00	1.00	9.00	7.00
pazara yakınlık	0.11	0.11	0.20	0.11	1.00	5.00
coğrafik	0.14	0.14	0.20	0.14	0.20	1.00

Ek 3. Üçüncü uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	saflik	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafik
saflik	1	5	9	5	9	9
rezerv miktarı	0.20	1.00	7.00	0.14	7.00	7.00
ulaşım olanakları	0.11	0.14	1.00	0.20	5.00	7.00
rakip firma m.	0.20	7.00	5.00	1.00	5.00	7.00
pazara yakınlık	0.11	0.14	0.20	0.20	1.00	7.00
coğrafik	0.11	0.14	0.14	0.14	0.14	1.00

Ek 4. Dördüncü uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	saflik	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafik
saflik	1	5	9	5	9	9
rezerv miktarı	0.20	1.00	0.14	0.14	0.14	7.00
ulaşım olanakları	0.11	7.00	1.00	0.20	5.00	7.00
rakip firma m.	0.20	7.00	5.00	1.00	5.00	7.00
pazara yakınlık	0.11	7.00	0.20	0.20	1.00	7.00
coğrafik	0.11	0.14	0.14	0.14	0.14	1.00

Ek 5. Beşinci uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	safılık	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafiik
safılık	1	5	7	7	3	7
rezerv miktarı	0.20	1.00	7.00	0.14	7.00	7.00
ulaşım olanakları	0.14	0.14	1.00	0.14	0.33	7.00
rakip firma m.	0.14	7.00	7.00	1.00	7.00	7.00
pazara yakınlık	0.33	0.14	3.00	0.14	1.00	9.00
coğrafiik	0.14	0.14	0.14	0.14	0.11	1.00

Ek 6. Altıncı uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	safılık	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafiik
safılık	1	3	5	1	5	7
rezerv miktarı	0.33	1.00	3.00	0.33	5.00	7.00
ulaşım olanakları	0.20	0.33	1.00	0.20	1.00	3.00
rakip firma m.	1.00	3.00	5.00	1.00	5.00	7.00
pazara yakınlık	0.20	0.20	1.00	0.20	1.00	3.00
coğrafiik	0.14	0.14	0.33	0.14	0.33	1.00

Ek 7. Yedinci uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	safılık	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafiik
safılık	1	3	7	1	7	5
rezerv miktarı	0.33	1.00	3.00	0.20	5.00	5.00
ulaşım olanakları	0.14	0.33	1.00	0.14	1.00	3.00
rakip firma m.	1.00	5.00	7.00	1.00	3.00	7.00
pazara yakınlık	0.14	0.20	1.00	0.33	1.00	5.00
coğrafiik	0.20	0.20	0.33	0.14	0.20	1.00

Ek 8. Sekizinci uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	safılık	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafiik
safılık	1	3	7	1	7	7
rezerv miktarı	0.33	1.00	3.00	0.33	7.00	5.00
ulaşım olanakları	0.14	0.33	1.00	0.20	1.00	3.00
rakip firma m.	1.00	3.00	5.00	1.00	3.00	7.00
pazara yakınlık	0.14	0.14	1.00	0.33	1.00	1.00
coğrafiik	0.14	0.20	0.33	0.14	1.00	1.00

Ek 9. Dokuzuncu uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	saflik	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafik
saflik	1	3	7	1	7	9
rezerv miktarı	0.33	1.00	5.00	0.33	3.00	3.00
ulaşım olanakları	0.14	0.20	1.00	0.20	1.00	3.00
rakip firma m.	1.00	3.00	5.00	1.00	7.00	9.00
pazara yakınlık	0.14	0.33	1.00	0.14	1.00	3.00
coğrafik	0.11	0.33	0.33	0.11	0.33	1.00

Ek 10. Onuncu uzmanın anket sonuçlarının ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	saflik	rezerv miktarı	ulaşım olanakları	rakip firma m.	pazara yakınlık	coğrafik
saflik	1	3	7	1	9	9
rezerv miktarı	0.33	1.00	3.00	0.33	3.00	7.00
ulaşım olanakları	0.14	0.33	1.00	0.20	1.00	3.00
rakip firma m.	1.00	3.00	5.00	1.00	9.00	9.00
pazara yakınlık	0.11	0.33	1.00	0.11	1.00	1.00
coğrafik	0.11	0.14	0.33	0.11	1.00	1.00

Ek 11. Birinci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	Saflik			Rezerv Miktarı			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
Saflik	1	1	1	2	3	4	6	7	8	1	1	1	9	9	9	6	7	8
Rezerv Miktarı	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	6	7	8	0.125	0.142857	0.166667	9	9	9	6	7	8
Ulaşım Olanakları	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1	0.125	0.142857	0.166667	2	3	4	4	5	6
Kapatılmamış S. B.	1	1	1	6	7	8	6	7	8	1	1	1	9	9	9	6	7	8
Pazara Yakınlık	0.111111	0.111111	0.111111	0.111111	0.111111	0.111111	0.25	0.333333	0.5	0.111111	0.111111	0.111111	1	1	1	4	5	6
Coğrafik Yapı	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.166667	0.2	0.25	0.125	0.142857	0.166667	0.166667	0.2	0.25	1	1	1

Ek 12. İkinci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	Saflik			Rezerv Miktarı			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
Saflik	1	1	1	4	5	6	6	7	8	1	1	1	9	9	9	6	7	8
Rezerv Miktarı	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	6	7	8	9	9	9	9	9	9	6	7	8
Ulaşım Olanakları	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1	0.111111	0.111111	0.111111	4	5	6	4	5	6
Kapatılmamış S. B.	1	1	1	0.111111	0.111111	0.111111	9	9	9	1	1	1	9	9	9	6	7	8
Pazara Yakınlık	0.111111	0.111111	0.111111	0.111111	0.111111	0.111111	0.166667	0.2	0.25	0.111111	0.111111	0.111111	1	1	1	4	5	6
Coğrafik Yapı	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.166667	0.2	0.25	0.125	0.142857	0.166667	0.166667	0.2	0.25	1	1	1

Ek 13. Üçüncü uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	Saflik			Rezerv Miktarı			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
Saflik	1	1	1	4	5	6	9	9	9	4	5	6	9	9	9	9	9	9
Rezerv Miktarı	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	6	7	8	0.125	0.142857	0.166667	6	7	8	6	7	8
Ulaşım Olanakları	0.111111	0.111111	0.111111	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1	0.166667	0.2	0.25	4	5	6	6	7	8
Kapatılmamış S. B.	0.166667	0.2	0.25	6	7	8	4	5	6	1	1	1	4	5	6	6	7	8
Pazara Yakınlık	0.111111	0.111111	0.111111	0.125	0.142857	0.166667	0.166667	0.2	0.25	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	6	7	8
Coğrafik Yapı	0.111111	0.111111	0.111111	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1

Ek 14. Dördüncü uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

Saflik	Saflik			Rezerv Miktar			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
	1	1	1	4	5	6	9	9	9	4	5	6	9	9	9	9	9	9
Rezerv Miktar	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	6	7	8
Ulaşım Olanakları	0.111111	0.111111	0.111111	6	7	8	1	1	1	0.166667	0.2	0.25	4	5	6	6	7	8
Kapatılmamış S. B.	0.166667	0.2	0.25	6	7	8	4	5	6	1	1	1	4	5	6	6	7	8
Pazara Yakınlık	0.111111	0.111111	0.111111	6	7	8	0.166667	0.2	0.25	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	6	7	8
Coğrafik Yapı	0.111111	0.111111	0.111111	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1

Ek 15. Beşinci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

Saflik	Saflik			Rezerv Miktar			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
	1	1	1	4	5	6	6	7	8	6	7	8	2	3	4	6	7	8
Rezerv Miktar	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	6	7	8	0.125	0.142857	0.166667	6	7	8	6	7	8
Ulaşım Olanakları	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1	0.125	0.142857	0.166667	0.25	0.333333	0.5	6	7	8
Kapatılmamış S. B.	0.125	0.142857	0.166667	6	7	8	6	7	8	1	1	1	6	7	8	6	7	8
Pazara Yakınlık	0.25	0.333333	0.5	0.125	0.142857	0.166667	2	3	4	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1	9	9	9
Coğrafik Yapı	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.111111	0.111111	0.111111	1	1	1

Ek 16. Altıncı uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

Saflik	Saflik			Rezerv Miktar			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
	1	1	1	2	3	4	4	5	6	1	1	1	4	5	6	6	7	8
Rezerv Miktar	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	2	3	4	0.25	0.333333	0.5	4	5	6	6	7	8
Ulaşım Olanakları	0.166667	0.2	0.25	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	2	3	4
Kapatılmamış S. B.	1	1	1	2	3	4	4	5	6	1	1	1	4	5	6	6	7	8
Pazara Yakınlık	0.166667	0.2	0.25	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	2	3	4
Coğrafik Yapı	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	0.25	0.333333	0.5	0.125	0.142857	0.166667	0.25	0.333333	0.5	1	1	1

Ek 17. Yedinci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

Saflik	Saflik			Rezerv Miktar			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
	1	1	1	2	3	4	6	7	8	1	1	1	6	7	8	4	5	6
Rezerv Miktar	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	2	3	4	0.166667	0.2	0.25	4	5	6	4	5	6
Ulaşım Olanakları	0.125	0.142857	0.166667	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1	2	3	4
Kapatılmamış S. B.	1	1	1	4	5	6	6	7	8	1	1	1	2	3	4	6	7	8
Pazara Yakınlık	0.125	0.142857	0.166667	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	4	5	6
Coğrafik Yapı	0.166667	0.2	0.25	0.166667	0.2	0.25	0.25	0.333333	0.5	0.125	0.142857	0.166667	0.166667	0.2	0.25	1	1	1

Ek 18. Sekizinci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

Saflik	Saflik			Rezerv Miktar			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
	1	1	1	2	3	4	6	7	8	1	1	1	6	7	8	6	7	8
Rezerv Miktar	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	2	3	4	0.25	0.333333	0.5	6	7	8	4	5	6
Ulaşım Olanakları	0.125	0.142857	0.166667	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	2	3	4
Kapatılmamış S. B.	1	1	1	2	3	4	4	5	6	1	1	1	2	3	4	6	7	8
Pazara Yakınlık	0.125	0.142857	0.166667	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	1	1	1
Coğrafik Yapı	0.125	0.142857	0.166667	0.166667	0.2	0.25	0.25	0.333333	0.5	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1	1	1	1

Ek 19. Dokuzuncu uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

Saflik	Saflik			Rezerv Miktar			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
	1	1	1	2	3	4	6	7	8	1	1	1	6	7	8	9	9	9
Rezerv Miktar	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	4	5	6	0.25	0.333333	0.5	3	3	3	2	3	4
Ulaşım Olanakları	0.125	0.142857	0.166667	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	2	3	4
Kapatılmamış S. B.	1	1	1	2	3	4	4	5	6	1	1	1	6	7	8	9	9	9
Pazara Yakınlık	0.125	0.142857	0.166667	0.333333	0.333333	0.333333	1	1	1	0.125	0.142857	0.166667	1	1	1	2	3	4
Coğrafik Yapı	0.111111	0.111111	0.111111	0.25	0.333333	0.5	0.25	0.333333	0.5	0.111111	0.111111	0.111111	0.25	0.333333	0.5	1	1	1

Ek 20. Yirminci uzmanın anket sonuçlarının üçgensel sayılarla ikili karşılaştırma matrisine aktarılmış hali.

	Saflık			Rezerv Miktarı			Ulaşım Olanakları			Kapatılmamış Saha Büyüklüğü			Pazara Yakınlık			Coğrafik Yapı		
Saflık	1	1	1	2	3	4	6	7	8	1	1	1	9	9	9	9	9	9
Rezerv Miktarı	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	2	3	4	0.25	0.333333	0.5	2	3	4	6	7	8
Ulaşım Olanakları	0.125	0.142857	0.166667	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	0.166667	0.2	0.25	1	1	1	2	3	4
Kapatılmamış S. B.	1	1	1	2	3	4	4	5	6	1	1	1	9	9	9	9	9	9
Pazara Yakınlık	0.111111	0.111111	0.111111	0.25	0.333333	0.5	1	1	1	0.111111	0.111111	0.111111	1	1	1	1	1	1
Coğrafik Yapı	0.111111	0.111111	0.111111	0.125	0.142857	0.166667	0.25	0.333333	0.5	0.111111	0.111111	0.111111	1	1	1	1	1	1



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı Mehmet SARICA

Doğum Yeri

Doğum Tarihi

Uyruğu



Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite Selçuk Üniversitesi
Fakülte Mühendislik Mimarlık Fakültesi
Bölümü Endüstri Mühendisliği Bölümü
Mezuniyet Yılı 2008

Yüksek Lisans

Üniversite
Enstitü Adı
Anabilim Dalı
Programı
Mezuniyet Tarihi

Makale ve Bildiriler

Sarıca, M., Başibüyük, Z., 2021, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Kalsit İşletmesi Yer Seçimi, *VI. Uluslararası Battalgazi Bilimsel Çalışmalar Kongresi*, 8-9 Mayıs 2021 Malatya, İksad Global Yayıncılık, ISBN: 978-605-70554-4-6, 31.