
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE TÜRKİYE'DEKİ ULAŞTIRMA PROJELERİ FİZİBİLİTE ETÜTLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özlem BATTAL ŞAL

DOKTORA TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEMMUZ 2021

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

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

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

Özlem BATTAL ŞAL

27/07/2021

BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE TÜRKİYE'DEKİ ULAŞTIRMA PROJELERİ FİZİBİLİTE ETÜTLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

(Doktora Tezi)

Özlem BATTAL ŞAL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2021

ÖZET

Ulaştırma yatırım projeleri, ülkelerin ekonomik büyümesinde eşi ve benzeri bulunmayan bir kalkınma aracıdır. Ulaştırma yatırımları değerlendirme aşamasında, teknik, ekonomik, mali, olmak üzere birçok yönden incelenmelidir. Hazırlanan fizibilite etütleri; yatırımın amaçlarını belirlemeyi, projelerin tüm aşamalarında görülebilecek problemleri tespit etmeyi ve yatırımın gerçekleşmesi durumunda sağlanacak faydaları görmeyi sağlamaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'deki ulaştırma yatırımlarının fizibilite etütlerinin içerik bakımından hangi bilgilere yer verilmesi gerektiği, fizibilite etütlerinin değerlendirilmesinde ve seçilmesinde çok kriterli karar verme tekniklerinin entegrasyonundan oluşan model önerilmektedir. Üç aşamalı bir model geliştirilmiştir. Aşama 1'de kriterler ve alternatifler belirlenmiştir. Aşama 2'de kriterlerin önem seviyelerinin belirlenmesinde ağırlıklandırma yöntemi olan Best Worst Method kullanılmıştır. Aşama 3'te ağırlıklandırılmış kriterler bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR metotları kullanılarak çok kriterli bulanık bir değerlendirme yöntemi önerilmiştir. Önerilen yöntemin etkinliğini göstermek için gerçek bir vaka çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışma ile ekonomi, teknoloji ve ulaştırmanın fizibilite etütlerinin değerlendirilmesinde daha etkili kriterler olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bilim Kodu	:	91123
Anahtar Kelimeler	:	Ulaştırma yatırımları, Fizibilite etütleri, Best worst method, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR
Sayfa Adedi	:	114
Danışman	:	Doç. Dr. M. Kürşat ÇUBUK

EVALUATION OF FEASIBILITY STUDIES OF TRANSPORTATION PROJECTS IN TURKEY WITH FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS

(Ph. D. Thesis)

Özlem BATTAL ŞAL

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2021

ABSTRACT

Transportation investment projects are a unique development tool in the economic growth of countries. During the evaluation phase of transportation investments, it should be examined from many aspects, including technical, economic and financial. Prepared feasibility studies; it enables identify objectives of investment, to identify the problems that can be seen at all phases of the projects and to see the benefits that will be ensured if the investment is realized. In this study, a model consisting of integration multi-criteria decision-making techniques is suggested in the evaluation and selection of feasibility studies, which information should be included in respect to the content of the feasibility studies of transportation investments in Turkey. A three-stage model has been developed. In Stage 1, criteria and alternatives are determined. In Stage 2, the Best-Worst Method, a weighting method, was used to identify importance levels of the criteria. In Stage 3, a multi-criteria fuzzy evaluation method is suggested by using the weighted criteria fuzzy TOPSIS and fuzzy VIKOR methods. Current projects have been identified as alternatives to indicate the efficiency of the recommended process. With the study, it was concluded that economy, technology and transportation are more effective criteria in the evaluation of feasibility studies.

Science Code	:	91123
Key Words	:	Transportation investments, Feasibility studies, Best worst method, Fuzzy TOPSIS, Fuzzy VIKOR
Page Number	:	114
Supervisor	:	Doç. Dr. M. Kürşat ÇUBUK

TEŞEKKÜR

"Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Türkiye'deki Ulaştırma Projeleri Fizibilite Etütlerinin Değerlendirilmesi " adlı Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde hazırlanan bu tezin ilgili alanda yararlı olmasını dilerim.

Bu tez çalışmasında her konuda yardım ve katkılarını esirgemeyen, görüş ve önerilerini benimle paylaşan çok değerli tez danışmanım Doç. Dr. M. Kürşat ÇUBUK'a, bilgi ve tecrübeleri ile beni destekleyen ve yol gösteren tez izleme komitesi hocalarım Prof. Dr. Murat GÜLER ve Dr. Öğr. Üyesi Hikmet BAYIRTEPE'ye çok teşekkür ederim.

Tecrübeleriyle bu çalışmaya katkıda bulunan değerli hocam Prof. Dr. Şenol GÜRSOY'a, tez çalışmamın metot kısımlarında kıymetli vaktini ayırarak yol gösteren, çalışmalarıma destek olan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Fuat ŞİMŞİR'e çok teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında desteklerini çok yakından hissettiğim canım annem Neriman BATTAL'a, rahmetli canım babam Mahmut BATTAL'a, kız kardeşlerim Meltem BATTAL ve Elif BATTAL'a, her zaman yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli eşim Fatih ŞAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyor, bu tezimi onlara ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ x

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xii

SİMGELER VE KISALTMALAR xiii

1. GİRİŞ 1

2. TEZ ÇALIŞMASI KAPSAMINDA BULUNAN DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR 5

2.1. Fizibilite Etüdü 5

2.2. Karar Verme 8

2.3. Bulanık Mantık 10

2.4. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) 13

2.4.1. BWM ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması 17

2.4.2. Bulanık TOPSIS ile Proje Seçimi 19

2.4.3. Bulanık VIKOR ile Proje Seçimi 22

3. BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE FİZİBİLİTE ETÜTLERİNİN DEĞERLENDİRİLME METODOLOJİSİ 27

3.1. Araştırmanın Amacı 27

3.2. Araştırmanın Kapsamı 27

3.3. Araştırmanın Yöntemi ve Süreçleri 28

3.4. Fizibilite Etüdü Seçimine İlişkin Hiyerarşinin Ortaya Konması 29

Sayfa

4. ÖRNEK ÇALIŞMA 31

4.1. Değerlendiricilerin Belirlenmesi 31

4.2. Kriterlerin Belirlenmesi 31

4.3. Yatırım Alternatifleri 35

4.4. Dilsel Değişkenlerin Belirlenmesi 38

4.5. BWM ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması 39

4.6. Bulanık TOPSIS ile Fizibilite Etütlerinin Seçimi 46

4.6.1. Değerlendiricilerin karar kriterlerine göre alternatifleri değerlendirmesi 46

4.6.2. Bulanık karar matrisi ve normalize edilmiş bulanık karar matrisinin oluşturulması 48

4.6.3. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin oluşturulması 50

4.6.4. Bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözümlerin belirlenmesi 51

4.6.5. Bulanık ideal çözümlerden uzaklıkların hesaplanması 51

4.6.6. Yakınlık katsayılarının hesaplanması 52

4.6.7. Alternatiflerin sıralanması 53

4.6.8. Duyarlılık analizi 54

4.7. Bulanık VIKOR ile Fizibilite Etütlerinin Seçimi 55

4.7.1. Değerlendiricilerin karar kriterlerine göre alternatifleri değerlendirmesi 56

4.7.2. En iyi bulanık değerlere olan uzaklıkların toplamı ve en kötü bulanık değerlere olan maksimum uzaklığın belirlenmesi 56

4.7.3. Grup fayda ve minimum pişmanlık değerlerinin belirlenmesi 58

4.7.4. Durulaştırma 59

4.7.5. Uzlaşık çözümün belirlenmesi 60

4.7.6. Alternatiflerin sıralanması 60

Sayfa

4.7.7. Duyarlılık analizi 61

4.8. Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması 63

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 67

KAYNAKLAR 71

EKLER 77

EK-1. Önerilen Fizibilite Etüdü Kapsamı 78

EK-2. Kriterlerin değerlendirilmesi için değerlendiricilere uygulanan anket 85

EK-3. Değerlendiricilerin alt kriterlere ait değerlendirmeleri 86

EK-4. Değerlendiricilere uygulanan anket 95

EK-5. Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi 97

EK-6. Alternatiflerin değerlendirilmesi 107

EK-7. Bulanık karar matrisi 108

EK-8. Bulanık normalize karar matrisi 109

EK-9. Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi 110

EK-10. BPİÇ ve BNİÇ bulanık değerleri 111

EK-11. Kriterlerin en iyi ve en kötü bulanık değerleri 112

EK-12. wj x dij sonuçları ile Si ve Ri değerleri 113

ÖZGEÇMİŞ 114

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki farklar 11

Çizelge 2.2. Tutarlılık indeksi (CI)..... 19

Çizelge 4.1. Değerlendirme kriterleri 33

Çizelge 4.2. Belirlenen alternatifler..... 35

Çizelge 4.3. Alternatifler için dilsel değişkenler..... 38

Çizelge 4.4. Ana kriterler ve alt kriterler 39

Çizelge 4.5. Değerlendirici 1 ve değerlendirici 2'nin ana kriterlere ait değerlendirmeleri..... 40

Çizelge 4.6. Değerlendirici 3 ve değerlendirici 4'ün ana kriterlere ait değerlendirmeleri..... 40

Çizelge 4.7. Hesaplanan kriter ağırlıkları ve birleştirilmiş ağırlıklar 41

Çizelge 4.8. Kriterlere ait hesaplanan tutarlılık oranları 42

Çizelge 4.9. Ana kriterlere ait öncelik değerleri 42

Çizelge 4.10. Teknik yönden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri 43

Çizelge 4.11. Organizasyon yönünden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri 43

Çizelge 4.12. Bilgi yönünden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri..... 43

Çizelge 4.13. Ulaştırma yönünden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri..... 44

Çizelge 4.14. Ulaşım talepleri yönünden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri 44

Çizelge 4.15. Ekonomik yönden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri 45

Çizelge 4.16. Mali yönden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri..... 45

Çizelge 4.17. Sosyal yönden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri..... 45

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 4.18. Teknolojik yönden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri..... 46

Çizelge 4.19. Değerlendiriciler tarafından Alternatif 1'in dilsel değişkenlerle değerlendirilmesi 47

Çizelge 4.20. Değerlendiriciler tarafından Alternatif 1'in bulanık üçgensel sayılara dönüştürülmesi 47

Çizelge 4.21. Değerlendiricilerin Alternatif 1'e ait değerlendirmelerinin ortalamaları..... 49

Çizelge 4.22. BPİÇ VE BNİÇ'ten olan uzaklıklar..... 52

Çizelge 4.23. Yakınlık indeksleri 53

Çizelge 4.24. Bulanık TOPSIS yöntemi duyarlılık analizi sonuçları 54

Çizelge 4.25. Grup fayda ve minimum pişmanlık değerleri..... 58

Çizelge 4.26. Alternatiflerin Si, Ri ve Qi indeks değerleri..... 59

Çizelge 4.27. Durulaştırılmış indeks değerleri..... 59

Çizelge 4.28. Bulanık VIKOR yöntemi duyarlılık analizi sonuçları 62

Çizelge 4.29. Bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemlerinin sonuçları..... 64

Çizelge 4.30. Spearman sıralama korelasyon katsayısı ile uygulama sonuçların karşılaştırılması 64

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 3.1. Fizibilite etüdü seçimi için adımlar 30

Şekil 4.1. Dilsel değişkenler için üyelik fonksiyonları 39

Şekil 4.2. Fizibilite etütlerinin yakınlık katsayıları 53

Şekil 4.3. Bulanık TOPSIS duyarlılık analizi sonuçları..... 55

Şekil 4.4. Alternatiflerin Qi indeks değerleri..... 61

Şekil 4.5. Bulanık VIKOR duyarlılık analizi sonuçları 62

Şekil 4.6. Bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemlerinin sonuçlarının karşılaştırılması..... 65

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	**Açıklamalar**
km	Kilometre
%	Yüzde işareti

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
ANP	Analitik Ağ Süreci
AHP	Analitik Hiyerarşi Süreci
BPİÇ	Bulanık Pozitif İdeal Çözüm
BNİÇ	Bulanık Negatif İdeal Çözüm
BNP	Kriter ağırlıklarını durulaştırma metodunun adı
BOTAŞ	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BWM	En İyi En Kötü Metot
CBA	Maliyet Fayda Analizi
CI	Tutarlılık İndeksi
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ELECTRE	Eleme ve Seçim Çeviri Gerçekliği
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
TOPSIS	İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği
TPOA	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
VIKOR	Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşma Çözümü

1. GİRİŞ

Ulaştırmanın tarihi, insanlık tarihi kadar eskidir. Tarihin akışı içerisinde sosyal, kültürel ve ekonomik faaliyetlere katkısı olan ve birçok sektör arasında etkileşimi sağlayan ulaştırma hizmetlerine talep her geçen gün artmaktadır. Ulaştırma hizmetlerinin temelinde can, mal ve tüm bu unsurların bir noktadan başka bir noktaya yer değiştirmesi vardır. İnsanların, mal ve hizmetlerin bir noktadan diğer bir noktaya taşınabilmesini sağlayan sistemlerin tamamı ulaştırma hizmetlerini kapsamaktadır. Birçok yönden önemli olan ulaştırma, rahat, ekonomik, güvenli, hızlı, erişilebilir, sürdürülebilir ve çevreye uyum sağlayabilen özelliklere sahip olmalıdır.

Teknolojideki gelişmeler insanların yaşamlarını etkileyen hususlardan biri olmuştur. M.Ö. yıllara bakacak olursak tekerleğin bulunmasıyla ile başlayan süreç, buharlı makineler ve uçakların tasarlanıp yapılmasıyla devam etmiş, hızlı trenlerin kullanılmaya başlamasına kadar süreç boyunca ulaştırma türlerinde gelişmeler yaşanmıştır. Bu gelişme sayesinde fiziksel mesafede olan insanların birbirlerine yakınlıklarının artması sağlanmış ve güncel ulaştırma hizmetlerinden yararlanma imkânı ortaya çıkmıştır.

Ulaştırma sektörü, ülkelerin sosyoekonomik durumlarını etkileyen bir yapıya sahiptir. Ulaştırma yatırımları ülkelerin ekonomik durumlarında büyük bir öneme ve konuma sahiptir. Bu sebeple ulaştırma ve ulaştırma sektörünü oluşturan ulaştırma sistemleri, ülke ekonomilerinin temel unsurları arasındadır. Ulaştırma sistemlerinde meydana gelen gelişmeler doğrudan ulaştırma sektörünü etkileyeceği için farklı uluslararası ticaret politikalarını ve stratejilerin oluşmasını da sağlayacaktır.

Bu yüzden, ülkelerin belirli hedeflere ulaşması için de stratejilerinin belirlenmesinde ulaştırma sektörünün her yönüyle ele alınması, ulaştırma sistemlerinin planlaması ve yapılacak yatırımların karar aşamasından başlanarak her aşamasında yapılması gereken değerlendirmelerin önceden yapılması gerekmektedir.

Ulaştırma alanında yapılan yatırımlar daha maliyetlidir ve sonuçları uzun dönemde görülmektedir. Yapılan yatırımların hedeflerinin ön görülen yıllarda gerçekleşmemesi nedeniyle ulaştırma projelerine ait değerlendirmeler yapılırken önceliklerin doğru

belirlenmesi ve kaynakların kısıtlı olmasından dolayı mevcut ekonomik durumdan en fazla yarar getirecek şekilde yapılması gerekmektedir.

Ulaştırma yatırım projeleri, fikir aşamasından başlayarak, tasarımın yapıldığı aşamaya kadar her aşamada birçok belirsizliğe sahiptir. Yatırım fikri oluştuktan sonra belirlenen hedefler ile uygulama aşamasında elde edilen sonuçlar arasında çoğu zaman büyük farklılıklar oluşmaktadır. Bu nedenle yatırımların hedeflenen amaçlarını gerçekleştirmek ve yaşanacak farklılıkların ortadan kaldırılması için projenin birçok açıdan incelenmesi ve değerlendirilmesi önemlidir. Proje uygulamaya geçmeden tüm değerlendirmelerin birçok açıdan detaylı bir şekilde değerlendirilmesi ve görülen eksikliklerin göz ardı edilmeden tamamlanması gerekmektedir.

Ulaştırma yatırımları değerlendirme aşamasında, sektörel ve bölgesel bilgilerinin yanı sıra teknik, ekonomik, mali olmak üzere birçok yönden incelemesi yapılmalıdır. Ulaştırma projeleri için hazırlanan fizibilite etütleri projeye ait birçok farklı bilginin bir araya getirilmesiyle elde edilen raporlardan oluşmaktadır. Hazırlanan fizibilite etütleri; yatırımın amaçlarını belirlemeyi, projelerin tüm aşamalarında görülebilecek problemleri tespit etmeyi ve yatırımın gerçekleşmesi durumunda sağlanacak faydaları görmeyi sağlamaktadır. Fizibilite etütleri için gerekli bilgilerin araştırılıp hazırlanması ve derlenmesi önemli bir süreçtir. Sadece farklı verilerin bir araya getirilmesi ile bir fizibilite etüdü hazırlanmamalıdır. Fizibilite etütleri yapılması düşünülen projeye ait elde edilen verilerin sayısal yöntemlerle değerlendirilen ve matematiksel sonuçların araştırılarak elde edilen verilerle karşılaştırılıp yorumlandığı raporlardır. Fizibilite etütleri her şeyden önce bilimsel esaslara dayalı olmalıdır. Sağlıklı sonuçlar vermeyen fizibilite etütleri projelerin değerlendirme aşamasında belki de önemli hususların göz ardı edilmesine ve yanlış kararlar alınmasına yol açabilmektedir. Değerlendirme aşamasında kullanılan verilerin tutarlılığı incelenmeli ve gerçeğe en yakın verilerle değerlendirilmesi yapılmalıdır. Bu şekilde gerçeğe yakın etkin değerlendirmeler yapılabilmektedir.

Tüm bunlar göz önüne alınarak hazırlanan bu tezin amacı, yatırım projelerinin değerlendirilmesinde bir araç olarak kullanılan fizibilite raporlarında olması gerekenleri belirlemek, ulaştırma yatırımlarına karar verilmesinde kapsamlı bir şekilde hazırlanan fizibilite etütlerinin yol gösterici olmalarını sağlamak, belirlenen kriterlerin belli bir akış içerisinde sıralanmasıyla parametrelerin ve varsayımların projeye uyarlanmasında

değerlendirme sonuçlarına nasıl etki edeceğini proje değerlendiricilerine etkin bir çerçevede göstermektir. Bu tez çalışması için yerli 16, yabancı 57 olmak üzere toplam 73 fizibilite raporu incelenmiştir. Bu raporlar 2004 ile 2019 yılları arasında düzenlenmiştir. Birçok veri tabanında da literatür araştırması yapılarak fizibilite etütlerinde olması gereken kriterler belirlenmiştir.

Çalışmada; giriş başlığı altında tez konusuna dair genel bir durum açıklaması yapılmış, tezin amacına yönelik bilgiler sunulmuştur. Çalışmanın genel bir özeti yapılarak kullanılan yöntemler ve değerlendirme biçimi anlatılmıştır.

Tezin ikinci bölümünde; tezin içeriği ve kapsamına uygun olan daha önce yapılan çalışmalar ve araştırmalar hakkında bilgiler verilmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde, fizibilite etütlerinde yer alması gereken başlıklar ve hususlar detaylı bir şekilde verilmiştir. Fizibilite etüdünün içeriği, bir ulaştırma projesinin yapılıp yapılması konusunda karar vericilere kapsamlı bir şekilde fikir verebilmesi için gereken hususlar düşünülerek önerilmiştir. Kapsamlı bir araştırma ile ulaştırma alanında yapılmış ulusal ve uluslararası fizibilite raporları incelenmiş, ulaştırma yatırım projeleri hakkında yapılmış bilimsel çalışmalar veri tabanlarından araştırılarak incelenmiş ve rapor içeriği önerilmiştir. Tez çalışmasında kullanılan yöntemlerden; BWM, TOPSIS ve VIKOR hakkında bilgiler verilerek fizibilite etüdü seçim sürecine ait adımlar ifade edilmiştir.

Dördüncü bölümde ise; fizibilite etütlerini değerlendirmek için geliştirilen üç aşamalı model anlatılmıştır. Öncelikle problemin tanımlanması diğer bir deyişle önerilen modeli amacı ifade edilmiştir. Problemin çözüm aşamaları ifade edildikten sonra literatür taraması ve kapsamlı araştırma sonucu oluşturulan kriterler verildikten sonra değerlendiriciler belirlenmiştir. Değerlendiricilere yapılacak anket hazırlandıktan sonra anket uygulanmış ve değerlendirmelerin sonuçları tablo olarak verilmiştir. Buradan hareketle önerilen modelin ilk aşaması tamamlandıktan sonra aşama 2'de kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesi için BWM kullanılmıştır. Aşama 3'te fizibilite etütlerinin değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin belirsizlik içermesi nedeniyle, bulanık tabanlı TOPSIS ile bulanık tabanlı VIKOR yöntemlerinden oluşan bir model önerilmiştir. Bahsi geçen yöntemler için dilsel değişkenler literatürde yer alan çalışmalar baz alınarak ortaya konulmuştur. Önerilen yöntemin etkinliğini göstermek için güncel projeler alternatif olarak belirlenmiştir. Her bir

proje, alanında uzman değerlendiriciler tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirmelerini, belirlenen kriterlere göre dilsel değişkenlerle yapmışlardır. Değerlendiricilerden alınan değerlendirmeler, bulanık üçgensel sayılara dönüştürülerek tüm değerlendirmeler tek bir karar matrisi şeklinde oluşturulmuştur. Bu sayede çalışmada yer alan değerlendiricilere ait birleştirilmiş bulanık karar matrisi elde edilmiştir. Bu matris ile bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemlerine ait tüm adımlar tamamlandıktan sonra aynı sıralama elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara duyarlılık analizi uygulandıktan sonra sonuçlar karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir.

Tezin son bölümü olan beşinci bölümde; elde edilen sonuç ve öneriler genel bir değerlendirme içerisinde açıklama yapılarak bilgiler sunulmuştur. Bunun için; ilk başta tezin bölümlerinde bulunan durumlar açıklanarak genel bir değerlendirme yapılmış; ulaştırma yatırımlarının planlaması ve yapılıp yapılmaması konusundaki kararı kapsamlı bir şekilde vermeyi sağlayacak raporun yani fizibilite etütlerinin hazırlanmasının önemi hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca geleceğe yönelik öneriler ve tez çalışması ile elde edilen tüm sonuçlara göre genel değerlendirme yapılmıştır.

2. TEZ ÇALIŞMASI KAPSAMINDA BULUNAN DAHA ÖNCE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tezin bu bölümünde; literatür araştırması yapılarak tezin kapsamına dahil olabilecek daha önce yapılan çalışmalar ve araştırmalar hakkında bilgiler verilmektedir.

Ulaştırma projeleri fizibilite raporları ile ilgili olarak ilgili alanlarda, kamuda ve özel sektörde yapılan çalışmalar başta olmak üzere, ulusal tez merkezinde ve bilimsel veri tabanlarında kaynak taraması yapılmıştır. Bu konu ile ilgili yazılmış tezler, makaleler ve kitaplar incelenmiş, birçok kurum ve kuruluşun bu konu ile ilgili hazırlamış olduğu rehberler kaynak olarak kullanılmıştır. İncelenen çalışmaların bazıları aşağıda kısaca ifade edilmiştir.

2.1. Fizibilite Etüdü

Fizibilite etüdü teknik, ekonomik, mali ve sosyal başta olmak üzere hazırlanmış etütlerle yatırımın yapılıp yapılmaması konusunda karar vericiye yardımcı olan bir rapordur.

Bir ulaştırma projesi hazırlanırken, yatırım kararı alınması için bazı bilgilere ve bu konuda yapılmış çalışmalara ihtiyaç vardır. Tüm bu çalışmalara fizibilite etüdü ya da yapılabilirlik etüdü denilmektedir. Projelerin teknik, ekonomik, mali ve sosyal gibi birçok yönden incelemelerinin sonuçlarının rapor olarak hazırlanmasıyla fizibilite etütleri elde edilir.

Fizibilite etütleri projeler için büyük bir öneme sahiptir. Sağlıklı verilerden oluşmayan, doğru bilgilere dayanmayan bir rapor, yatırım kararı alınma aşamasında yapılacak analizlerde sonuçlar anlamlı olmayacaktır.

Fizibilite etütlerinin uzmanlık bilgisi ve tecrübelerle hazırlanması gerekmektedir. Bir yatırım projesini teknik, ekonomik ve mali başta olmak üzere birçok yönden değerlendirilmesini ortaya koyan, yatırım fikrinin projenin gerçekleştirilmesi konusunun kabul edilmesi ya da edilmemesine yönelik incelemeleri içeren çalışmalar bütünüdür.

Ulaştırma projelerinin yatırım kararı alınması öncesinde hazırlanan fizibilite etütlerinin değerlendirilmesinde literatürde çeşitli tahmin yöntemleri kullanıldığı görülmektedir.

Bunları örneklemek gerekirse; proje analiz modeli [1], risk ve belirsizlik analizleri [2], finansal analiz [3], bulanık mantık [4], çok ölçütlü değerlendirme [5], Delphi [6], çok amaçlı tamsayı programlama [7], meta-analiz [8], konjoint analizi [9] ve benzeri tahmin teknikleri ile değerlendirmeler yapılmıştır.

Ulaştırma projelerinin seçimi, ilgili kurumlara net faydayı en üst düzeye çıkarmak için bazı alternatif projelerin belirlenmesi ve kaynaklara ilişkin verilen kısıtlamalar dahilinde kaynakların yalnızca bu alternatifler arasında tahsis edilmesi amacını da taşımaktadır. Birçok alternatif arasında en iyi ulaştırma projelerini seçmek zordur çünkü alternatiflerin proje riski, kurumsal hedefler, firmanın kaynaklarının sınırlı kullanılabilirliği vb. gibi birçok çok faktör vardır. Wey ve Wu [6], hedef programlama modeli içinde ANP'yi kullanan kriterler ve alternatifler arasındaki bağlantıyı temsil eden bir proje seçim modeli önermişlerdir. Çoklu kriterler ve hedefler arasında öncelikleri belirlemek ve sistematik bir yaklaşım sağlamak için, ANP'nin hedef programlama formülasyonundan önce uygulanması önerilmiştir. Ayrıca yaptıkları çalışmada, birbirine bağımlı proje seçim problemleri için bulanık Delphi, ANP kavramı ve hedef programlama kullanarak entegre bir yaklaşım önermişlerdir.

Ulaştırma projelerinin değerlendirilmesinde karar verme metodolojileri arasında CBA'da yer almaktadır. Lee [10] CBA ile projelere ait mevcut bilginin projenin uygulanabilir olup olmadığına ilişkin bir sonuca dönüştürülmesini incelerken Morisugi [11] ulaştırma projelerinin sosyal yönden değerlendirilmesinde CBA uygulamıştır. Elde ettiği sonuçlara göre değerlendirme için belirlenen kriterlerin yanı sıra talep tahmini, zaman değeri, çevresel hususlar ve bölgesel kalkınma etkileri gibi hususlarında yer alması gerektiği sonucuna varmıştır.

Ulaştırma projelerine ait hazırlanması gereken fizibilite çalışmalarının değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir yöntemde Delphi metodudur. Arga ve arkadaşları [12], Delphi metodu ile bir demiryolu inşaat projesinin fizibilite çalışmasında analiz edilecek baskın parametrelerin mali yönü ve piyasa yönü olduğunu göstermişlerdir. Nassereddine ve Eskandari [13], Delphi yöntemini uzmanların değerlendirmeleriyle projeye ait en önemli kriterleri belirlemek, kritik sorunları tahmin etmek ve tanımlamak için kullanmışlardır.

Çoğu proje değerlendirme yöntemi, optimize edilmek için kriterlerin tek bir fayda fonksiyonunda toplanmasını içermektedir. Çok amaçlı ulaştırma projelerinin seçim problemi matematiksel olarak bazı ek kısıtlarla birlikte çok amaçlı tamsayı programlama problemi olarak modellenebilmektedir [14]. Iniestra ve Gutierrez [7] projelerin değerlendirilmesinde çok amaçlı tamsayı programlama probleminde karar vericilerin tercihlerini içeren bir model geliştirmişlerdir.

Ülkemizde yapılmış çalışmalara bakıldığında fizibilite etütleri konusunda sınırlı çalışmaların olduğu görülmektedir. Erdoğan [15], Kocaeli ilinin ulaşım altyapısı inceleyerek, mevcut yolcu talepleri doğrultusunda bir hafif raylı sistem hattının yapılmasının teknik, mali ve ekonomik yönden araştırırken; Güneş [16], Malatya ilindeki trambüs hatlarını inceleyerek, projenin uygulanabilirliğini ekonomik yönden araştırmıştır. Akdemir [9], ise yaptığı çalışmada raylı sistem yatırımlarındaki konvansiyonel fizibilitesinde etkili olan kriterler yerine modern bakış açısıyla belirlenen hususları içeren bir model önermiştir. Erzincan ilinde hizmet veren tramvay projesini konvansiyonel ve modern fizibilite yaklaşımı bakış açılarından değerlendirmiş ve elde ettiği verileri konjoint analiz modeli ile karşılaştırmıştır.

Yatırım projelerinin değerlendirilmesinde bir araç olarak kullanılan fizibilite raporlarının, raylı sistem projelerinde hazırlanma sürecinde nasıl bir yol izlendiği, hangi matematiksel yöntemlerin kullanıldığı, içeriği, hangi parametrelerin ve varsayımların nasıl kullanıldığı ve tüm bunların sonuca nasıl etki ettiğinin fizibilite raporlarını karşılaştırmak suretiyle değerlendirilmiştir [17]. Raylı sistem yatırımlarına ait fizibilite etütlerinin projenin beklentilerini karşılamasındaki etkisi de incelenmiştir. Bu amaçla hizmete açılmış iki farklı ildeki raylı sistem projesini incelenerek yatırımın temel performans hedefleri ile hizmetin verildiği geçen süreçte alınan verileri karşılaştırılarak analiz yapılmıştır. [18]. Diğer yandan fizibilite raporlarından elde edilen verilerle kamu yatırımlarının verimliliğini etkileyen faktörleri incelenerek, verimliliği ve faydalarının maliyetlerini karşılama seviyesi değerlendirilmiştir [19].

Ulaştırma yatırımlarının yüksek ekonomik getirisi, kısıtlı kaynakları kullanmaları ve işgücünün artmasına izin vermesi dahil olmak üzere birçok özelliği vardır. Ekonominin gelişmesine yardımcı olabilecek veya yapabilecek ulaştırma projelerinin coğrafi ölçeği ve türü ile ilgili herhangi bir belirlilik yoktur. London ve McNeil [8], yaptıkları çalışmada bu

ayrıntı eksikliğini gidermeyi amaçlamışlardır. Meta analizi kullanarak belirli türde ulaştırma projeleri için performans ölçütlerini etkin bir şekilde seçmek, ölçmek ve bunların daha büyük ulaşım sistemlerinin sistem özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için bir çerçeve geliştirmişlerdir. Yapılan analiz ile fizibilite raporlarının etkin bir çerçevede oluşturulmasında dikkate alınması gereken ölçütler de belirlenmiş olmaktadır.

2.2. Karar Verme

İnsanlar yapmakta oldukları veya yapmayı düşündükleri her bir eylem için bir tercih yapmak durumunda kalmaktadırlar. Bu süreç en az iki alternatifin oluşturulması ve bir tanesinin seçilmesi şeklinde tamamlanmaktadır. Bu seçme işlemi karar verme sürecinin en temel tanımlarından biridir [20].

Karar verme; mevcut bir problemin çözülmesi ve amaca ulaşmak için belirlenen hususlarla, alternatiflerin seçimi şeklinde tanımlanmaktadır. Karar verme süreci, yaşamın her alanında mevcuttur ve her konuda karar verme ile karşılaşılmaktadır [21].

Karar verme sürecinde mevcut alternatifler, olasılıklar, geliştirilecek stratejiler içinden amaçlara en uygun olan seçeneğin seçilmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Karar vericilerin karar vermesi bireyseldir. Tecrübeler ve gelecek için öngörülerle birlikte karar verilmesinden dolayı zamana bağımlılık söz konusu olmaktadır [21].

Karar vericinin önceden belirlenmiş bir amaca ulaşabilmesi için, gelecekte gerçekleşecek durumu ait kriterleri belirlerken daha az maliyetli, amaca en kısa sürede ulaşmayı sağlayacak bir yolu seçmesi gerekmektedir. Dolayısıyla karar verme eyleminin bilimsel yönden incelenmesi ve bir takım yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir [22].

Karar verme ve karar verme sürecinin özellikleri şu şekilde sıralanabilmektedir [23]

1. Karar verme psikolojiktir. Karar verme zihinsel çaba ve irade gerektirdiğinden herkes psikolojik olarak etkin bir şekilde yapamayabilir. Bazıları tüm dikkatlerini kararı uygulamaya veremeyince kararı başkalarının vermesini tercih ederler.
2. Kararın etkinliği amaçların iyi seçilmesine bağlıdır. Gerekli verilerin toplanması,

bunların karşılaştırılmalarının yapılması için zamana, personele ve gerekli araçlara ihtiyaç olmaktadır.

3. Karar verme etkin olmalıdır. İnsanların zamanı ve olanakları sınırlıdır. Bu sebeple amaçların ve bu amaçlara ulaştıracak kararların etkin bir şekilde alınması gerekmektedir.
4. Karar verme tam bir serbestlikte olmalıdır. Karar vericinin kısıtlanması durumunda etkin ve verimli bir karar alması beklenmemelidir.
5. Karar verme ve kararı uygulama süreç gerektirdiği için kararın etki ve veriminde değişikliklere neden olabilmektedir. Karar verme sürecinin ve uygulamasının kısa olduğu durumlarda karar verici tüm alternatifleri değerlendirip en iyi kararı verdiğinde koşulların değişme olasılığı daha az olmasından dolayı kararın etki ve verimliliği de yüksek olmaktadır. Özetle kararın türüne göre her karar için gerekli bir optimum karar süresi vardır.
6. Karar verme gelecek ile ilgilidir ve geleceğin ön görülmesine bağlı bir eylemdir.
7. Karar verme en uygun alternatifin seçimidir. En uygun alternatif, faydaları ile zararları arasındaki farkın en yüksek olduğu alternatif demektir.

Koçel'e [24] göre karar verme beş adımda gerçekleşmektedir. İlk aşama amaç ve sorunların belirlenmesidir. Daha sonra önem derecelerine göre sıralanarak ikinci aşama oluşturulurken, amaca ulaştırarak en iyi seçeneklerin belirlenmesi de üçüncü aşamada gerçekleşmektedir. Dördüncü aşamada seçeneklerin değerlendirilmesi ve kriterlerin belirlenmesi, son adımda ise seçim yapılarak karar verme süreci tamamlanmış olmaktadır.

Karar verme işlemi bireysel veya grup olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir. Bireysel karar vermede tek karar verici olduğu için daha kolay bir karar verme süreci gerçekleşmektedir. Grup karar vermede ise grupta yer alan karar vericilerin kendi uzmanlık alanlarına bağlı olarak farklı hedeflerinin olmasından dolayı farklı fikirler ortaya çıkabilmektedir. Bu durum, problemin karmaşıklaşmasına neden olmaktadır [25].

Günlük hayatta karşılaşılan sorunlar basit bir şekilde çözüme kavuşturulamadığında bu sorunların çözümünde modeller geliştirilir ve karar verme problemleri bu model ile çözülmeye çalışılmaktadır. Geliştirilen model, gerçek hayattaki durumların matematiksel olarak ifade edilmesi şeklinde elde edilmektedir. İnsanların bir kararı değerlendirme ve karar verme süreçleri ise mantıksal karar verme modeli ve sezgisel karar verme modeli

şeklindedir [26].

Karar problemlerindeki faktörler; karar verici, alternatifler, durumlar, sonuçlar şeklinde sıralanmaktadır. En uygun kararın alınması geliştirilecek matematiksel bir model ile gerçekleştirilebilmektedir. Günümüzde bilgisayar yazılımları ile karar modellemeleri geliştirilmektedir. Böylece daha doğru ve daha hızlı karar verme imkânı oluşmaktadır [27].

Bir değerlendirme modelinin sistemsel yapısı ve karar verme süreci öncelikle bilimsel değerlere dayalı olmalıdır. Şeffaf olmayan ve gereksiz siyasi durumların dahil olmasına müsaade edilmemelidir. Fakat verilecek kararların uygulanması sırasında bazı kısıtların olması yanlış yatırım kararı almayı azaltacaktır. Bu amaçla önerilecek karar verme modelinde uygulanması düşünülen yöntemin ve karar sürecinin olabildiğince şeffaf olması gerekmektedir [28].

2.3. Bulanık Mantık

Tarih boyunca insanlar, karşılaştıkları her durum için karar verme gereği duydular. Karşılaşılan durumlara göre verilen kararlar kişisel, kurumsal, toplumsal vb. yönden oluştuğu belirtilmektedir. Karşılaşılan problemler somut verilerle ilgili verilecek karar daha kolay olurken soyut veriler söz konusu olunca karar verme durumu daha zor olmaktadır. Bu durumda belirsizlik ifadesi ile tanımlanmış bulanık mantık karar verme sürecine dahil olmaktadır. Bulanık mantık ile bahsi geçen belirsizlik durumları anlamlandırılarak karar verme sürecine devam edilmektedir [29].

Bulanık mantık ile klasik mantık arasındaki en önemli fark, klasik mantıkta ikili mantık olmasıdır. Bunlar bir durumun doğru ya da yanlış olma durumudur. Matematiksel yöntemlerle kompleks durumları modellemek ve kontrol etmek zordur, çünkü verilerin eksiksiz olması gerekmektedir. Bulanık mantıkta bahsi geçen zorunluluklar olmazken daha niteliksel bir modelleme ile çözüm yapma imkânı sağlamaktadır [30]. Temel farklar Çizelge 2.1'de verilmiştir [31] .

Bulanık mantık, doğrusal olmayan denklemlerin kullanılmasıyla çok sayıda yöntemin karmaşıklaşmasına çözüm oluşturmak amacıyla ortaya çıkmıştır. Bulanık mantık yaklaşımıyla, bilgisayar programları aracılığı ile veriler işlenebilmekte ve karar vericilerin

tecrübeleri değerlendirerek çalışabilmektedir. Bulanık mantıkta sayısal ifadeler yerine sözel ifadeler kullanılmaktadır. Bulanık mantık özellikle çok karmaşık olayların değerlendirilmesi gereken durumlarda ve karar vericilerin değerlendirmelerine ihtiyaç duyulduğunda tercih edilen bir yöntemdir [32].

Çizelge 2.1. Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki farklar

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A veya A Değil	A ve A Değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya Hiçbiri	Belirli Derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 Arasında Süreklilik
İkili Birimler	Bulanık Birimler

Bulanık mantık kendi içerisinde birtakım özelliklere sahiptir. Bu özellikler şunlardır:

1. Bulanık mantıkta karar verme durumlarında kesin veriler kullanılmamaktadır. Bunun yerine yaklaşık karar verilmektedir.
2. Bulanık mantık içerisinde tüm kriterler derecelendirilmektedir.
3. Tüm mantıksal ifadeler bulanık hale getirilebilmektedir.
4. Veriler değişkenler üzerinde bulanık ifadelerle anlamlandırılmaktadır [33].
5. Bulanık mantık içerisinde yer alan ifadeler [0,1] aralığında yer almaktadır.
6. Bulanıklaştırma dilsel ifadelerle belirlenen kurallar çerçevesinde gerçekleştirilmektedir.
7. Bulanık mantık matematiksel modelde kolay bir şekilde uygulanamayacak durumlar için uygun bir yöntemdir.
8. Bulanık mantık ile kesin olarak bilinmeyen ya da kısıtlı bilgilerden oluşan durumlarda işlem yapabilmektedir [34].
9. Bulanık mantık esnektir [35]
10. Bulanık mantık karar vericilerin tecrübelerini sürece dahil etme imkân sağlar [35]
11. Yöntemin uygulanmasında detay ve zorluklara girilmesini önlemektedir [35].
12. Bulanık mantık diğer karar verme yöntemleriyle kullanılarak hızlı ve kolay karar verme imkânı sağlamaktadır.

Ulaştırma projelerinin verimli bir şekilde seçilmesi birçok açıdan değerlendirilmesi gereken bir problemdir. Bu seçim süreci, genellikle ölçülemez birimlerle ölçülen çoklu

hedeflere dayanmaktadır [36]. Genellikle projelerin niteliksel özelliklerini ihmal ederek veya önyargılı olarak ele alındığı görülmüştür. Dahası mevcut seçim yöntemleri ile karar vericilerin tercihleri veya belirsizliği ile etkili bir şekilde ele alınamamaktadır. Çalışmalar bulanık kümeler teorisi, kesin olmayan bilgileri projelerin seçim sürecinde kullanımı için uygun bir araç olduğu göstermiştir. Avineri ve arkadaşları [37], bulanık kümeler teorisini kullanarak ulaştırma projelerinin seçimi için etkili bir teknik sunmuşlardır. Seçim süreci çok amaçlı bir süreçtir ve projeler, dil değişkenleri kullanılarak hem nicel hem de nitel olarak derecelendirilmiştir.

Yatırım projelerinin değerlendirilmesi problemi, optimum alternatifi seçmenin çok kriterli hiyerarşik görevi olarak kabul edilmektedir. Bulanık küme teorisinin matematiksel araçları, nicel ve nitel parametrelere dayalı olarak, belirsizliği ve yerel kriterlerin oluşturulması için kullanılmaktadır. Dimova ve arkadaşları [38], bulanık kümeleri matematiksel araçlarla tanımlanarak yeni yöntem olarak uygulamışlardır. Yerel kriterlerin hiyerarşik yapılarını ele alma yöntemi de sunmuşlardır.

Tangari ve arkadaşları [4], Balkanlar'ı Avrupa Birliği'ne daha iyi bağlayabilecek ulaştırma ağını değerlendirmek için bulanık ortamda geliştirilmiş çok kriterli bir metodoloji sunmuşlardır. Bu yöntem, farklı sayısal değerler içeren ve proje alternatifleri arasında en verimli çözümü belirlemek için bilgi ve verilerin çeşitli doğruluk derecelerinde kullanılmasına izin veren bir etki matrisi olarak oluşturmuşlardır. Bulanık çok kriterli metotlarını alternatifler arasında daha verimli çözümün yanı sıra belirlen alternatifin optimum olup olmadığını belirlemek için kullanmışlardır.

Özkır ve Demirel [39], en iyi ulaştırma yatırım projesini seçilmesinde sosyal, çevresel ve ekonomik kriterin aynı anda dikkate alınması gerekmektedir. Bir dizi farklı projeyi, özellikle en iyi alternatifleri değerlendirmek daha da karmaşıktır. En iyi ulaştırma yatırım projesini seçme hedefini takip ederek, bulanık bir analitik hiyerarşi sürecinde entropi kavramını ve aralık normalleştirme sürecini kullanarak çok kriterli bir projenin seçim sürecine yardımcı olmak için bulanık bir değerlendirme yöntemi önermişlerdir. Ardından belirsiz maliyet kriteri bakımından en iyi ulaştırma yatırım projesini seçmek için bulanık bir doğrusal programlama modeli önermişlerdir. Teng ve Tzeng [36] , ulaştırma yatırım projesi seçim problemi için bulanık çok amaçlı 0-1 programlama modelini ve bulanık uzaysal algoritmayı açıklamışlardır.

2.4. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

ÇKKV, birden fazla kriter ve alternatifi birlikte ele alarak karar vermeyi sağlayan yöntemlerdir. Birbirleri ile çelişen kriter ve alternatiflerden oluşan problemlerin çözümünde kullanılan yöntemlerdir. Tek bir kriterle alınan kararlar, birden çok kriterle alınan kararlara göre daha hızlı ve doğru olma ihtimali fazla olan kararlardır. ÇKKV yöntemlerinin kriterlerin verilecek karara etkilerini ortaya koyabilmesi için bilimsel sürece ihtiyacı vardır [40]. Bazı karar problemlerinde karar vericilerin alternatifler arasından uygun olanını seçmeleri zor olabilmektedir. Karar vericilerin seçim sürecinde birbiriyle çelişen kriterler fazla olduğunda geleneksel yöntemleri kullanılması gerçekçi çözümler oluşturamayacağından, ÇKKV yöntemleri birçok çalışmada kullanılmaktadır [41].

ÇKKV'nın temel amacı; karar verme sürecinde karmaşık çok sayıda verinin düzenlenmesi ve tüm kriterleri dikkate alarak karar vermede karar vericiye yardımcı olmaktır [42]. Verilen kararın etkisini anlamak ve değerlendirmek için, kriterlere ait bilgiler sayısallaştırılarak ölçülmektedir. Böylece karar vericiye en iyi alternatif hakkında sayısal bilgi sunarak doğru kararlar vermesi sağlanmaktadır [43].

ÇKKV problemleri mühendislik, sosyal, kültürel, finansal, politik, ticari ve mali gibi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Teknolojinin gelişmesi ve yazılım alanında gelişmelerin hızlanmasından dolayı ÇKKV teknikleri de gelişmektedir. Yeni geliştirilen teknikler ve bu tekniklerin bilgisayar programlarıyla rahatça uygulanabilmesi sayesinde ÇKKV'nin karmaşık karar problemlerinin analizi de kolaylaşmaktadır [44].

ÇKKV tekniklerinin gelişimi ve çeşitliliğinin artması, hangi tekniğin seçilmesi konusunda kararsızlığa sebep olmaktadır. Uygun ÇKKV tekniğinin seçilmesinde net bir kural olmadığından karar probleminin yapısı ile tercih edilen yöntemin özelliklerine dikkat edilmelidir. En iyi alternatifin seçilmesi, sınıflandırılması veya sıralanmasında ÇKKV yöntemleri farklı algoritmalara sahip olduğundan birden fazla teknik kullanarak karşılaştırmalar yapılmaktadır. Karar vericinin hangi şartlar altında karar vereceği bir süreç gerektirirken bu süreçte kullanılan yöntemlerle kararın hangi şartlar altında verildiği de dikkat edilmesi gereken bir husustur [45].

Çok kriterli karar vermenin yararlarını aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür [46]:

1. Birbiriyle çelişen kriterleri doğrudan değerlendirerek karar verme sürecini kolaylaştırmaktadır.
2. Çok kriterli karar verme süreci, problemi anlayıp çözmede yardımcı olmaktadır.
3. Karar verme yöntemleri basit ve şeffaftır.
4. ÇKKV, kompleks problemleri etkin olarak çözebilmektedir.
5. ÇKKV yöntemleri ile çözümleme süresi fazla vakit almamaktadır.

Yapılan çalışmaları incelediğimizde, projelerin değerlendirilmesinde genel olarak en sık kullanılan değerlendirme metodunun çok kriterli karar verme yöntemleri olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda kriterlerin seçimlerini çalışmayı yapan kişiler tarafından belirlendiği için farklılıklar göstermektedir. Bu amaçla, uzmanlar tarafından belirlenen teknik, ekonomik, sosyal ve çevresel kriterlere göre projeler değerlendirilmiştir [47]. En iyi alternatifin mevcut alternatifler arasından belirlendiği çok kriterli karar analizi yaklaşımı uygulanmıştır. Malczewski [48]; çok kriterli karar verme yöntemlerini daha kolay anlaşılabilir ve uygulanabilir hale getirmiştir. Böylece sözlü olarak ifade edilebilen ve temel matematiksel hesaplamalardan oluşan bir çalışma ortaya koymuştur. Bu bağlamda, Bit ve arkadaşları [49] ise bulanık mantıkla çok kriterli karar vermeyi birleştirerek matematiksel bir model geliştirmiştir.

Büyük kaynaklar gerektiren ulaştırma yatırımlarının yapılıp yapılamayacağı noktasında alınması gereken karar, değerlendirme sürecinde önemli bir husustur. Literatürde ulaştırma projelerine ait yatırımların değerlendirilmesinde sadece sayısal değerleri dikkate alan yöntemler tercih edilmiştir. Yücel ve Taşabat [50] yaptıkları çalışmada, ulaşım yatırımlarının değerlendirilmesinde kullanılmak üzere önerilen ÇKKV yöntemlerinden yararlanılarak İstanbul'da kullanılması planlanan alternatif raylı sistem projeleri arasında sıralama yapmışlardır. AHP kullanılarak alternatif ağırlıkları bulmuşlardır. Yaptıkları analiz sonucunda bulguları değerlendirmiş ve planlanacak olanlardan en uygun projenin belirlenmesi için çeşitli önerilerde bulunmuşlardır. Çalışkan [51] ise yaptığı çalışmada, uzmanların görüş ve deneyimlerini temel alarak potansiyel ulaşım yatırımlarını değerlendirmek için kullanılan yeni bir karar destek yaklaşımının incelemiştir. Bu yaklaşımın oluşturulmasında bilişsel harita ve analitik hiyerarşi süreci gibi modern karar verme yöntemlerini kullanmıştır.

Ulaştırma projelerinin yapılabilirliğine dair verilen karar çok yönlü bir değerlendirmeyle

verilmelidir. Aynı şekilde alternatifler arasından seçim süreci de değerlendirmelerin detaylı yapıldığı bir süreçtir. Ferrari [52], ulaştırma projelerine ait alternatifler arasından seçim yapmak için üç aşamalı bir hiyerarşi süreci önermiştir: Birinci aşama, projeleri gerçekleştirirken ulaşılmak istenen nihai hedefin oluşturulması; projelerin bakış açılarıyla değerlendirileceği ikinci aşama ve projelerin teknik yönden değerlendirileceği üçüncü seviye. Çalışma ile karar verme sürecine dahil olan iki karar vericinin seçim yöntemi sunulmuştur; uzmanlar ve politikacılar. Yöntem ile bakış açılarının ağırlıklarının proje özniteliklerine bağımlılığını hesaba katarak, geleneksel analitik hiyerarşi sürecinden farklı prosedürler aracılığıyla, her hiyerarşi düzeyindeki öğelerin bir sonraki üst düzeydeki öğelere göre ağırlıklarının hesaplanmasını sağlamıştır.

Yapılmış çalışmalara bakıldığında ÇKKV yöntemlerinden en çok tercih edilen yöntem AHP. Birden çok kriterden oluşan büyük ölçekli ulaştırma yatırımları için karar verme modelinde yöntem olarak kullanılmıştır [53]. Önerilen modelde AHP ile çok amaçlı optimizasyon stratejilerini entegre ederek projelerin uygulanabilirliğini belirlenmiştir. Zak ve Kruszyński [54], yaptıkları çalışmada hiyerarşik karar probleminin her seviyesinde farklı çok kriterli sıralama problemlerini yapılandırmış ve AHP metodu, Electre III / IV metodu ve bunların kombinasyonu uygulanarak çözmüşlerdir. Çok yönlü bir değerlendirme ile sonuçların ve uygulanan yöntemlerin karşılaştırmasını sunmuşlardır.

Hamurcu ve Eren [55], çalışmalarında çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak monoray teknolojisi seçimini, AHP ve bulanık AHP yöntemleri ile belediyenin toplu taşıma türünün seçimini yapmışlardır. 4 aşamalı bir metodoloji ile raylı sistemleri teknik, yolcu, mimari, ekonomik yönden ele alınmıştır. [56]. Bu çalışmaya ilaveten AHP-VIKOR entegrasyonunu temel alan ve Ptyhon programlama dilinde geliştirilmiş yatırım projelerine ait analizler ile önerilen modelin ara yüzüne veri girişi ile hazırlanan karar destek sistemi de önerilmiştir [57]. Öncel [58], İstanbul trafiğine çözüm olarak belirlen alternatifleri AHP, ELECTRE ve TOPSIS ile seçim modeli önermiştir. Kırlangıçoğlu [59] ise güzergâh seçim kriterlerini AHP ile ağırlıklandırılmasını yaparak GIS Programı üzerinden çalışmasını gerçekleştirmiştir. Banai [60] Memphis şehri için belirlenen iki güzergâh alternatifi arasından AHP ile en iyi seçiminde öneride bulunmuştur. Farkas [61], ÇKKV yöntemleri ve coğrafi bilgi teknolojilerinin birlikte kullanarak mekânsal ve mekânsal olmayan verilerin analizini gerçekleştirmiştir. Yapılan analizlerde; ekonomik, kurumsal,

yönetimsel, sosyal ve çevresel faktörlerini birlikte değerlendirerek kent içi ulaşım güzergâhlarının belirlenmesinde yeni bir çalışma önermiştir.

Devlet destekli yatırım projeleri, ulusal politika açısından son derece önemli olmakla birlikte, ortak kamu fonlarından devredilecek projeler birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Kamu kaynaklarının doğru yatırım projelerine aktarılması için kapsamlı bir karar verme modeli gerekmektedir. Projelerin değerlendirilmesi için birçok kriteri göz önünde bulundurmak gerekir. Bu kriterler genellikle özneldir ve sayılarla ifade edilmesi son derece zordur. Kiliç ve Kaya [62] yaptıkları çalışmada, Türkiye'de faaliyet gösteren kalkınma ajanslarının yatırım projeleri için yeni bir değerlendirme modeli önermişlerdir. Önerilen model bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerinden oluşmaktadır. Bu uygulama neticesinde önerilen modelin çok kriterli karar verme problemlerinde alternatiflerin daha kapsamlı bir perspektifte değerlendirilmesinde etkili olduğu görülmüştür. Yapılan diğer bir çalışmada ise AHP ile BWM yöntemlerini birlikte kullandığı bir model önerilmiştir [63]. Bu amaçla her iki yöntemi alternatiflere ait ağırlıklar belirlendikten sonra iki yöntem arasında bir karşılaştırma da yapılmıştır.

Ulaştırma projeleri giderek daha karmaşık hale gelmektedir. Projelerdeki karmaşıklığı ölçmek ve değerlendirmek için sistematik bir yaklaşımın oluşturulması gerekmektedir. Nguyen ve arkadaşları [64], ulaştırma projelerine ait otuz altı karmaşıklık faktörü belirlemişlerdir. Faktör analizini kullanarak, proje karmaşıklığının altı bileşenini, yani sosyopolitik, çevresel, organizasyonel, altyapısal, teknolojik ve kapsam karmaşıklığını belirlemişlerdir. Proje karmaşıklığının bileşenlerinin ve parametrelerinin ağırlıklarını belirlemek için bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Genel çerçevede proje karmaşıklığını ölçmek için bir karmaşıklık seviyesi önermişlerdir.

Ulaştırma politikasının uygulanmasının desteklenmesinde çok kriterli analizin geleneksel maliyet fayda analizine göre birtakım avantajları vardır. Van Wee [65] , CBA'nın sınırlamalarına karşılık ÇKKV yöntemleri, bunların birçoğunun üstesinden gelebildiğini, parasal ölçekte ifade edilemeyen veya kolayca ölçülemeyen durumlarda kullanılabildiğini ortaya koymuştur. CBA’daki zorluklar ve şeffaflığı engelleyen kriterler ve sebepleri ortaya konularak çok kriterli değerlendirme yaklaşımı önerilmiştir [66]. Thomopoulos ve arkadaşları [67] ile Macharis ve arkadaşları [68] yapılan ulaştırma politikaları değerlendirmesine çevresel etkiler ve siyasi beklentilerin standart haline gelmesiyle ulaşım

paydaşlarından farklı bakış açılarının keşfedilmesini sağlamışlardır. Barfod ve arkadaşları [69] ise alternatif bir yaklaşım olarak ÇKKV'nin sonuçlarını parasal değerlere dönüştürmüştür. Ulaştırma yatırımları için, CBA ve ÇKVV sonuçlarının ağırlıklı toplamına dayalı bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Duyarlılık analizi ile, parasal değerleme, insanların kararlarının etkileri arasındaki değişimi incelemişlerdir.

2.4.1. BWM ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması

BWM yönteminde en önemli ve en önemsiz kriterler karar verici tarafından belirlenmektedir. Bu iki kriter ve diğer kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmaktadır. Alternatifler ya da kriterler ağırlıklandırılarak en uygun alternatif seçilmektedir.

BWM birçok karar alma alanında kullanılmaktadır. Yöntemin amacı alternatifler arasından seçimde bulunmaktır. Bu yöntemi diğer yöntemlerden ayıran en önemli özellik daha az ikili karşılaştırma gerektirmesi, daha tutarlı ve daha güvenilir sonuçlar oluşturmasıdır [70].

BWM 6 adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar, kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için kullanılmaktadır [70]. Bu adımlar aşağıda sıralanmaktadır:

Adım 1. Kriterler c_1, c_2 … c_n belirlenir.

Adım 2. n adet kriter arasından en önemli ve en önemsiz kriter belirlenir.

Adım 3. En önemli kriterin diğer kriterlere göre önem derecesi 1 ile 9 aralığındaki skaladan (1: eşit önemli; 9: aşırı önemli) yararlanılarak elde edilmektedir. Eşit öneme sahip olduğunda 1 ile çok önemli olduğunda ise 9 ile değerlendirilmelidir. En önemli kriterin diğer kriterlere göre değerlendirilmesini gösteren vektör;

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \ldots, a_{Bn}) \quad (2.1)$$

Burada, a_{Bj}, en önemli kriter olan B'nin j kriterine göre tercihini belirtmektedir.

Adım 4. Diğer kriterlerin en önemsiz kritere göre önem derecesi 1-9 aralığındaki skaladan yararlanılarak karşılaştırması yapılır.

Diğer kriterlerin en önemsiz kritere göre değerlendirmesini gösteren vektör;

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots a_{nW})^T \tag{2.2}$$

Burada a_{jw}, j kriterinin en önemsiz kriter olan W'ye göre tercihini belirtir.

Adım 5. Kriterlerin optimum ağırlıkları (W_1^* , W_2^* , … W_n^*) hesaplanır [71]. Tutarlılık göstergesi "0" a yakınsa yüksek tutarlılığı göstermektedir.

$\left|\frac{W_B}{W_j} - a_{Bj}\right|$ ve $\left|\frac{W_j}{W_W} - a_{jw}\right|$ farklarının maksimumunu minimum yapan model tüm j.ler

için maksimumunu minimum yapan model;

$$\begin{cases} \text{minmax}_j \left\{\left|\frac{W_B}{W_j} - a_{Bj}\right|, \left|\frac{W_j}{W_W} - a_{jw}\right|\right\} \\ kısıtlar \\ \sum_j W_j = 1 \\ W_j > 0 \; tüm \; j \; değerleri \; için \end{cases} \tag{2.3}$$

Denklem doğrusal hale aşağıdaki gibi çevrilebilir:

$$\begin{cases} \min \xi \\ \left|\frac{W_B}{W_j} - a_{Bj}\right| \leq \xi \text{ tüm j değerleri için} \\ \left|\frac{W_j}{W_W} - a_{jw}\right| \leq \xi \text{ tüm j değerleri için} \\ \sum_j W_j = 1 \\ W_j \geq 0 \text{ tüm j değerleri için} \end{cases} \tag{2.4}$$

Adım 6. Modelin çözümü ile kriter ağırlıkları ve tutarlılık indeksi (ξ) hesaplanır. Yöntemin son aşamasında değerlendirilmelerin tutarlılığı test edilir [70]. Tutarlılık oranı Eş. 2.5'ten yararlanılarak hesaplanır.

$$\text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\xi}{\text{Tutarlılık Indeksi}} \tag{2.5}$$

Çizelge 2.2. Tutarlılık indeksi (CI)

a_{BW}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tutarlılık İndeksi (max ξ)	0	0,44	1,00	1,63	2,30	3,00	3,73	4,47	5,23

Tutarlılık oranı 0'a yaklaştıkça değerlendirmenin daha tutarlı olduğu, 1'e doğru yaklaştıkça ise daha az tutarlılık göstermektedir (Çizelge 2.2).

2.4.2. Bulanık TOPSIS ile Proje Seçimi

Bulanık TOPSIS yöntemi, bulanık ortamda çok kriterli problemlerin ve bireysel karar almalarda etkili olan grup karar verme problemlerinin çözülmesi amacıyla başvurulan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Dilsel değişkenler, bulanık ortamda kriterlerin ağırlıklarını belirlemek ve mevcut alternatifleri kriterlere göre sıralamak amacıyla kullanılmaktadır [72].

Yöntem çok kriterli karar verme problemlerinde nicel ve nitel verilere uygulanabilmektedir. Bulanık TOPSIS yöntemi bulanık ortamda az sayıda karar vericinin bulunduğu problemlerde de uygulanmaktadır. Yöntem, karar vericilerin kriterler ve alternatiflerle ilgili değerlendirmelerini bulanık sayılar aracılığıyla alternatifler için yakınlık katsayısı şeklinde çözümleme ve sıralama yapmayı sağlamaktadır [73].

Bulanık TOPSIS yönteminde karar matrisi oluşturulduktan sonra normalize edilmiş bulanık karar matrisi ve ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi elde edilmektedir. Daha sonra bulanık pozitif ve negatif ideal çözüm değerleri bulunarak her bir alternatifin uzaklık değerleri hesaplanmaktadır. Alternatiflerin yakınlık katsayısı hesaplanarak öncelik sıralamaları yapılmaktadır. Yakınlık katsayıları 0 ile 1 arasında olmalıdır. Yöntemin amacı seçilen alternatifin ideal çözüme yakın, ideal olmayan çözüme ise uzak olmasını belirlemektir [74].

Bulanık TOPSIS belirli aşamalar takip edilerek yapılmaktadır. Bu aşamalar aşağıda gösterilmiştir [75]:

Adım 1: "n" sayıda kişiden oluşan değerlendirici grubu oluşturulur.

Adım 2: "m" adet alternatif belirlenir.

Adım 3: Dilsel değişkenler ve bunlara karşılık gelen bulanık sayılar tablo olarak verilmelidir.

Adım 4: n tane değerlendiriciden oluşan değerlendirici grubunun, alternatifleri her bir kritere göre değerlendirmesi ve bu değerlendirmelerin tek bir değere indirgenmesi Eş. 2.6 numaralı eşitlikle yardımıyla hesaplanır.

$$\widetilde{X}_{ij} = \frac{1}{n}\left[\widetilde{X}_{ij}^{1} + \widetilde{X}_{ij}^{2} + \cdots + \widetilde{X}_{ij}^{n}\right], i = 1,2,3,\ldots,m \quad (2.6)$$

Adım 5: Bulanık karar matrisi Eş. 2.7 ve Eş. 2.8 eşitlikleri ile oluşturulur. Alternatifler ($\widetilde{D}$) ve kriterler ($\widetilde{w}$) için bulanık karar matrisi; [74]

$$\widetilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1j} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \tilde{x}_{i2} & \cdots & \tilde{x}_{ij} \end{bmatrix}, i = 1,2,\ldots,m\ ;\ j = 1,2,\ldots,n \quad (2.7)$$

$$\widetilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \ldots, \tilde{w}_n] \quad (2.8)$$

Burada;

$\tilde{x}_{ij}$, j. kritere göre i. alternatifin derecesi

$\tilde{w}_n$: n. kriterin önem ağırlığı

$\widetilde{D}$: bulanık karar matrisini ifade etmektedir.

Adım 6: Normalize bulanık karar matrisi elde edilir (Eş. 2.9).

$$\widetilde{R} = \left[\tilde{r}_{ij}\right]_{mxn} \qquad i = 1,2,\ldots,m\ ;\ j = 1,2,\ldots,k \quad (2.9)$$

B, fayda kriteri ve C, maliyet kriteri olmak üzere,

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right), j \in B \text{ ve } c_j^* = \max_i c_{ij} \text{ if } j \in \quad (2.10)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right), j \in C \text{ ve } a_j^- = \min_i a_{ij} \text{ if } j \in \quad (2.11)$$

Eşitliklerinden yararlanılarak hesaplanmaktadır. Elde edilen her bir $\tilde{r}_{ij}$ değeri normalize edilmiş üçgensel bulanık sayılardır.

$\widetilde{R}$: Normalleştirilmiş bulanık karar matrisi,

c_j^*: Bulanık karar matrisinde bir sütundaki üçüncü değerin en büyüğü,

$\tilde{r}_{ij}$: Bulanık karar matrisindeki her bir değerin c_j^* değerine bölünmesiyle elde edilen normalleştirilmiş değerlerdir. a, b, c'nin her biri bulanık karar matrisindeki değerlerdir.

Adım 7: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi Eş. 2.12 ile bulunur. Kriterler için ağırlıklı normalleştirilmiş matris $\widetilde{V}$, değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının ($\widetilde{W}_j$) normalleştirilmiş karar matrisi $\tilde{r}_{ij}$ ile çarpılmasıyla hesaplanır.

$$\widetilde{V} = \left[\tilde{v}_{ij}\right]_{mxn}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad (2.12)$$

Burada

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(.)\, \widetilde{W}_j \quad (2.13)$$

Adım 8: Her bir alternatifin Bulanık Pozitif İdeal Çözüm (BPİÇ, A*) (Eş. 2.14) ve Bulanık Negatif İdeal Çözüm (BNİÇ, A^-) (Eş. 2.15) den uzaklığı sırasıyla aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır.

$$A^* = \left\{\left(\max_i v_{ij}, j \in B\right), \left(\min_i v_{ij}, \ j \in C\right)\right\} i = 1, 2, \dots, m \quad (2.14)$$

$$A^- = \left\{\left(\min_i v_{ij}, j \in B\right), \left(\max_i v_{ij}, \ j \in C\right)\right\} i = 1, 2, \dots, m \quad (2.15)$$

Fayda temelli kriterin (B) en büyük, maliyet temelli kriterin (C) ise en küçük değeri pozitif ideal değerdir. Diğer taraftan fayda temelli kriterin en küçük, maliyet temelli kriterin ise en büyük değeri negatif değerdir. A^* en fazla tercih edilen alternatifi ifade ederken, A^- ise en az tercih edilen alternatiftir. Sonuç olarak;

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad (2.16)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (2.17)$$

Adım 9: Alternatiflerin bulanık pozitif ideal uzaklık (d_i^*) ve bulanık negatif ideal uzaklık değerleri (d_i^-) Eş. 2.18 ve Eş. 2.19 ile hesaplanır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), i = 1, 2, \dots, m \quad (2.18)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^{n} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), i = 1, 2, \dots, m \quad (2.19)$$

Burada d (.,.), $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$ iki bulanık üçgensel sayı arasındaki uzaklığı göstermektedir ve şu şekilde hesaplanır:

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2\right]} \quad (2.20)$$

Adım 10: Her alternatifin yakınlık katsayısını Eş. 2.21 ile hesaplanır. Ardından, 0 ile 1 arasındaki yakınlık katsayılarına göre alternatifler sıralanır ve son olarak yakınlık katsayısı 1'e yakın olan alternatif seçilir.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \ i = 1, 2, \dots, m \quad (2.21)$$

2.4.3. Bulanık VIKOR ile Proje Seçimi

Bulanık VIKOR yöntemi, verilen karar üzerinde belirleyici olan ve birbirleriyle çelişen kriterler olduğunda kullanılmaktadır. Bulanık VIKOR yönetimine ait adımlar şu şekilde sıralanmaktadır [75]:

Adım 1: "n" sayıda kişiden oluşan değerlendirici grubu oluşturulur.

Adım 2: "m" adet alternatif belirlenir.

Adım 3: Dilsel değişkenler ve bunlara karşılık gelen bulanık sayılar tablo olarak verilmelidir.

Bulanık küme teorisinde, dilbilimsel terimleri bulanık sayılara dönüştürmek için ölçekler uygulanmaktadır. Çok kriterli karar verme problemlerinde, belirsiz bir ortamda değerlendiricilerin değerlendirmesini içeren bir yöntem olarak bulanık kümeler kullanılmaktadır.

Adım 4: n tane değerlendiriciden oluşan değerlendirici grubunun, alternatifleri her bir kritere göre değerlendirmesi ve bu değerlendirmelerin tek bir değere indirgenmesi Eş. 2.22 numaralı eşitlikle yardımıyla hesaplanır.

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{1}{n}\left[\tilde{X}_{ij}^{1} + \tilde{X}_{ij}^{2} + \cdots + \tilde{X}_{ij}^{n}\right], i = 1,2,3 \ldots, m \qquad (2.22)$$

Adım 5. Bulanık karar matrisi oluşturulur. Bulanık karar matrisi Eş. 2.23 ve Eş. 2.24 kullanılarak oluşturulur. Alternatifler ($\tilde{D}$) ve kriterler ($\tilde{w}$) için bulanık karar matrisi:

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1j} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{i1} & \tilde{x}_{i2} & \cdots & \tilde{x}_{ij} \end{bmatrix}, i = 1, 2, \ldots, m\ ;\ j = 1, 2, \ldots, n \qquad (2.23)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \ldots, \tilde{w}_n] \qquad (2.24)$$

Burada $\tilde{x}_{ij}$, j. kritere göre i. alternatifin derecesi ve $\tilde{w}_n$ ise n. kriterin önem derecesidir. $\tilde{D}$ ise bulanık karar matrisidir.

Adım 6: Kriterlerin en iyi f_i^* ve en kötü f_i^- değerleri belirlenir. f_i^* ve f_i^-'nin alacağı değerler karar probleminin maliyet veya fayda türünde olmasına göre değişmektedir.

$\tilde{f}_j^*$= $\max_i \tilde{x}_{ij}$, $\tilde{f}_j^-$= $\min_i \tilde{x}_{ij}$ (j. fonksiyon fayda cinsinden ise) (2.25)

$\tilde{f}_j^*$= $\min_i \tilde{x}_{ij}$, $\tilde{f}_j^-$= $\max_i \tilde{x}_{ij}$ (j. fonksiyon maliyet cinsinden ise) (2.26)

Adım 7: Bu adımda $\tilde{S}_i$ ve $\tilde{R}_i$ değerleri hesaplanır.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^{n} \widetilde{w}_i \frac{\left(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}\right)}{\left(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-\right)} \quad (2.27)$$

$$\tilde{R}_i = max_j \left[\widetilde{w}_i \frac{\left(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}\right)}{\left(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-\right)}\right] \quad (2.28)$$

Bu denklemlerde, $\widetilde{w}_i$ kriterlerin ağırlığı, $\tilde{S}_i$, 'i' alternatifinin en iyi bulanık değerlere uzaklığının toplamını, $\tilde{R}_i$ değeri ise 'j' kritere göre 'i' alternatifinin, bulanık en kötü değerlere maksimum uzaklığıdır.

Adım 8: $\tilde{S}_i$, $\tilde{S}_i^*$, $\tilde{R}_i$, $\widetilde{\mathrm{R}}_\mathrm{i}^*$ ve $\tilde{Q}_i$ değerleri hesaplanır.

$$\tilde{S}^* = min_i \tilde{S}_i \text{ ve } \tilde{S}^- = max_i \tilde{S}_i \quad (2.29)$$

$$\tilde{R}^* = min_i \tilde{R}_i \text{ ve } \tilde{R}^- = max_i \tilde{R}_i \quad (2.30)$$

$$\tilde{Q}_i = v \frac{(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*)}{(\tilde{S}^- - \tilde{S}^*)} + (1 - v) \frac{(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*)}{(\tilde{R}^- - \tilde{R}^*)} \quad (2.31)$$

$\widetilde{\mathrm{S}}^*$, uzlaştırıcı çoğunluk kuralını ve $\widetilde{\mathrm{R}}^*$ ise farklı görüştekilerin minimum bireysel pişmanlığıdır. $\widetilde{\mathrm{Q}}_\mathrm{i}$ indeksi elde edilir. v değeri ise maksimum grup faydası, "1-v" bireysel pişmanlık değeridir.

Adım 9: Bulanık üçgensel sayılar durulaştırılır ve alternatifler $\widetilde{\mathrm{Q}}_\mathrm{i}$ indeksine göre sıralanır. Bu indeksin, en küçük değeri en iyi alternatifi göstermektedir. Çalışmada, Hsieh, Lu, ve Tzeng [76] tarafından önerilen Eş. 2.32'de verilen BNP durulaştırma yöntemi kullanılmıştır.

$$BNP_i = \frac{(c_i - a_i) + (b_i - a_i)}{3} + a_i \quad i = 1, 2, \dots, m \tag{2.32}$$

Adım 10: Aşağıdaki iki koşulun uygunluğu kontrol edilir.

1.Koşul: Kabul edilebilir avantaj

$$Q(a'') - Q(a') \geq D(Q) \tag{2.33}$$

$$DQ = \frac{1}{m-1} \tag{2.34}$$

a'', değeri sıralamada ikinci sırada yer alan alternatifi, a' sıralamada birinci alternatifi, m alternatif sayısını ifade etmektedir.

2.Koşul: Kabul edilebilir istikrar

a' alternatifi S ve R değerlerine göre yapılan sıralamada en iyi alternatif olmalıdır.

Eğer $Q(a'') - Q(a') < D(Q)$ ise ve Koşul 1 sağlanmıyorsa, a'' ve a' benzer uzlaştırıcı çözüm olmaktadır. Koşul 2 sağlanmıyorsa, a' karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip olmasına karşın karar vermede istikrar yoktur. Bu sebeple a' ve a'''nin uzlaştırıcı çözümü aynı olmaktadır.

Adım 11: Alternatifler arasından minimum "Q" değeri seçilir.

Türkiye'de ulaştırma yatırımlarının fizibilite etüdü seçimi probleminde ilk önce karar vermeleri için değerlendiricilerin oluşturulması gerekmektedir. Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde ve alternatiflerin değerlendirilmesinde farklı değerlendiriciler belirlenmelidir. Değerlendirici kurulların bu şekilde oluşturulması ile alanında uzman kişilerin farklı bakış açılarından, tecrübelerden faydalanmak ve ulaştırma alanında yapılması düşünülen yatırımların değerlendirmesi sağlanmalıdır.

3. BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE FİZİBİLİTE ETÜTLERİNİN DEĞERLENDİRİLME METODOLOJİSİ

3.1. Araştırmanın Amacı

Karar verme sürecinde problemin iyi analiz edilmesi ve gerekli durumlarda matematiksel yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Bu durumda ilgili alanda uzmanlarla problemin değerlendirilmesi ve çözüme ulaşılması en uygun yaklaşım olmaktadır. Bu amaçla belirlenen kriterler, uzmanların bilgileri ve deneyimleri, değerlendirme sürecinde kullanılacak yöntemler kararın sonuçlarını etkilerken başarısı açısından da oldukça önemli bir husustur [77].

Seçim ya da sıralama problemlerinde, alternatiflere ait verilerin çok olması, sözel ve sayısal kriterlerin bir arada olduğu durumlarda matematiksel yöntemleri ya da modelleri kullanma ihtiyacı oluşmaktadır. Bu süreçte ilgili alanlardaki uzmanlardan bilgi ve bilimsel metotların uygulanması yönünden destek alınması gerekmektedir [77].

Bu çalışmada Bulanık ÇKKV yöntemlerinden, sözel ve sayısal kriterlerin bir arada değerlendirildiği ve seçim problemlerinde de karar verilebilmesine imkân sağlayan yöntemler kullanılarak ulaştırma projelerine ait fizibilite etütlerinin seçimi ve sıralanması amaçlanmıştır.

3.2. Araştırmanın Kapsamı

Çalışma kapsamında, ulaştırma projeleri için hazırlanan fizibilite etütlerinin değerlendirilmesi, seçilmesi ve alternatiflerin sıralanması amacına yönelik bir uygulama gerçekleştirilmiştir.

Yatırım kararı alınmadan önce hazırlanan fizibilite etütlerinin değerlendirilmesi karar problemine ait karar sürecinin tanımlanması ve değerlendirilmesinde, yöntemin uygulanması ve problemin çözümünde konu ile ilgili yeterli bilgi, beceri ve tecrübeye sahip alanında uzmanlarla birlikte çalışılmıştır. Bunun yanında literatürdeki benzer

çalışmalar incelenerek konu olabildiğince detaylı bir şekilde tüm boyutlarıyla analiz edilmeye çalışılmıştır.

Yapılan değerlendirmelerde öncelikle mevcut problem tanımlanmıştır. Bu noktada söz konusu karar problemi; ulaştırma yatırımlarının yapılıp yapılmaması konusundaki önemli aşamalardan birisi olan fizibilite etütlerinde yer alması gereken hususları sağlayacak şekilde seçiminin gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmıştır.

Problemin tanımının yapılmasından sonra çözüm için en iyi yöntemlerin bu özellikteki karar problemlerinde sık kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinin olduğu ve mevcut problemin net olmayan, bulanık özellikler ve değerlendirmeler içermesi sebebiyle bulanık mantıkla desteklenerek çözüme kavuşturulması gerektiği değerlendirilmiştir.

3.3. Araştırmanın Yöntemi ve Süreçleri

Bu çalışma kapsamında çözüm için en uygun yöntemlerin çok kriterli karar verme yöntemleri olduğunun değerlendirilmesinden sonra, kullanılacak yöntemler; BWM yöntemi ile bulanık mantıkla birlikte kullanılan TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin uygun olduğu belirlenmiştir.

Problemde kullanılması kararlaştırılan bu iki yöntem, uygulama çalışmasının aşamalarında sırasıyla kullanılmıştır. Karar probleminin kriterlerinin ağırlıklandırılması aşamasında BWM yöntemi kullanılmıştır. Bulanık TOPSIS yöntemi ise BWM ile ağırlıklandırılan kriterlerle alternatiflerin değerlendirilmesi ve sıralanması amacıyla kullanılmıştır. Bulanık VIKOR yöntemi ise birbiri ile çatışan kriterlerle alternatifleri sıralayarak en uygun alternatifin seçilmesi amacıyla kullanılmıştır.

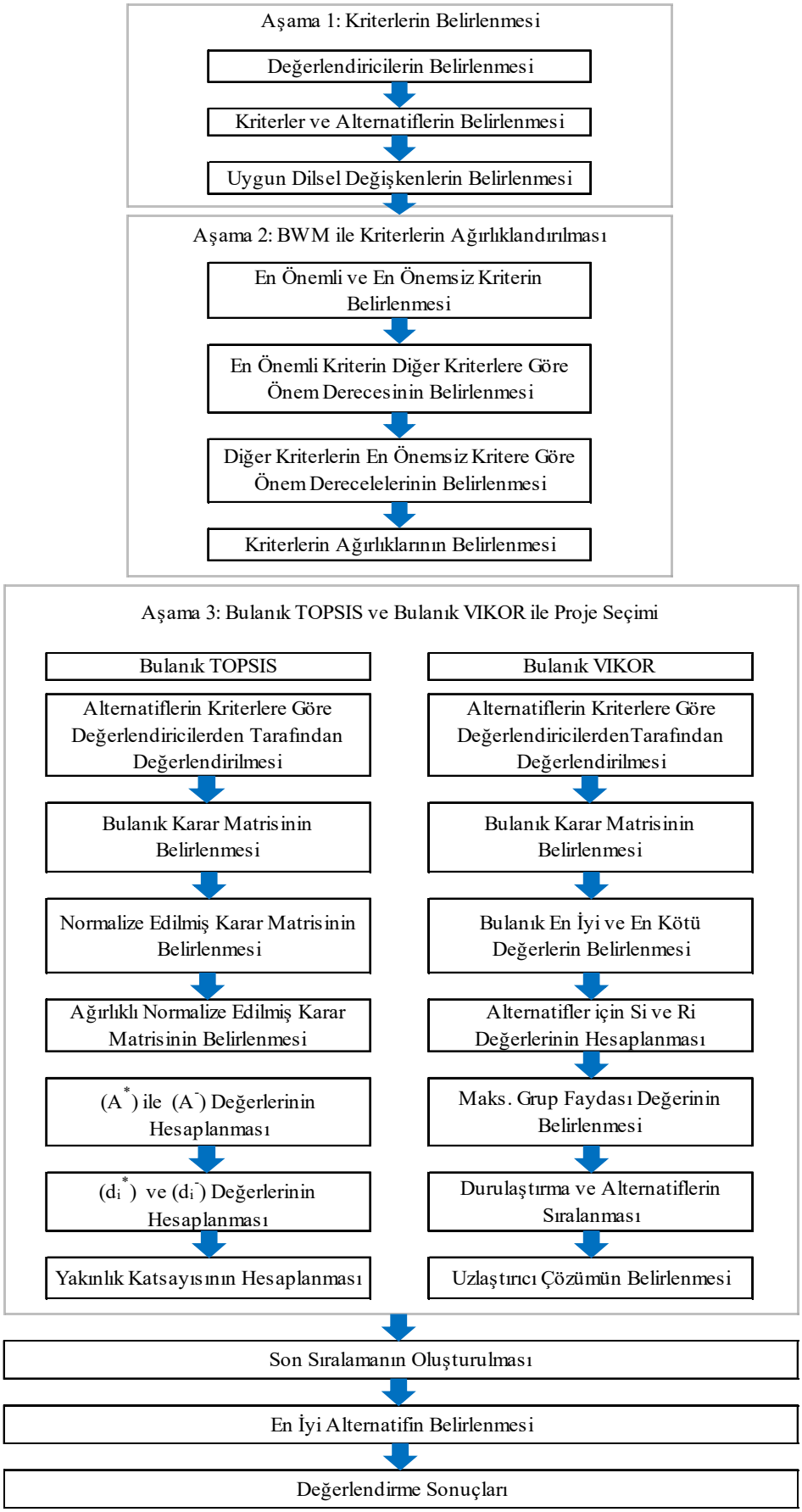
Problemin tanımlanmasının ardından çözüme ilişkin süreç belirlenmiştir. Böylece hangi aşamada hangi işlemin gerçekleştirileceği önceden belirlenerek en etkili sonuca ulaştıracak şekilde çözüme kavuşturulması amaçlanmıştır.

Bu tarz çok kriterli karar problemlerinin çözüm aşamalarının belirlenebilmesi amacıyla, literatürde de benzer adımlara sahip bir sürece ilişkin detaylar incelenmiştir.

Bu amaçla, ilk olarak değerlendiriciler belirlenmiştir. Probleme ait kriterlerin ağırlıklandırılması için belirlenen değerlendirici ekip ilgili alandaki akademisyenlerden gerekli ve yeterli bilgi, beceri ve tecrübeye sahip dört kişi olarak belirlenmiştir. Alternatiflerin değerlendirilmesi için oluşturulan değerlendirici grup ise ilgili alanlarda gerekli ve yeterli bilgi, beceri ve tecrübeye sahip dört kişi olarak belirlenmiştir.

3.4. Fizibilite Etüdü Seçimine İlişkin Hiyerarşinin Ortaya Konması

Önerilen çözüm yaklaşımı üç temel aşamadan oluşmuştur: (1) Modelde kullanılacak kriterlerin, alternatiflerin ve dilbilimsel değişkenlerin belirlenmesi, değerlendiricilerin alternatifleri değerlendirmesi (2) Fizibilite etütlerinin değerlendirilmesi için belirlenen ana kriterlerin ve alt kriterlerin BWM ile önem derecelerinin belirlenmesi (3) Alternatiflerin bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemleri ile sıralanması şeklindedir. Problemin çözümüne ilişkin süreç adımlarının akış şeması şeklindeki gösterimi Şekil 3.1'de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Fizibilite etüdü seçimi için adımlar

4. ÖRNEK ÇALIŞMA

4.1. Değerlendiricilerin Belirlenmesi

Türkiye'de ulaştırma yatırımlarının fizibilite etüdü seçimi probleminde ilk önce karar vermeleri için değerlendiricilerin oluşturulması gerekmektedir. Değerlendiriciler aynı zamanda karar kriterlerini de değerlendirmektedir. Bu amaçla dört değerlendiriciden oluşan bir akademik kurul oluşturulmuştur. Dört değerlendirici akademisyen ulaştırma alanında doktora eğitimlerini bilimsel çalışmaları olan ve farklı üniversitelerde görev yapmaktadırlar. Akademik unvanları ise profesör, doçent ve iki doktor öğretim üyesi şeklindedir. Belirlenen dört değerlendirici seçim problemine ait kriterlerin önem derecelerin belirlenmesi için değerlendirmeleri alınmıştır.

Alternatifleri, belirlenen değerlendirme kriterleri ile değerlendirmeleri için ayrı değerlendiriciler belirlenmiştir. Bu dört değerlendiricilerden ikisi farklı kamu kuruluşlarında çalışan en az 7 yıllık iş tecrübesine sahip ulaştırma alanında yüksek lisans eğitimlerini tamamlamış inşaat mühendisi, diğer iki değerlendirici ise özel sektörde farklı firmalarda çalışan en az 7 yıllık iş tecrübesine sahip ulaştırma alanında yüksek lisans eğitimlerini tamamlamış inşaat mühendisi olarak belirlenmiştir.

Değerlendirici kurulların bu şekilde oluşturulması ile alanında uzman kişilerin farklı bakış açılarından, tecrübelerden faydalanmak ve ulaştırma alanında yapılması düşünülen yatırımların değerlendirmesini sağlanmaktadır. Değerlendirmelerinin bireysel ve etkin olması için farklı kurumlardan değerlendiriciler seçilmiştir.

4.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Bu aşamada kriterlerin belirlenmesi noktasında hem ulaştırma alanındaki yatırım projeleri incelenmiş hem bilgi toplama çalışmaları yapılmış hem de literatürde konuyla ilgili yapılmış olan çalışmalar incelenerek, karar problemi için en uygun kriterler belirlenmeye çalışılmıştır.

Literatürde incelenen benzer çalışmaların yanında, değerlendirici ekip ve sektör uzmanları ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda, fizibilite etütlerini seçim probleminde

değerlendirmeye tabi tutulacak olan toplam dokuz ana kriter, otuz altı alt kriter ve alt kriterlere bağlı yetmiş dört değerlendirme kriteri belirlenmiştir.

Buna göre uygulama çalışmasında kullanılmasına karar verilen ana kriterler şu şekilde sıralanmıştır:

1. Teknik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri
2. Organizasyon Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri
3. Bilgi Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri
4. Ulaştırma Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri
5. Ulaşım Talepleri Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri
6. Ekonomik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri
7. Mali Yönden Yapılabilirlik Faktörleri
8. Sosyal Yönden Yapılabilirlik Faktörleri
9. Teknolojik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri

Çalışmada kullanılan ana kriterler, alt kriterler ve değerlendirme kriterleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Değerlendirmede kullanılan ana kriterler ve kısaltmaları sırasıyla; teknik yönden yapılabilirlik faktörleri (K1), organizasyon yönünden yapılabilirlik faktörleri (K2), bilgi yönünden yapılabilirlik faktörleri (K3), ulaştırma yönünden yapılabilirlik faktörleri (K4), ulaşım talepleri yönünden yapılabilirlik faktörleri (K5), ekonomik yönden yapılabilirlik faktörleri (K6), mali yönden yapılabilirlik faktörleri (K7) sosyal yönden yapılabilirlik faktörleri (K8) ve teknolojik yönden yapılabilirlik faktörleri (K9) olarak tanımlanmıştır. Ana kriterlerin kısaltılması K1 şeklinde artan sayıda, alt kriterler ana kriterlere bağlı olarak K11 şeklinde artan sayıda, değerlendirme kriterleri ise DK1 şeklinde artan sayıda ve alternatiflerin kısaltmaları ise A1 şeklinde artan sayıda tanımlanmıştır.

Çizelge 4.1. Değerlendirme kriterleri

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Alt Kriterlere Bağlı Kriterler
Teknik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K1)	Projenin Amacı (K11)	Amacın tanım derecesi (DK1)
		Proje amacının netliği (DK2)
	Projenin Hedefleri (K12)	Hedeflerin sayısı/çeşitliliği (DK3)
		Hedeflerin netliği/belirsizliği (DK4)
		Hedeflerin tanım derecesi (DK5)
	Paydaşlar (K13)	Paydaşların çeşitliliği/sayısı (DK6)
		Paydaşların hedefleri (DK7)
		Paydaşların hedeflerinin netliği (DK8)
		Paydaşların bakış açılarının çeşitliliği (DK9)
	Çalışma Alanı (K14)	Arazi kullanım yapısı (DK10)
		Arazi kullanımı ve imar durumu (DK11)
		Sosyoekonomik durumu (DK12)
	Nüfus ve İstihdam (K15)	Bölgedeki yerleşim ve iş merkezleri nüfus kullanım oranları (DK13)
	Çevresel Faktörler (K16)	Tarihi ve doğal miras programı alanları (DK14)
		Sosyal tesisler (DK15)
		Doğal çevre kaynakları (DK16)
		Tehlikeli maddeler (DK17)
Organizasyon Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K2)	İdari yapı (K21)	Projede görev alan personel sayısı (DK18)
		Katılımcıların mesleki yeterlilikleri (DK19)
	Planlama ve programlama (K22)	Projede kullanılan yöntem ve uygulama çeşitliliği (DK20)
		Değişiklik taleplerinin projenin yürütülmesine etkisi (DK21)
Bilgi Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K3)	Bilgi edinimi (K31)	Yeni bilgi toplanması (DK22)
	Hane halkı ulaşım anketleri (K32)	Anket hazırlanması (DK23)
		Verilerin elde edilmesi (DK24)
Ulaştırma Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K4)	Ulaşım ağı (K41)	Yol ağı (DK25)
		Mevcut ulaştırma sistemi (DK26)
	Yolculuk özellikleri (K42)	Amaçlarına göre yolculuk dağılımı (DK27)
		Yolculukların türel dağılımı (DK28)
	Hareketlilik oranı (K43)	Cinsiyete göre hareketlilik oranı (DK29)
	Yolculuk süresi özellikleri (K44)	Amaçlara göre yolculuk süreleri (DK30)
	Yolculuk üretimi ve çekimi (K45)	Amaçlarına göre üretim ve çekim (DK31)
	Yolculuk dağılımı (K46)	Amaçlarına göre yolculuk dağılımı (DK32)
		Araç türüne göre üretim ve çekim (DK33)

Çizelge 4.1. Değerlendirme kriterleri (devam)

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Alt Kriterlere Bağlı Kriterler
Ulaşım Talepleri Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K5)	Ulaşım talep tahmini (K51)	Ulaşım modelinin amacı (DK34)
	Yolculuk talep tahmin modeli (K52)	Yolculuk atamaları (DK35)
	Trafik analizleri (K53)	Trafik tahminleri (DK36)
		Trafik analiz sonuçları (DK37)
	Yolculuk talepleri (K54)	İşletme planı ve gerekli araç sayıları (DK38)
		Önerilen ulaştırma sisteminin temel ağ yapısı (DK39)
	Hedef yılı projeksiyonları ve sorunların belirlenmesi (K55)	Hedef yılı projeksiyonları (DK40)
	Alternatiflerin oluşturulması (K56)	Alternatiflerin modelde test edilmesi (DK41)
		Alternatiflerin değerlendirilmesi (DK42)
Ekonomik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K6)	Yapım maliyetleri (K61)	Yatırım maliyeti (DK43)
		Yapım maliyetinin yıllara dağılımı (DK44)
	Araç maliyetleri (K62)	Araçlarla ilgili maliyet (DK45)
	Hattın maliyetleri (K63)	İşletme ve bakım maliyetleri (DK46)
	Ekonomik analizin ölçülebilen yararları (K64)	Yolculuk süresi kazançları (DK47)
		Trafik güvenliğinin artması (DK48)
		Kaza maliyetlerindeki azalma (DK49)
		Mevcut ulaştırma araçlarından elde edilen tasarruf (DK50)
		Yol yatırım giderlerinde ve bakım onarımındaki azalma (DK51)
	Ekonomik analizin ölçülemeyen yararları (K65)	Çevresel maliyetlere azalma (DK52)
		Sosyoekonomik değerlendirme (DK53)
Mali Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K7)	Yatırım gelirleri (K71)	Ücret yapısı ve yolcu gelirleri (DK54)
		İşletme gelirleri (DK55)
	Yatırım giderleri (K72)	İnşaat giderleri (DK56)
		İşletme ve bakım giderleri (DK57)
		Finansman giderleri (DK58)
		Araçların yatırım giderleri (DK59)
	Projenin finansman ve kredi koşulları (K73)	Hattın finansmanı için farklı alternatif modeller (DK60)
		Alternatif finansman modelleri için kullanılacak kredi miktarı, faiz oranları ve ödeme bilgileri (DK61)
		Kredi verebilecek kuruluşlar (DK62)
Sosyal Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K8)	Sosyal politika yönünden yapılabilirlik (K81)	İdari politikalar/prosedürler (DK63)
		Siyasetin etkisi (DK64)
	Kültürel yönden yapılabilirlik (K82)	Projeye katılan ülkeler/sayısı (DK65)
		Farklı kültürlere sahip insanların sayısı (DK66)
	Politik çevre (K83)	Politikanın projeye etkisi (DK67)
	Sosyal faktörler (K84)	Ücret / tarifenin toplumsal açıdan değerlendirilmesi (DK68)
		Projenin iş fırsatı yaratması (DK69)
		Toplumun anlayış ve destekleyiciliği (DK70)
Teknolojik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K9)	Mevcut teknoloji (K91)	Projede kullanılan teknolojilerin çeşitliliği (DK71)
		Kullanılan teknolojiler için taraflardan beklenen deneyim (DK72)
	Yeni teknoloji (K92)	İhtiyaç duyulan teknolojilerin çeşitliliği (DK73)
		Teknolojik değişikliklerin projeye etkisi (DK74)

4.3. Yatırım Alternatifleri

Alternatifler, araştırma probleminin çözümünde değerlendirilen seçeneklerdir. Ülkemizde yapılmış 5 ulaştırma projesine ait fizibilite etütleri belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Alternatiflerden 3 tanesi İBB tarafından İstanbul'da yapılması planlanan raylı sistem hatlarına ait fizibilite etüt raporları, 1 tanesi yine tanesi İBB tarafından İstanbul'da yapılması planlanan havaray hattına ait fizibilite etüt raporu, diğeri ise TCDD tarafından Antalya'da yapılması planlanan raylı sistem hattına ait fizibilite etüt raporudur.

Çizelge 4.2. Belirlenen alternatifler

Alternatifler	Projenin Adı	Etüdün Hazırlandığı Yıl	Projenin Maliyet	Hat uzunluğu(km)
A1	Mahmutbey-Bahçeşehir- Esenyurt Raylı Sistem Hattı Ekonomik ve Mali Fizibilite Etüdü	2016	1.169.020,000 (Euro)	18,6
A2	Eskişehir-Afyon-Burdur-Antalya Hızlı Tren Projesi Fizibilite Etüdü	2019	22.193.889,240 (TL)	426,658
A3	Ümraniye-Ataşehir-Göztepe Metro Hattı Ekonomik ve Finansal Fizibilite Etüdü	2015	394.400,000 (Euro)	13,035
A4	Tuzla Havaray Hattı, Ulaşım Etüdü &Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü	2016	132.159,000 (USD)	4,62
A5	Bakırköy-Beylikdüzü Metrosu, Sefaköy-Tüyap Uzatma Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü	2016	950.104,000 (Euro)	19

Aşağıda alternatiflere kısaca değinilmiştir:

A1 Mahmutbey-Bahçeşehir- Esenyurt raylı sistem hattı ekonomik ve mali fizibilite etüdü

Mahmutbey-Bahçeşehir-Esenyurt metro uzatma hattı, 2014 yılında inşaatına başlanan Kabataş-Mahmutbey raylı sistem hattının devamı niteliğinde planlanan bir projedir. Kabataş Mahmutbey metrosunun Mecidiyeköy-Mahmutbey kesiminin ihalesi 2014 yılında tamamlanmış ve inşaatına başlanmıştır, diğer taraftan Kabataş-Mecidiyeköy kısmının yapım ihalesi ise 2015 yılında sonuçlandırılmıştır. Bununla birlikte söz konusu projenin de eklenmesiyle birlikte Kabataş-Mahmutbey-Esenyurt metro projesinin tamamının İstanbul Büyükşehir Belediyesi 'nin hedefleri dahilinde 2021 yılında tamamlanması öngörülmektedir.

Mahmutbey-Bahçeşehir-Esenyurt metro hattı, İstanbul'un Avrupa yakasında yer almaktadır. İnşaatı devam eden M7-Kabataş-Mahmutbey metrosunun uzatması olarak Mahmutbey'den başlayıp TEM otoyolunun kuzeyinde doğu-batı ekseninde bir güzergâh takip ettikten sonra Esenyurt Meydan'da son bulmaktadır.

Söz konusu Mahmutbey-Bahçeşehir-Esenyurt metro uzatma projesi, 18,6 km uzunluğa ve hali hazırda inşaatı devam eden Mahmutbey istasyonu hariç 11 istasyona sahip olacaktır. Mahmutbey-Bahçeşehir-Esenyurt metro hattı, Avrupa yakasında işletilmekte olan ve yapılması planlanan metro hatlarını birbirine bağlamaktadır.

A2 Eskişehir-Afyon-Burdur-Antalya hızlı tren projesi fizibilite etüdü

Yapılması planlanan hat Eskişehir-Antalya demiryolu hattıdır. Proje ile Antalya, ilinin ana hat demiryolu ile buluşması sağlanacaktır. Burdur, Isparta, Afyon, Kütahya ve Eskişehir illeri halihazırda demiryolu bağlantısına sahip olduğundan, projeden etkilenen bölgeler olarak ele alınmıştır.

Eskişehir-Antalya demiryolu hattı ile Antalya ili demiryolu ağına kavuşarak TCDD 7. Bölge demiryolu ağları ile bağlantısını kuracaktır. Dolayısı ile Antalya demiryolu ağı ile Türkiye'ye demiryolu yolcu ve yük taşımacılığı gerçekleştirebilecektir. Ayrıca yine proje safhasında olan ve yapılması planlanan Kayseri-Antalya demiryolu projesi ile de Antalya Türkiye'nin dört bir tarafına demiryolu yolcu ve yük trafiği oluşturabilecektir. Eskişehir-Antalya demiryolu hattı ile Antalya'nın Ankara ve İstanbul gibi önemli yolcu/yük üretim çekim merkezlerine ulaşması oldukça önem arz etmektedir. Yapılması planlanan hat hızlı demiryolu hattı olarak planlandığından ve 200 km/saat işletme hızı ile projelendirdiğinden Antalya'daki karayolu trafiğinden ziyade havayolu trafiğinden de yolcu ve yük çekmesi/saptaması beklenmektedir.

Proje toplamda yaklaşık 426,658 kilometrelik bir uzunluğa sahiptir. 9 adet istasyon proje kapsamında inşa edilecektir. Proje hem yolcu hem de yük trafiğinin gerçekleşeceği karma bir işletme olarak tasarlanmıştır. Bu kapsamda yolcu trenleri için işletme hızı 200 km/saat, yük trenleri için işletme hızı 120 km/saat olarak ele alınmıştır. Hat çift hat olarak tasarlanmıştır.

A3 Ümraniye-Ataşehir-Göztepe metro hattı ekonomik ve finansal fizibilite etüdü

Proje konusu metro hattının 2016 yılında başlayacağı ve 2020 yılında tamamlanacağı öngörülmektedir. Değerlendirme dönemi olarak 29 yıllık inşaat ve işletme süresinin yer aldığı bir dönem göz önüne alınmıştır.

Hat Kadıköy ilçesinde, Bağdat Caddesi'ne güneyden bitişik Göztepe 60. Yıl Parkı'ndan başlamakta, Ümraniye İlçesi'nde Küçüksu Deresi'ni oluşturan kolların meydana getirdiği ve Şile Otoyolu'nun hemen güneyinde yer alan, Ümraniye Belediyesi, Kazım Karabekir Mahallesi olarak adlandırılan tepelik alanda oluşturulan ilave bir istasyon ile sonlanmaktadır. Hat 13,035 kilometrelik bir uzunluğa sahiptir. 11 adet istasyon proje kapsamında inşa edilecektir.

A4 Tuzla havaray hattı, ulaşım etüdü &mali ve ekonomik fizibilite etüdü

Tuzla havaray hattı, İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlatılan projeleri arasında yer almaktadır. Söz konusu proje D-100 karayolu kenarında yer alan Tuzla Kaymakamlığı hizasından başlayıp, Yayla mahallesini dolaştıktan sonra Tuzla Marina'da sonlanmaktadır. Tuzla havaray projesi 4,62 km uzunluğa sahip olup, proje kapsamında 6 istasyon planlanmıştır.

Tuzla havaray hattının ilk durağı Tuzla Belediye İstasyonu'dur. İstasyonun Kaymakamlık ve Belediye gibi kamu kuruluşlarının çekeceği veya yaratacağı yolculuk taleplerine hizmet vermesi planlanmaktadır. Tuzla Belediye İstasyonu, İstanbul'un en önemli raylı sistem hatlarından biri olan Marmaray İçmeler İstasyonu ile de 150 m'lik bir yürüme mesafesinde yer almaktadır.

Tuzla havaray hattının son durağı ise Marina İstasyonu'dur. Viaport Marina, alış-veriş üniteleri, tema parkı ve 750 tekne kapasiteli marinasıyla önemli miktarda yolculuk çekmesi beklenen bir komplekstir. Söz konusu havaray projesi bu komplekse erişim imkânı sağlayacaktır.

A5 Bakırköy-Beylikdüzü metrosu, Sefaköy-Tüyap uzatma hattı, mali ve ekonomik fizibilite etüdü

İstanbul Büyükşehir Belediyesi için hazırlanmıştır. Sefaköy-Tüyap uzatma uattı, halihazırda işletilen Yenikapı-Hacıosman metro hattının devamı niteliğinde olan Yenikapı-Sefaköy metro projesinin uzatması olarak planlanmaktadır.

Projeye konu olan Bakırköy-Beylikdüzü metrosu, Sefaköy-Tüyap uzatma hattının 2021 yılına kadar inşa edilip işletmeye açılması öngörülmektedir.

Bakırköy-Beylikdüzü metrosu, Sefaköy-Tüyap uzatma hattı yaklaşık 19 km uzunluğunda olup Küçükçekmece, Avcılar ve Beylikdüzü gibi yolcu yoğunluğu fazla üç ilçeden geçmektedir. Söz konusu proje, kesin projeleri tamamlanıp ve yapım aşamasına gelen, Yenikapı-Sefaköy metro hattının devamı niteliğindedir. Bu sebeple tasarım kriterleri açısından hem halen işletilmekte olan Yenikapı-Hacıosman metrosu ile yapım ihalesi aşamasında olan Yenikapı-Sefaköy kesimi esas alınmıştır, böylece sistem parametreleri ve tasarım kriterleri açısında bütüncül bir yaklaşım benimsenmiştir.

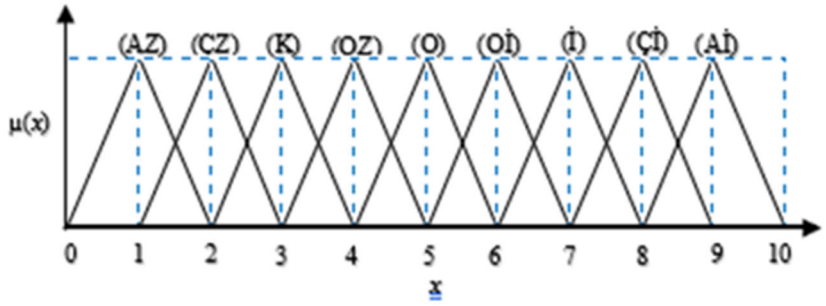
4.4. Dilsel Değişkenlerin Belirlenmesi

Değerlendiricilerin alternatifleri değerlendirmeleri için dilsel değişkenlere ihtiyaç vardır. Kullanılan dilsel değişkenler ve bunlara karşılık gelen bulanık sayılar Çizelge 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Alternatifler için dilsel değişkenler

Dilsel Değişkenler		Bulanık Sayılar
Aşırı zayıf (Extreme poor)	EP	(0, 1, 2)
Çok zayıf (Very poor)	VP	(1, 2, 3)
Kötü (Poor)	P	(2, 3, 4)
Orta zayıf (Medium poor)	MP	(3, 4, 5)
Orta (Medium)	M	(4, 5, 6)
Orta iyi (Medium good)	MG	(5, 6, 7)
İyi (Good)	G	(6,7, 8)
Çok iyi (Very good)	VG	(7, 8, 9)
Aşırı iyi (Extreme good)	EG	(8, 9, 10)

Kullanılan sözel değişkenlerin bulanık karşılığı Şekil 4.1'de grafik üzerinde verilmiştir.



Şekil 4.1. Dilsel değişkenler için üyelik fonksiyonları

4.5. BWM ile Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Oluşturulan modeldeki her bir kriterin önceliğini belirlemek amacıyla BWM yöntemi kullanılmıştır. Karar probleminde yer alan ana kriterler ve alt kriterler Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Ana kriterler ve alt kriterler

Ana Kriterler	Alt Kriterler
Teknik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K1)	Projenin amacı (K11)
	Projenin hedefleri (K12)
	Paydaşlar (K13)
	Çalışma alanına ait veriler (K14)
	Nüfus ve istihdam (K15)
	Çevresel faktörler (K16)
Organizasyon Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K2)	İdari yapı (K21)
	Planlama ve programlama (K22)
Bilgi Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K3)	Bilgi edinimi (K31)
	Hane halkı ulaşım anketleri (K32)
Ulaştırma Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K4)	Ulaşım ağı (K41)
	Yolculuk özellikleri (K42)
	Hareketlilik oranı (K43)
	Yolculuk süresi özellikleri (K44)
	Yolculuk üretimi ve çekimi (K45)
	Yolculuk dağılımı (K46)
Ulaşım Talepleri Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K5)	Ulaşım talep tahmini (K51)
	Yolculuk talep tahmin modeli (K52)
	Trafik analizleri (K53)
	Yolculuk talepleri (K54)
	Hedef yılı projeksiyonları ve sorunların belirlenmesi (K55)
	Alternatiflerin oluşturulması (K56)
Ekonomik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K6)	Yapım maliyetleri (K61)
	Araç maliyetleri (K62)
	Hattın işletme ve bakım maliyetleri (K63)
	Ekonomik analizin ölçülebilen yararları (K64)
	Ekonomik analizin ölçülemeyen yararları (K65)
Mali Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K7)	Yatırım gelirleri (K71)
	Yatırım giderleri (K72)
	Projenin finansman ve kredi koşulları (K73)
Sosyal Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K8)	Sosyal politika yönünden yapılabilirlik (K81)
	Kültürel yönden yapılabilirlik (K82)
	Politik çevre (K83)
	Sosyal faktörler (K84)
Teknolojik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K9)	Mevcut teknoloji (K91)
	Yeni teknoloji (K92)

Öncelikle EK-2'de yer alan ikili karşılaştırmalardan oluşan anket hazırlanmıştır. Anket akademisyenlerden oluşan değerlendiricilere uygulanmıştır. Anketler her bir değerlendiriciye elektronik ortamda gönderilmiş ve aynı şekilde elektronik ortamda değerlendirilme sonuçları alınmıştır.

Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde 1 ile 9 aralığındaki bir ölçek (1: eşit önemli; 9: aşırı önemli) kullanılmıştır. Her bir değerlendiriciden alınan değerlendirilmiş anketler, Microsoft Office Excel programında hazırlanmış olan BWM'nin formüle edildiği çalışma sayfalarına aktarılmışlardır. Değerlendiricilerin ana kriterleri değerlendirme Çizelge 4.5 ve Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Değerlendirici 1 ve değerlendirici 2'nin ana kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 1'in Değerlendirmeleri									
En önemli kriter: K5	En az önemli kriter: K2								
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
En önemli kriterin (K5) diğer kriterlere göre tercih oranı	6	9	7	2	1	4	3	8	5
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K2) göre tercih oranı	7	1	8	3	2	5	4	9	6
Değerlendirici 2'nin Değerlendirmeleri									
En önemli kriter: K7	En az önemli kriter: K4								
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
En önemli kriterin (K7) diğer kriterlere göre tercih oranı	8	9	5	9	9	4	1	3	9
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K4) göre tercih oranı	5	4	3	1	7	8	8	9	5

Çizelge 4.6. Değerlendirici 3 ve değerlendirici 4'ün ana kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 3'ün Değerlendirmeleri									
En önemli kriter: K5	En az önemli kriter: K2								
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
En önemli kriterin (K5) diğer kriterlere göre tercih oranı	2	7	4	2	1	3	3	4	6
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K2) göre tercih oranı	5	1	3	5	2	6	6	4	7
Değerlendirici 4'ün Değerlendirmeleri									
En önemli kriter: K4	En az önemli kriter: K9								
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
En önemli kriterin (K4) diğer kriterlere göre tercih oranı	8	6	7	1	9	5	3	4	2
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)									
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K9) göre tercih oranı	7	6	5	8	9	4	3	2	1

Değerlendiricilerin ana kriterlere yaptığı değerlendirmelerden sonra her bir alt kriter için de değerlendirmeleri alınmıştır. EK-3'te yer alan tablolarda değerlendirme sonuçları verilmiştir. Eş. 2.3 ve Eş. 2.4'ten yararlanılarak doğrusal programlama modelleri kurularak Microsoft Office Excel çözücü eklentisiyle çözülerek, kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Kriter ağırlıklarının ortalaması alınarak nihai ağırlıklar hesaplanmıştır. Daha sonra ana kriter ağırlığı ile ona bağlı alt kriterlerin ağırlıkları çarpılarak birleştirilmiş ağırlıklar hesaplanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Hesaplanan kriter ağırlıkları ve birleştirilmiş ağırlıklar

Ana Kriterler	Ana Kriter Ağırlıkları	Alt Kriterler	Alt Kriter Ağırlıkları	Birleştirilmiş Ağırlıklar
K1	0,0909	K11	0,1776	0,0162
		K12	0,2421	0,0220
		K13	0,0702	0,0064
		K14	0,2032	0,0185
		K15	0,1007	0,0092
		K16	0,2063	0,0188
K2	0,0416	K21	0,1859	0,0077
		K22	0,8141	0,0339
K3	0,0791	K31	0,4375	0,0346
		K32	0,5625	0,0445
K4	0,1738	K41	0,2865	0,0498
		K42	0,1443	0,0251
		K43	0,1126	0,0196
		K44	0,1155	0,0201
		K45	0,1425	0,0248
		K46	0,1985	0,0345
K5	0,1366	K51	0,3143	0,0429
		K52	0,1257	0,0172
		K53	0,1266	0,0173
		K54	0,1364	0,0186
		K55	0,1394	0,0190
		K56	0,1579	0,0216
K6	0,1110	K61	0,3126	0,0347
		K62	0,1092	0,0121
		K63	0,1352	0,0150
		K64	0,2443	0,0271
		K65	0,1986	0,0221
K7	0,1955	K71	0,2926	0,0572
		K72	0,1727	0,0338
		K73	0,5347	0,1045
K8	0,1075	K81	0,3584	0,0385
		K82	0,2140	0,0230
		K83	0,0851	0,0091
		K84	0,3426	0,0368
K9	0,0568	K91	0,6140	0,0349
		K92	0,3860	0,0219

Ayrıca Eş. 2.5 ile yapılan değerlendirmelerin tutarlılıkları test edilerek, tutarlılık oranları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Kriterlere ait hesaplanan tutarlılık oranları

		KV1	KV2	KV3	KV4
Ana Kriterler	K1-K9	0,1867	0,1376	0,1389	0,2249
Alt Kriterler	K11-K16	0,2177	0,1203	0,1370	0,3013
	K21-K22	0,3333	0,0769	0,0000	0,0588
	K31-K33	0,0000	0,0000	0,0000	0,1250
	K41-K46	0,2017	0,1770	0,1374	0,3089
	K51-K56	0,2235	0,1194	0,1359	0,3074
	K61-K65	0,2444	0,1190	0,0573	0,3384
	K71-K73	0,3333	0,2667	0,2222	0,3426
	K81-K84	0,2000	0,1726	0,3345	0,1995
	K91-K92	0,1429	0,0667	0,0000	0,1250

Hesaplanan ağırlık değerleri önem derecesi olarak kullanılmıştır. İlk olarak 9 ana kriter incelendiğinde Çizelge 4.9'da da görüldüğü üzere en yüksek öncelikli kriter 0,1955 ile (K7) Mali Yönden Yapılabilirlik Faktörleri kriteri olmuştur. Ardından sırasıyla (K4) Ulaştırma Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri 0,1738; (K5) Ulaşım Talepleri Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri 0,1366; (K6) Ekonomik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri 0,1110; (K8) Sosyal Yönden Yapılabilirlik Faktörleri 0,1075; (K1) Teknik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri 0,0909; (K3) Bilgi Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri 0,0791; (K9) Teknolojik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri 0,0568; (K2) Organizasyon Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri 0,0416 kriterleri sıralanmaktadır.

Çizelge 4.9. Ana kriterlere ait öncelik değerleri

Sıralama	Ana Kriter	Ana Kriter Ağırlığı
6	K1	0,0909
9	K2	0,0416
7	K3	0,0791
2	K4	0,1738
3	K5	0,1366
4	K6	0,1110
1	K7	0,1955
5	K8	0,1075
8	K9	0,0568

Teknik yönden yapılabilirlik faktörleri

Fizibilite etüdü seçiminde kullanılan 'Teknik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri' ana kriteri altında incelenen 7 alt kriter içinde K12, 0,2421 değeri ile en önemli konuma gelmiştir. K16; 0,2063 değeri ile 2. sırada, K14; 0,2032 değeri ile 3. sırada, K11; 0,1776 değeri ile 4. sırada, K15; 0,1007 değeri ile 5.sırada ve K13; 0,0702 değeri ile 6. sırada yer almaktadır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Teknik yönden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri

Sıralama	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
4	K11	0,1776
1	K12	0,2421
6	K13	0,0702
3	K14	0,2032
5	K15	0,1007
2	K16	0,2063

Organizasyon yönünden yapılabilirlik faktörleri

Fizibilite etüdü seçiminde kullanılan 'Organizasyon Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri' ana kriteri altında incelenen 2 alt kriter içinde K22; 0,8141 değeri ile en önemli konuma gelmiştir. K21; 0,1859 değeri ile 2. sırada yer almaktadır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Organizasyon yönünden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri

Sıralama	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
2	K21	0,1859
1	K22	0,8141

Bilgi yönünden yapılabilirlik faktörleri

Fizibilite etüdü seçiminde kullanılan 'Bilgi Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri' ana kriteri altında incelenen 2 alt kriter içinde K32, 0,5625 değeri ile en önemli konuma gelmiştir. K31, 0,4375 değeri ile 2. sırada yer almaktadır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Bilgi yönünden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri

Sıralama	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
2	K31	0,4375
1	K32	0,5625

Ulaştırma yönünden yapılabilirlik faktörleri

En fazla önceliği alan ikinci kriter 'K4 Ulaştırma Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri' incelendiğinde K41, 0,2865 değeri ile öne çıkmaktadır. 0,1985 ile K46, 0,1443 değeri ile

K42, 0,1425 değeri ile K45, 0,1155 ile K44 ve 0,1126 değeri ile K43 şeklinde sıralanmaktadır (Çizelge 4.13)

Çizelge 4.13. Ulaştırma yönünden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri

Sıralama	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
1	K41	0,2865
3	K42	0,1443
6	K43	0,1126
5	K44	0,1155
4	K45	0,1425
2	K46	0,1985

Ulaşım talepleri yönünden yapılabilirlik faktörleri

Fizibilite etüdü seçiminde kullanılan ‘Ulaşım Talepleri Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri’ ana kriteri altında incelenen 6 alt kriter içinde 0,3143 öncelik ile K51 ve K56 en önemli konuma gelmiştir. K55, 0,1394 değeri ile 2. sırada, K54; 0,1364 değeri ile 3. sırada, K53; 0,1266 değeri ile 4. sırada, K52; 0,1257 değeri ile 5.sırada yer almaktadır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Ulaşım talepleri yönünden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri

Sıralama	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
1	K51	0,3143
6	K52	0,1257
5	K53	0,1266
4	K54	0,1364
3	K55	0,1394
2	K56	0,1579

Ekonomik yönden yapılabilirlik faktörleri

Fizibilite etüdü seçiminde kullanılan ‘Ekonomik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri’ ana kriteri altında incelenen 5 alt kriter içinde 0,3126 öncelik ile K61 en önemli konuma gelmiştir. K64, 0,2443 değeri ile 2. sırada, K65; 0,1986 değeri ile 3. sırada, K63; 0,1352 değeri ile 4. sırada, K62; 0,1092 değeri ile 5.sırada yer almaktadır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Ekonomik yönden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri

Sıralama	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
1	K61	0,3126
5	K62	0,1092
4	K63	0,1352
2	K64	0,2443
3	K65	0,1986

Mali yönden yapılabilirlik faktörleri

Fizibilite etüdü seçiminde kullanılan 'Mali Yönden Yapılabilirlik Faktörleri' ana kriteri altında incelenen 3 alt kriter içinde 0,5347 değeri ile K73 en önemli konuma gelmiştir. K71; 0,2926 değeri ile 2. sırada, K72; 0,1727 değeri ile 3. sırada yer almaktadır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Mali yönden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri

Sıralama	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
2	K71	0,2926
3	K72	0,1727
1	K73	0,5347

Sosyal yönden yapılabilirlik faktörleri

Fizibilite etüdü seçiminde kullanılan 'Sosyal Yönden Yapılabilirlik Faktörleri' ana kriteri altında incelenen 4 alt kriter içinde 0,3584 değeri ile K81 en önemli konuma gelmiştir. K84; 0,3426 değeri ile 2. sırada, K82; 0,2140 değeri ile 3. sırada ve K83; 0,0851 değeri ile 4. Sırada yer almaktadır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Sosyal yönden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri

Sıralama	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
1	K81	0,3584
3	K82	0,2140
4	K83	0,0851
2	K84	0,3426

Teknolojik yönden yapılabilirlik faktörleri

Fizibilite etüdü seçiminde kullanılan 'Teknolojik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri' ana kriteri altında incelenen 2 alt kriter içinde K91; 0,6140 değeri ile en önemli konuma gelmiştir. K92, 0,3860 değeri ile 2. sırada yer almaktadır (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Teknolojik yönden yapılabilirlik faktörleri ana kriterine ait alt kriterlerin öncelik değerleri

Sıralama	Alt Kriter	Alt Kriter Ağırlığı
1	K91	0,6140
2	K92	0,3860

4.6. Bulanık TOPSIS ile Fizibilite Etütlerinin Seçimi

Bu aşamada alternatiflerin dilsel ifadeler aracılığıyla değerlendirilerek bulanık TOPSIS metoduyla alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Alternatifleri değerlendirmeleri için dört değerlendiriciye EK-4'te yer alan anket elektronik ortamda gönderilmiş ve aynı şekilde elektronik ortamda değerlendirilme sonuçları alınmıştır.

4.6.1. Değerlendiricilerin karar kriterlerine göre alternatifleri değerlendirmesi

Alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmek için literatürde çeşitli aralıklarda ölçekler bulunmaktadır. Bu çalışmada alternatiflerin değerlendirilmesinde oldukça hassas bir ölçüm yapan 10 aralıklı değerlendirme ölçeği tercih edilmiştir. Bu dilsel değişkenlerin üçgensel bulanık sayı olarak sayısal karşılıkları da aynı çizelgeler içerisinde yer almaktadır (Bkz. Çizelge 4.3).

Değerlendiriciler alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmişlerdir. Örneğin; Çizelge 4.19'da verildiği üzere değerlendiriciler, ilk 10 değerlendirme kriterleri ile alternatifleri değerlendirilmişlerdir. Alternatif 1'e bakacak olursak, DK1 (Projenin tanım derecesi) kriteri için 4 değerlendiricinin değerlendirmeleri "VP (Aşırı zayıf-extreme poor)", "G (İyi-good)", MP (Orta zayıf-medium poor)" ve "M (Orta-medium)" şeklindedir. Diğer kriterler için değerlendirmeler EK-5'te yer alan tablolarda gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.19. Değerlendiriciler tarafından Alternatif 1'in dilsel değişkenlerle değerlendirilmesi

		Alternatif 1			
		D1	D2	D3	D4
DK1	Proje amacının tanım derecesi	VP	G	MP	M
DK2	Proje amacının netliği	VP	VG	MP	MP
DK3	Hedeflerin çeşitliliği	VP	G	M	G
DK4	Hedeflerin netliği	VP	VG	MG	G
DK5	Hedeflerin tanım derecesi	VP	VG	MG	MG
DK6	Paydaşların çeşitliliği	MP	EP	VP	M
DK7	Paydaşların hedefleri	P	EP	VP	M
DK8	Paydaşların hedeflerinin netliği	P	EP	VP	G
DK9	Paydaşların bakış açılarının çeşitliliği	MP	EP	EP	G
DK10	Arazi kullanım yapısı	MG	M	M	P

Her bir değerlendiriciden alınan değerlendirilmiş anketler, Microsoft Office Excel programında hazırlanmış olan Bulanık TOPSIS'in formüle edildiği çalışma sayfalarına aktarılmıştır.

Değerlendiriciler tarafından yapılan dilsel değerlendirmeler gerekli hesaplamalarda kullanılmak üzere bulanık üçgensel sayılara dönüştürülerek EK-6'da sunulmuştur. Bir değerlendirici herhangi bir karar kriterine ilişkin "EG (Aşırı iyi-extreme good)" değerlendirmesinde bulunmuşsa, bu değerlendirmeye üyelik fonksiyonu olarak (8, 9, 10) değeri verilerek, karar verici tarafından yapılan değerlendirme bulanık üçgensel sayıya dönüştürülmüştür.

Çizelge 4.20. Değerlendiriciler tarafından Alternatif 1'in bulanık üçgensel sayılara dönüştürülmesi

		Alternatif 1											
		D1			D2			D3			D4		
DK1	Proje amacının tanım derecesi	1	2	3	6	7	8	3	4	5	4	5	6
DK2	Proje amacının netliği	1	2	3	7	8	9	3	4	5	3	4	5
DK3	Hedeflerin çeşitliliği	1	2	3	6	7	8	4	5	6	6	7	8
DK4	Hedeflerin netliği	1	2	3	7	8	9	5	6	7	6	7	8
DK5	Hedeflerin tanım derecesi	1	2	3	7	8	9	5	6	7	5	6	7
DK6	Paydaşların çeşitliliği	3	4	5	0	1	2	1	2	3	4	5	6
DK7	Paydaşların hedefleri	2	3	4	0	1	2	1	2	3	4	5	6
DK8	Paydaşların hedeflerinin netliği	2	3	4	0	1	2	1	2	3	6	7	8
DK9	Paydaşların bakış açılarının çeşitliliği	3	4	5	0	1	2	0	1	2	6	7	8
DK10	Arazi kullanım yapısı	5	6	7	4	5	6	4	5	6	2	3	4

Örneğin "Proje amacının tanım derecesi" kapsamında yer alan DK1 kriteri için üç değerlendirici, alternatiflere ilişkin değerlendirmelerinin üyelik fonksiyonu değerleri, "(1,

2, 3)", "(6, 7, 8)", "(3, 4, 5)" ve "(4, 5, 6)" şeklindedir (Çizelge 4.20). Diğer kriterler için değerlendirmeler EK-6'de gösterildiği gibidir.

4.6.2. Bulanık karar matrisi ve normalize edilmiş bulanık karar matrisinin oluşturulması

Her bir değerlendirme kriterine göre alternatiflerin dilsel değişkenlerle değerlendirilip bu değerlendirmelerin üçgensel bulanık sayıya dönüştürülmesinden sonra, bulanık karar matrisinin oluşturulmasına geçilmiştir. Bulanık karar matrisi çizelgesi, fizibilite etütlerinin karar kriterlerine göre değerlendirilme sonuçlarından faydalanılarak oluşturulmuştur. Bu karar matrisini elde etmek için Eş. 2.7'den yararlanılmıştır. Buna göre, tüm değerlendirme kriterlerine göre değerlendiriciler tarafından ayrı ayrı değerlendirilen alternatif fizibilite etütlerinin değerlendirilmeleri tek bir değere indirgenmiş ve bunun sonucunda bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Örneğin, ekonomik boyut kapsamında yer alan DK1 (Proje amacının tanım derecesi) kriterine göre alternatif A1'in değerlendiriciler tarafından değerlendirilmesi "VP (Aşırı zayıf-extreme poor)", "G (İyi-good)", MP (Orta zayıf-medium poor)" ve "M (Orta-medium)" olarak ifade edilmiştir. Bu dilsel değişkenlerin Çizelge 3.3'ten yararlanılarak elde edilen üçgensel bulanık sayı karşılıkları, "(1, 2, 3)", "(6, 7, 8)", "(3, 4, 5)" ve "(4, 5, 6)" şeklindedir. Üçgensel bulanık sayı değerleri elde edildikten sonra Eş. 2.6 kullanılarak değerlendiricilerin değerlendirmeleri tek bir değere indirgenmiştir. Bulanık karar matrisinde alternatif fizibilite etüdü A1'in DK1 VE DK2 kriterlerine göre alacağı değerler aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\widetilde{X}_{A1DK1} = \frac{1}{4}\left[(1,2,3) + (6,7,8) + (3,4,5) + (4,5,6)\right] = (3{,}5\ ,4{,}5\ ,5{,}5)$$

$$\widetilde{X}_{A1DK2} = \frac{1}{4}\left[(1,2,3) + (7,8,9) + (3,4,5) + (4,5,6)\right] = (3{,}5\ ,4{,}5\ ,5{,}5)$$

Çizelge 4.21. Değerlendiricilerin Alternatif 1'e ait değerlendirmelerinin ortalamaları

		Alternatif 1		
DK1	Proje amacının tanım derecesi	3,5	4,5	5,5
DK2	Proje amacının netliği	3,5	4,5	5,5
DK3	Hedeflerin çeşitliliği	4,25	5,25	6,25
DK4	Hedeflerin netliği	4,75	5,75	6,75
DK5	Hedeflerin tanım derecesi	4,5	5,5	6,5

Alternatiflerin, değerlendiriciler tarafından değerlendirme kriterleri ile değerlendirmeleri benzer şekilde yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen bulanık karar matrisi EK-7'de gösterilmiştir.

Bulanık karar matrisi Eş. 2.10 ve Eş. 2.11 kullanılarak normalize edilmiştir.

Her bir fayda kriteri için üçgensel bulanık sayıların üçüncü bileşenlerinin maksimum değeri (c_j^*), maliyet kriteri için ise üçgensel bulanık sayıların ilk bileşenlerinin minimum değeri (a_j^-) kullanılarak normalizasyonu yapılmıştır.

Değerlendirme kriterlerinden; (DK17), (DK21), (DK30), (DK43), (DK44), (DK45), (DK46), (DK54), (DK56), (DK57), (DK58), (DK59), (DK61) ve (DK64) kriterleri maliyet kategorisi kriterleridir, yani değer ne kadar düşükse, fizibilite etüdünde bu durum avantaj olarak değerlendirilmiştir. Kalan kriterler fayda kriterlerdir yani değer ne kadar yüksekse fizibilite etüdünde avantaj olarak değerlendirilmiştir.

Örneğin; Proje amacının tanım derecesi kapsamında yer alan "DK1" kriteri, fayda kriteri olarak, Tehlikeli maddeler kapsamında yer alan "DK17" kriteri maliyet kriteri ele alınacak olursa:

Fayda kriteri için, bulanık karar matrisinin her bir satırındaki bulanık sayıların "c" değerlerinin en büyüğü dikkate alınmış ve bu değere o satırdaki tüm satır değerleri bölünmüştür. Örneğin; bulanık karar matrisinde Proje amacının tanım derecesi kapsamında yer alan "DK1" kriteri fayda kriteri olduğundan, bulanık üçgensel sayılardan en sağdaki değerlerin en büyüğü ($c_j^* = max_i c_{ij}*$), 7 dikkate alınmış ve bu değere ilgili kriterin satırında yer alan tüm satır değerleri bölünmüştür. Tehlikeli maddeler kapsamında yer alan "DK17" kriteri maliyet kriteri olduğundan bulanık üçgensel sayılardan en soldaki

değerlerin en küçüğünün ($c_j^- = min_i a_{ij}$), 1 değeri alınmış ve alınan bu değer her bir alternatifin sırasıyla, c, b, a değerlerini bölmüştür.

Alternatif 1 için fayda ve maliyet kriterlerine ilişkin örnek çözümü aşağıda gösterildiği gibidir. Fayda kriterlerinin çözümü için Eş. 3.10'dan, maliyet kriterinin çözümü için ise Eş. 2.11'den yararlanılmıştır.

Fayda kriteri için $j \in B$ olmak üzere;

$$\tilde{r}_{11} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right) = \left(\frac{3,5}{7}, \frac{4,5}{7}, \frac{5,5}{7}\right) = (0,50 , 0,64 , 0,79)$$

Maliyet kriteri için $j \in C$ olmak üzere;

$$\tilde{r}_{1\,17} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right) = \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{1}{1}\right) = (0,33 , 0,5 , 1)$$

Yukarıda belirtilen işlemler tüm kriterlere göre her bir alternatif için uygulandıktan sonra, EK-8'de gösterilen normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilmiştir.

4.6.3. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin oluşturulması

Normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra değerlendiriciler tarafından değerlendirilen her bir değerlendirme kriterinin farklı önem ağırlığına sahip olabileceği dikkate alınarak ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Bu matris, kriterlerin önem ağırlıkları (Bkz. Çizelge 4.7) ve normalize edilmiş bulanık karar matrisinden yararlanılarak oluşturulmuştur. Matris oluşturulurken Eş. 2.12 ve Eş. 2.13'ten faydalanılır. Buna göre, normalize edilmiş bulanık karar matrisindeki her bir alternatif için, kriterlere ait değerler bulundukları satırdaki kriterin önem ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilmiştir. Örneğin, normalize edilmiş bulanık karar matrisinin birinci satırında gösterilen ve Proje amacının tanım derecesi kapsamında yer alan "DK1" (fayda) kriteri için Alternatif 1'in alacağı değerler aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$\tilde{V}_{11} = \tilde{r}_{11} \times \tilde{w}_1 =$ (0,50 , 0,64 , 0,79) × 0,00808 = (0,004 , 0,005 , 0,006)

Yukarıda belirtilen işlemler tüm kriterlere göre her bir alternatif için uygulandıktan sonra, EK-9'da gösterilen ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilmiştir.

4.6.4. Bulanık pozitif ve bulanık negatif ideal çözümlerin belirlenmesi

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra, bu matris değerleri kullanılarak Eş. 2.14, Eş. 2.15, Eş. 2.16 ve Eş. 2.17 yardımıyla tüm alternatifler için her bir değerlendirme kriterine göre A* ve A^- değerleri belirlenmiştir.

BPİÇ için kriterlere bağlı bulanık sayılardan en sağdaki değerlerin en büyüğü dikkate alınarak $\tilde{V}_n^*$e ulaşılmıştır. BNİÇ bulunurken ise, bulanık sayılardan en soldaki değerlerin en küçüğü dikkate alınarak $\tilde{V}_n^{-\prime}$e ulaşılmıştır.

Örnek olarak DK1 için BPİÇ ve BNİÇ değerleri,

$\tilde{V}_1^*$ = (0,008 , 0,008 , 0,008) ve $\tilde{V}_1^-$= (0,004 , 0,004 , 0,004) olarak bulunmuştur. Tüm BPİÇ ve BNİÇ değerleri EK-10'da verilmiştir.

4.6.5. Bulanık ideal çözümlerden uzaklıkların hesaplanması

Alternatiflerin bulanık pozitif ideal çözüme (BPİÇ (A*)) ve bulanık negatif ideal çözüme (BNİÇ (A^-)) olan uzaklıklarını hesaplamak için ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinden ve A* ve A^-kümelerinde yer alan değerlerden yararlanılmıştır. Eş. 2.18, Eş. 2.19 ve Eş. 2.20 ile alternatiflerin BPİÇ ve BNİÇ bulanık değerlerinden olan uzaklıkları (d_i^*) ve (d_i^-) verteks yöntemiyle hesaplanmıştır. Örnek olarak Alternatif 1 için bu uzaklıklar sırasıyla,

$$d_i^* = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(0{,}008 - 0{,}004)^2 + (0{,}008 - 0{,}005)^2 + (0{,}008 - 0{,}006)^2\right]} +$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}\left[(0{,}008 - 0{,}005)^2 + (0{,}008 - 0{,}007)^2 + (0{,}008 - 0{,}008)^2\right]} + \ldots +$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}\left[(0{,}011-0{,}003)^2+\ (0{,}011-0.005)^2+\ (0{,}011-0{,}007)^2\right]}\ =0{,}3119680$$

$$d_i^- = \sqrt{\frac{1}{3}\left[(0{,}004-0{,}004)^2+\ (0{,}004-0{,}005)^2+\ (0{,}004-0{,}006)^2\right]}\ +$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}\left[(0{,}004-0{,}005)^2+\ (0{,}004-0{,}007)^2+\ (0{,}004-0{,}008)^2\right]}\ +\ \ldots\ +$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}\left[(0{,}003-0{,}003)^2+\ (0{,}003-0{,}005)^2+\ (0{,}003-0{,}007)^2\right]}\ =0{,}2636273$$

BPİÇ ve BNİÇ'ten uzaklıklarının toplamını ifade eden (d_i^*) ve (d_i^-) değerleri Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Çizelge 4.22. BPİÇ VE BNİÇ'ten olan uzaklıklar

	d*	d-
Alternatif 1	0,3120	0,2636
Alternatif 2	0,2790	0,2991
Alternatif 3	0,3256	0,2491
Alternatif 4	0,3343	0,2416
Alternatif 5	0,3004	0,2755

4.6.6. Yakınlık katsayılarının hesaplanması

Bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözümden olan uzaklıklar hesaplandıktan sonra, her bir alternatifin yakınlık katsayıları Eş. 2.21 kullanılarak hesaplamıştır. Alternatif 1 için yakınlık indeksi (CC_1)

$CC_1 = \frac{d_1^-}{d_1^* + d_1^-} = \frac{0.264}{0{,}312 + 0{,}264} = 0{,}458$ olarak bulunmuştur.

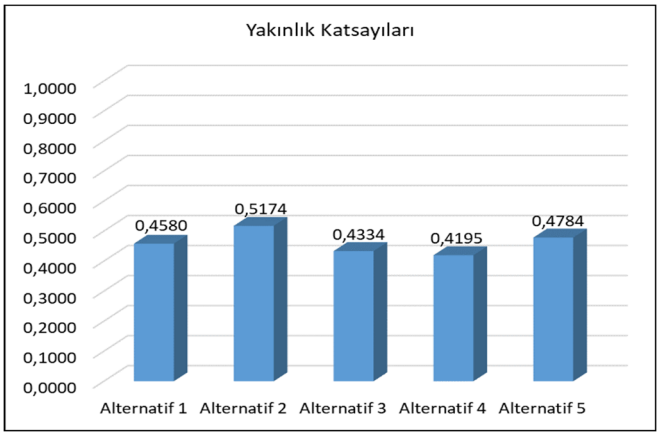
Diğer alternatifler için de yakınlık indeksleri hesaplanarak Çizelge 4.23'te verilmiştir.

Çizelge 4.23. Yakınlık indeksleri

	C*
Alternatif 1	0,4580
Alternatif 2	0,5174
Alternatif 3	0,4334
Alternatif 4	0,4195
Alternatif 5	0,4784

4.6.7. Alternatiflerin sıralanması

Yakınlık katsayılarının büyükten küçüğe doğru sıralanmasıyla alternatif fizibilite etütleri sıralanmış olur. 5 alternatif fizibilite etüdü, değerlendirme modelinde yer alan kriterlere göre değerlendiriciler tarafından gerçekleştirilen değerlendirilmeler sonucu elde edilen sıralamaları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Fizibilite etütlerinin yakınlık katsayıları

Şekil 4.2'de gösterilen yakınlık katsayıları dikkate alındığında alternatif fizibilite etütlerini A2>A5>A1>A3>A4 şeklinde sıralanmıştır. Bu sonuca göre, tedarikçi A2'nin en iyi fizibilite etüdü olarak seçilebileceği, alternatif A5'in ikinci, alternatif A1'in üçüncü, alternatif A3'in dördüncü ve alternatif A4'ün ise beşinci fizibilite etüdü olarak seçilebileceği görülmektedir. Diğer bir ifadeyle "A2 – Eskişehir Afyon Burdur Antalya Hızlı Tren Projesi Fizibilite Etüdü" alternatifi öncelikli belirlenmiştir.

4.6.8. Duyarlılık analizi

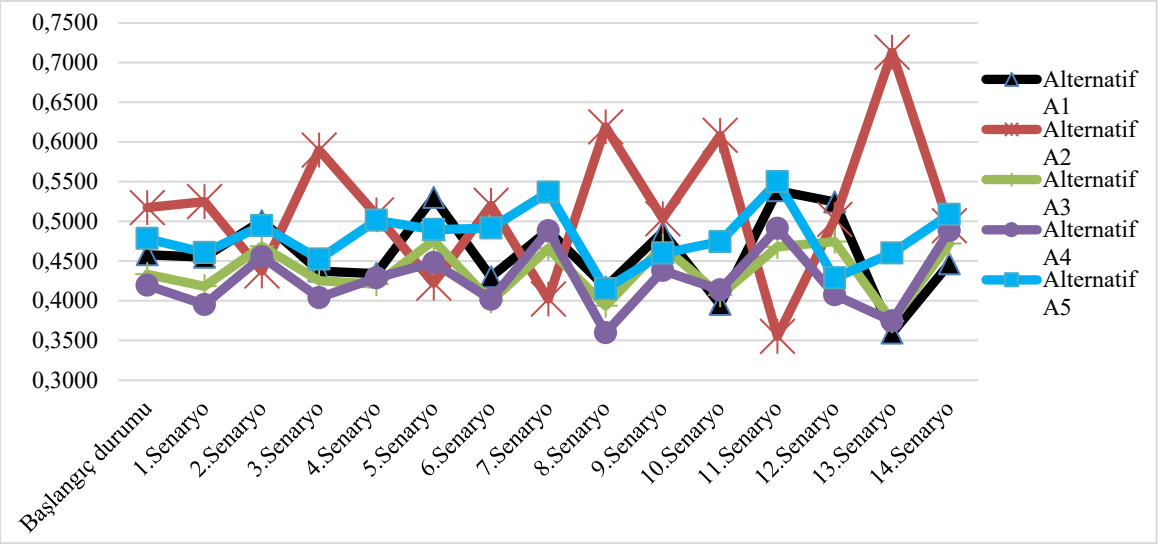
Alternatiflerin sıralanması ve seçiminden sonra sonuçların gözden geçirilmesi gerekmektedir. Buradan hareketle, farklı değerlendiricilerin seçilmesi durumunda alternatiflerin sıralamasının nasıl değişeceğini gözlemlemek için on dört farklı senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryoların sonuçları ve sonuçlara ait ilgili görseller Çizelge 4.24 ve Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Bulanık TOPSIS yöntemi duyarlılık analizi sonuçları

Senaryolar	Değerlendiriciler	Alternatiflerin Sıralanması
Başlangıç durumu	D1, D2, D3, D4	A2, A5, A1, A3, A4
1. senaryo	D1, D2, D3	A2, A5, A1, A3, A4
2. senaryo	D1, D2, D4	A1, A5, A3, A4, A2
3. senaryo	D2, D3, D4	A2, A5, A1, A3, A4
4. senaryo	D1, D3, D4	A2, A5, A1, A4, A3
5. senaryo	D1, D2	A1, A5, A3, A4, A2
6. senaryo	D1, D3	A2, A5, A1, A4, A4
7. senaryo	D1, D4	A5, A1, A4, A3, A2
8. senaryo	D2, D3	A2, A1, A5, A3, A4
9. senaryo	D2, D4	A2, A1, A3, A5, A4
10. senaryo	D3, D4	A2, A5, A4, A3, A1
11. senaryo	D1	A5, A1, A4, A3, A2
12. senaryo	D2	A1, A2, A3, A5, A4
13. senaryo	D3	A2, A5, A3, A4, A1
14. senaryo	D4	A5, A2, A4, A3, A1

Çizelge 4.24'e bakıldığında başlangıç durumu haricinde on dört farklı senaryo oluşturulduğu görülmektedir. Oluşturulan her bir senaryo için model yeniden çözülmüş, elde edilen yeni sonuçlar ile başlangıç durumu karşılaştırılarak değerlendiricilerin ne derece tutarlı olduğu değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Örneğin, 1. durumda üç değerlendirici (D1, D2, D3) kriterleri dikkate alarak değerlendirmeleri ile model çözülmüş ve aynı sıralama elde edilmiştir. 2. durumda ise yine üç farklı değerlendirici (D1, D2, D4) karar kriterleri ile değerlendirmeleri sonucu elde edilen sıralama A1, A5, A3, A4, A2 şeklinde olmuştur.



Şekil 4.3. Bulanık TOPSIS duyarlılık analizi sonuçları

Bu duyarlılık analizinin sonuçlarına göre, değerlendiricilerdeki değişimlerin alternatiflerin sıralamasını da değiştirdiği görülmüştür. Alternatiflerin sıralamalarındaki değişimler incelendiğinde senaryolarla elde edilen sonuçların toplamında en iyi alternatif ve sonuncu alternatif değişmemiştir. Şekil 4.3'te yer alan duyarlılık analizi sonuçlarına bakıldığında da alternatif A2'nin en iyi alternatif olarak seçilebileceği görsel olarak net bir şekilde görülmektedir.

4.7. Bulanık VIKOR ile Fizibilite Etütlerinin Seçimi

Bu bölümde, alternatif beş alternatif arasından en iyi fizibilite etüdünün belirlenebilmesi için bulanık VIKOR yaklaşımı temel alınarak bu yöntemin algoritmasında yer alan adımlar izlenmiş ve fizibilite etütleri değerlendirilmiştir. Ele alınan yöntemin çözüm algoritmasından yer alan adımlar ile bulanık TOPSIS yönteminin çözüm algoritmasında yer alan adımlar bir arada değerlendirilerek problemin çözümüne gidilmiştir. Buna göre, bulanık TOPSIS yönteminde belirlenen bulanık karar matrisi kullanılmış daha sonra ise bulanık VIKOR algoritmasıyla probleme devam edilerek çözüm elde edilmeye çalışılmıştır.

4.7.1. Değerlendiricilerin karar kriterlerine göre alternatifleri değerlendirmesi

Ele alınan yöntemin algoritması gereği bulanık karar matrisinin oluşturulmasından sonra Kriterlerin en iyi bulanık ve en kötü bulanık değerleri bulunmuştur. Eşitlik 2.25 ile fayda kriterlerine; Eş. 2.26 ile de maliyet kriterlerine ait en iyi bulanık ve en kötü bulanık değerlere ulaşılmıştır.

Buna göre, bulanık karar matrisinin her bir satırındaki bulanık sayıların "a, b, c" değerlerinin sırasıyla en büyüğü ve en küçüğü dikkate alınarak belirlenmiştir. Örnek olarak fayda kriteri "DK1" ve maliyet kriteri da DK17'i ele alınırsa:

$\tilde{f}_j^*$= $\max_i \tilde{x}_{ij}$, $\tilde{f}_j^-$= $\min_i \tilde{x}_{ij}$ eşitliği DK1 fayda kriterinde kullanılmak üzere:

En iyi bulanık değerin $\tilde{f}_1^*$ = (a_j^*, b_j^*, c_j^*) = 5, 6, 7 olduğu ve

En kötü bulanık değerin de $\tilde{f}_1^-$= (a_j^-, b_j^-, c_j^-) = 3,5 , 4,5 , 5,5 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

$\tilde{f}_j^*$= $\min_i \tilde{x}_{ij}$, $\tilde{f}_j^-$= $\max_i \tilde{x}_{ij}$ eşitliği DK17 maliyet kriterinde kullanılmak üzere;

En iyi bulanık değerin $\tilde{f}_{17}^*$ = (a_j^*, b_j^*, c_j^*) = 1, 2, 3 olduğu ve

En kötü bulanık değerin de $\tilde{f}_{17}^-$= (a_j^-, b_j^-, c_j^-) = 2,75 , 3,75 , 4,75 olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yukarıda belirtilen işlemler diğer kriterler içinde uygulanmış ve tüm kriterlerin bulanık en iyi değerleri ve bulanık en kötü değerleri elde edilmiştir (EK-11).

4.7.2. En iyi bulanık değerlere olan uzaklıkların toplamı ve en kötü bulanık değerlere olan maksimum uzaklığın belirlenmesi

Bulanık en iyi değer ve bulanık en kötü değer hesaplandıktan sonra $\tilde{S}i$ ve $\tilde{R}i$ değerlerinin hesaplanmasına geçilmiştir. $\tilde{S}i$ bütün kriterlere göre i alternatifinin en iyi bulanık değere uzaklığının toplamını, $\tilde{R}i$ ise bütün kriterlere göre i alternatifinin en kötü bulanık değerlere

olan maksimum uzaklığını ifade etmektedir. Buna göre, i alternatifinin en iyi bulanık değere uzaklığının toplamı Eş. 2.27, en kötü bulanık değerlere olan maksimum uzaklığı ise Eş. 2.28 yardımıyla hesaplanmıştır.

Örneğin, Alternatif 1 için $\tilde{S}i$ ve $\tilde{R}i$ değerleri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır. $\tilde{S}i$ değerlerinin hesaplanabilmesi için öncelikle A1'in üçgensel bulanık sayı değerlerinin her bir üyelik fonksiyonunun en iyi bulanık değere olan uzaklıklarının hesaplanması gerekmektedir.

$\tilde{S}_1$'deki sol değer olan S_1^a değeri,

$S_1^a = \sum_{j=1}^{n} w_j \text{ x } \tilde{d}_{ij} = \sum_{j=1}^{n} \widetilde{w}_i \frac{\left(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}\right)}{\left(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-\right)}$ = [0,00807556 x $\frac{(5-3,5)}{(5-3,5)}$] + [0,00807556 x $\frac{(5-3,5)}{(5-3,5)}$] +

… + [0,010965727 x $\frac{(3,75-1,5)}{(3,75-1,5)}$] = 0,008076 + 0,008076 + … + 0,010965727

= 0,512732213 şeklinde bulunur.

$\tilde{R}_1$'deki sol değer olan R_1^a değeri ise;

$R_1^a = max_i\left[w_j \text{ x } \tilde{d}_{ij}\right] = max_i\left[\widetilde{w}_i \frac{\left(\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}\right)}{\left(\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-\right)}\right]$ = max_1[0,00807556 x $\frac{(5-3,5)}{(5-3,5)}$] ; [0,00807556 x

$\frac{(5-3,5)}{(5-3,5)}$] ; …; [0,010965727 x $\frac{(3,75-1,5)}{(3,75-1,5)}$] = max_1[0,008076 ; 0,008076 ; …; 0,010965727]

= 0,032159738 olarak bulunmaktadır.

Yukarıdaki hesaplamalara benzer şekilde tüm alternatiflere ait fonksiyon değerleri için en iyi bulanık değere olan uzaklıklar hesaplanmış, hesaplanan bu değerlere EK-12'de yer verilmiştir.

4.7.3. Grup fayda ve minimum pişmanlık değerlerinin belirlenmesi

Alternatiflerin $\tilde{S}i$ ve $\tilde{R}i$ değerleri belirlendikten sonra, maksimum grup faydasını ifade eden $\tilde{S}^*$ ve karşıt görüşlerin minimum bireysel pişmanlığını ifade eden $\tilde{R}^*$'ı bir arada değerlendiren $\tilde{Q}_i$ indeksinin hesaplanmasına geçilir. $\tilde{Q}_i$ indeksinin hesaplanabilmesi için öncelikle $\tilde{S}^*$, $\tilde{S}^-$ve $\tilde{R}^*$, $\tilde{R}^-$ değerlerinin elde edilmesi gerekir. $\tilde{S}^*$ ve $\tilde{S}^-$ değerleri Eş. 2.29, $\tilde{R}*$ ve $\tilde{R}-$ değerleri ise Eş. 2.30 yardımıyla elde edilmiştir (Çizelge 4.25). Burada, $\tilde{S}^*$ ve $\tilde{S}^-$, $\tilde{S}i$'nin en iyi ve en kötü değerini, $\tilde{R}^*$, ve $\tilde{R}^-$ ise $\tilde{R}i$'nin en iyi ve en kötü değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.25. Grup fayda ve minimum pişmanlık değerleri

	a	*b*	*c*
S*	0,4294	0,4294	0,4294
S-	0,5679	0,5679	0,5679
R*	0,0268	0,0268	0,0268
R-	0,0429	0,0429	0,0429

Bununla birlikte $\tilde{Q}_i$ indeksi için v değerinin de belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada v değeri, uzlaşmacı çoğunluğu ifade etmesi bakımından v=0,5 olarak alınmıştır. Gerekli değerler elde edildikten sonra $\tilde{Q}i$ indeksi Eş. 2.31 yardımıyla çözümlenmiştir. Örnek olarak birinci alternatifte $\tilde{Q}_1$'in sol değeri olan ${\tilde{Q}_1}^a$; ${\tilde{S}^*}^a$

$${\tilde{Q}_1}^a = v\frac{({\tilde{S}_1}^a - {\tilde{S}^*}^a)}{({\tilde{S}^{-a}} - {\tilde{S}^*}^a)} + (1-v)\frac{({\tilde{R}_1}^a - {\tilde{R}^*}^a)}{({\tilde{R}^{-a}} - {\tilde{R}^*}^a)}$$

$$= 0{,}5 \text{ x } \frac{(0{,}5127 - 0{,}429)}{(0{,}568 - 0{,}429)} + (1\text{-}0{,}5) \text{ x } \frac{(0{,}0322 - 0{,}0268)}{(0{,}0429 - 0{,}0268)}$$

$$= 0{,}466870266$$

sonucuna ulaşılmıştır. Alternatiflere ait $\tilde{Q}_i$ indeks değerleri Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Alternatiflerin Si, Ri ve Qi indeks değerleri

Alternatifler	Si			Ri			Qi		
Alternatif 1	0,5127	0,5127	0,5127	0,0322	0,0322	0,0322	0,4669	0,4669	0,4669
Alternatif 2	0,4329	0,4329	0,4329	0,0268	0,0268	0,0268	0,0127	0,0127	0,0127
Alternatif 3	0,5600	0,5600	0,5600	0,0348	0,0348	0,0348	0,7203	0,7203	0,7203
Alternatif 4	0,5679	0,5679	0,5679	0,0429	0,0429	0,0429	1,0000	1,0000	1,0000
Alternatif 5	0,4294	0,4294	0,4294	0,0348	0,0348	0,0348	0,2490	0,2490	0,2490

4.7.4. Durulaştırma

Maksimum grup faydasını ve karşıt görüşlerin minimum bireysel pişmanlığını birlikte değerlendiren $\tilde{Q}_i$ indeksinin belirlenmesinden sonra durulaştırma işlemine geçilmiştir. Durulaştırma işlemi $\tilde{S}i$, $\tilde{R}i$ ve $\tilde{Q}i$'nin elde edilen bulanık değerlerinin yani üyelik fonksiyonu değerlerinin daha anlaşılır hale gelebilmesi için yapılır. Örneğin, Eş. 2.32'ye göre A1 alternatifinin $\tilde{Q}i$ değerlerinin durulaştırılması sonucu elde edilen Qi değeri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

$$\mathrm{BNP_{A1}} = \frac{(0{,}4669-0{,}4669)+ (0{,}4669-0{,}4669)}{3} + 0{,}4669 = 0{,}467$$

Yukarıda belirtilen işlemler diğer alternatifler içinde uygulandıktan sonra, Çizelge 4.27'de yer alan Si, Ri ve Qi indeks değerleri elde edilmiştir.

Durulaştırılarak elde edilen Qi değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanır ve bu sıralamada en küçük değer en iyi çözüm olarak kabul edilmiştir. Yani Qi indeks değeri en küçük olan alternatif en iyi alternatif olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 4.27. Durulaştırılmış indeks değerleri

Alternatifler	Si		Ri		Qi	
	İndeks	Sıra	İndeks	Sıra	İndeks	Sıra
A1	0,5127	3	0,0322	2	0,4669	3
A2	0,4329	2	0,0268	1	0,0127	1
A3	0,5600	4	0,0348	3	0,7203	4
A4	0,5679	5	0,0429	4	1,0000	5
A5	0,4294	1	0,0348	3	0,2490	2

4.7.5. Uzlaşık çözümün belirlenmesi

Durulaştırma işleminde Qi indeks değerleri kullanılarak bir uzlaşık çözüm belirlenmiştir. Ancak bu çözümün en iyi uzlaşık çözüm ile elde edilip edilmediğine karar verilebilmesi için kabul koşullarının ne derece sağlandığının incelenmesi gerekmektedir. Buna göre, iki koşuldan ilki olan kabul edilebilir avantaj koşulu için aşağıdaki sonuç elde edilmiştir.

1.Koşul: Q sıralamasındaki en iyi ikinci alternatif ile en iyi alternatif arasındaki farkın $\mathrm{DQ} = \frac{1}{\mathrm{j}-1}$ değerinden büyük olma koşuluna bakılmıştır. Bu çalışmada kriter sayısı 74 olması nedeniyle $\mathrm{DQ} = \frac{1}{74-1}$ = 0,0137 olarak bulunmuştur.

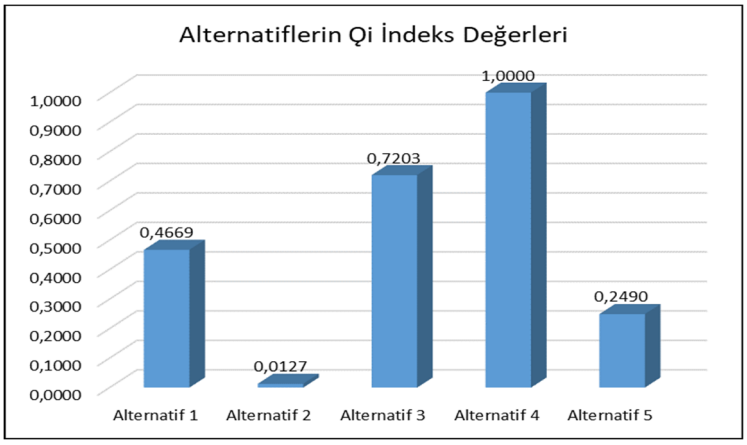
Çizelge 4.27 incelendiğinde, en iyi ikinci alternatifin ($\mathrm{Q(a'')}$) 5.nci alternatif, en iyi alternatifin de ($\mathrm{Q(a')}$) 2.nci alternatif olduğu görülmüştür.

$\mathrm{Q(a'')} - \mathrm{Q(a')} \geq D(Q)$ koşuluna göre 0,249-0,013 = 0,236>0,0137 olduğundan dolayısıyla koşul 1 sağlanmıştır.

2.Koşul: a' alternatif yani 2.nci alternatif, S ve R indeks değerlerinden her ikisinde de en iyi alternatif olduğundan koşul 2 de sağlanmıştır.

4.7.6. Alternatiflerin sıralanması

Uzlaşık çözüm belirlendikten ve bu uzlaşık çözümün en iyi çözüm olup olmadığının kararı verildikten sonra nihai sonuç olan alternatiflerin sıralanmasına geçilir. Alternatifler Qi indeks değerlerine göre sıralanır ve en küçük Qi değerine sahip olan alternatif en iyi çözüm olarak kabul edilir.



Şekil 4.4. Alternatiflerin Qi indeks değerleri

Şekil 4.4'te gösterilen Qi indeks değerlerine göre uzlaşık çözüm olarak kabul edilen A2 alternatifinin aynı zamanda koşul 1 ve koşul 2'yi de sağladığı düşünüldüğünde en iyi uzlaşık çözüm olarak yani en iyi fizibilite etüdü olarak değerlendirilebileceği görülmüştür. Bu değerler dikkate alındığında alternatif sürdürülebilir tedarikçi sıralamasının, A2> A5> A1> A3> A4 şeklinde elde edilmiştir. Bu sonuca göre, A2'nin en iyi fizibilite etüdü olarak seçilebileceği, A5'in ikinci, A1'in üçüncü, A3'ün dördüncü, A4'ün beşinci alternatif fizibilite etüdü olarak seçilebileceği söylenebilmektedir. Diğer bir ifadeyle "A2 – Eskişehir Afyon Burdur Antalya Hızlı Tren Projesi Fizibilite Etüdü" projesi öncelikli olarak hayata geçirilmelidir.

4.7.7. Duyarlılık analizi

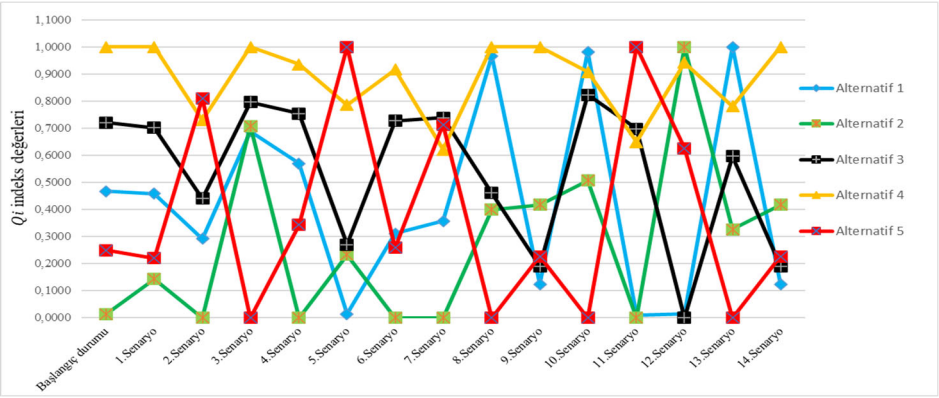
Alternatiflerin sıralanması ve seçiminden sonra bulanık VIKOR yönteminde de kurulan modelin sonuçlarının gözden geçirilmesi, tutarlılığının kontrol edilmesi ve bunun sonucunda ihtiyaç duyulan bir düzeltme alanı varsa gerekli düzenlemelerin yapılması gerekmektedir. Çalışmada bulanık TOPSIS yönteminin duyarlılık analizinde kullanılan senaryolar ile duyarlılık analizi yapılmıştır. Buradan hareketle, farklı değerlendiricilerin seçilmesi durumunda alternatiflerin sıralamasının nasıl değişeceğini gözlemlemek için on dört farklı senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryoların sonuçları ve sonuçlara ait ilgili görseller Çizelge 4.28 ve Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.28. Bulanık VIKOR yöntemi duyarlılık analizi sonuçları

Senaryolar	Değerlendiriciler	Alternatiflerin Sıralanması
Başlangıç durumu	D1, D2, D3, D4	A2, A5, A1, A3, A4
1. senaryo	D1, D2, D3	A2, A5, A1, A3, A4
2. senaryo	D1, D2, D4	A2, A1, A3, A4, A5
3. senaryo	D2, D3, D4	A5, A1, A2, A3, A4
4. senaryo	D1, D3, D4	A2, A5, A1, A3, A4
5. senaryo	D1, D2	A1, A2, A3, A4, A5
6. senaryo	D1, D3	A2, A5, A1, A3, A4
7. senaryo	D1, D4	A2, A1, A4, A5, A4
8. senaryo	D2, D3	A5, A2, A3, A1, A4
9. senaryo	D2, D4	A1, A3, A5, A2, A4
10. senaryo	D3, D4	A5, A2, A3, A4, A1
11. senaryo	D1	A2, A1, A4, A3, A5
12. senaryo	D2	A3, A1, A5, A4, A2
13. senaryo	D3	A5, A2, A3, A4, A1
14. senaryo	D4	A1, A3, A5, A2, A4

Çizelge 4.28'ye bakıldığında başlangıç durumu haricinde on dört farklı senaryo oluşturulduğu görülmektedir. Oluşturulan her bir senaryo için model yeniden çözülmüş, elde edilen yeni sonuçlar ile başlangıç durumu karşılaştırılarak değerlendiricilerin ne derece tutarlı olduğu değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Örneğin, 1. durumda üç değerlendirici (D1, D2, D3) kriterleri dikkate alarak değerlendirmeleri ile model çözülmüş ve aynı sıralama elde edilmiştir. 2. durumda ise yine üç farklı değerlendirici (D1, D2, D4) karar kriterleri ile değerlendirmeleri sonucu elde edilen sıralama A2, A1, A3, A4, A5şeklinde olmuştur.



Şekil 4.5. Bulanık VIKOR duyarlılık analizi sonuçları

Bu duyarlılık analizinin sonuçlarına göre, değerlendiricilerdeki değişimlerin alternatiflerin sıralamasını da değiştirdiği görülmüştür. Alternatiflerin sıralamalarındaki değişimler incelendiğinde senaryolarla elde edilen sonuçların toplamında en iyi alternatif ve sonuncu alternatif değişmemiştir. Şekil 4.5'te yer alan duyarlılık analizi sonuçlarına bakıldığında da alternatif A2'nin en iyi alternatif olarak seçilebileceği görsel olarak net bir şekilde görülmektedir.

4.8. Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

Kullanılan yöntemlerden elde edilen sonuçlar Spearman sıralama korelasyon katsayısı ile karşılaştırılmıştır. Spearman sıralama korelasyon katsayısı sıralı olarak elde edilen veya belli bir kritere göre sıralanmış olan iki değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılmaktadır.

Spearman sıralama korelasyon katsayısı (p)

$$p = 1 - \frac{6(\sum d_i^2)}{n(n^2-1)} \qquad (4.1)$$

ile hesaplanmaktadır.

d_i = i. Gözlemin sıra numaraları arasındaki fark

n : Gözlem sayısı

Değerler -1 ile +1 arasında değişmektedir. -1 ve +1 ve yakın değerler iki değişken sıralaması arasında bağlantının çok iyi olduğunu göstermektedir. Eğer $\rho<0$ ise, negatif değişimin, $\rho>0$ ise pozitif değişimin, $\rho=0$ ise bağlantının olmadığı anlamında gelmektedir.

Çalışmada kullanılan bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yönteminin sıra numaraları dikkate alınarak sonuçları karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemlerinin sonuçları

Alternatifler	**Bulanık TOPSIS**		**Bulanık VIKOR**	
	Değer	Sıra	Değer	Sıra
A1	0,4580	3	0,4669	3
A2	0,5174	1	0,0127	1
A3	0,4334	4	0,7203	4
A4	0,4195	5	1,0000	5
A5	0,4784	2	0,2490	2

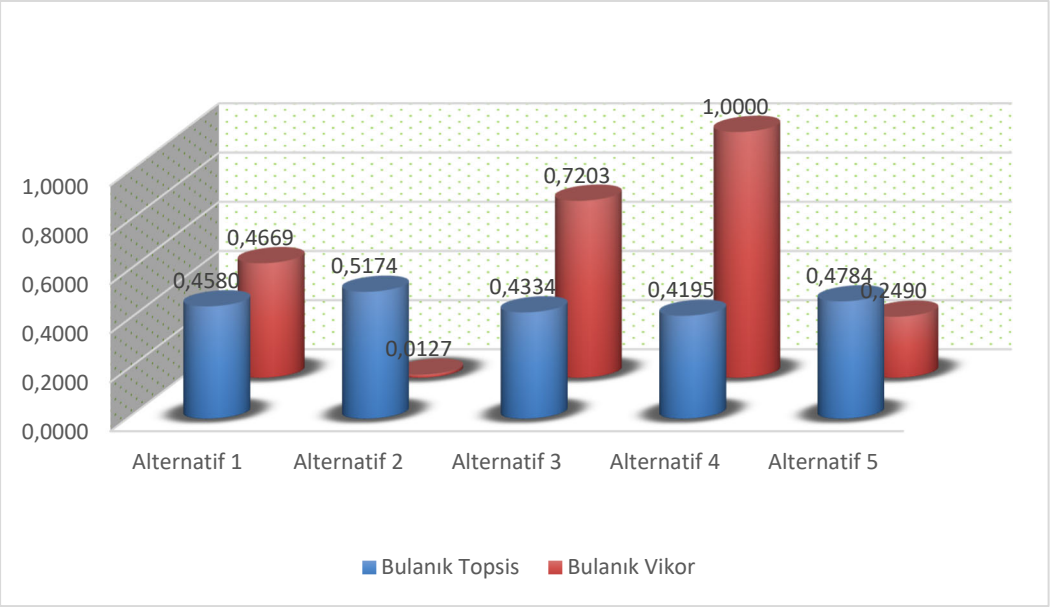
Fizibilite etütlerinin yani alternatiflerin sıra numaraları kullanılarak elde edilen karşılaştırma sonuçları aşağıda gösterildiği gibidir (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30. Spearman sıralama korelasyon katsayısı ile uygulama sonuçların karşılaştırılması

İkili Karşılaştırma	Spearman sıralama korelasyon katsayısı
	$p = 1 - \frac{6(\sum d_i^2)}{n(n^2-1)}$
	Değer
Bulanık TOPSIS-Bulanık VIKOR	1

Çizelge 4.30 incelendiğinde iki yöntem arasında yapılan ikili karşılaştırma sonuçlarının ilgili korelasyon katsayı değerlerinin "1" olarak elde edildiği görülmektedir. Buna göre, elde edilen değerler arasında kuvvetli bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Fizibilite etüdü seçimi probleminin çözümü için ele alınan yöntemlerden elde edilen sonuçların bir başka açıdan karşılaştırılması Şekil 4.6'da gösterilmektedir.



Şekil 4.6. Bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemlerinin sonuçlarının karşılaştırılması

Çizelge 4.29 ve Şekil 4.6 birlikte ele alındığında, karar problemine uygulanan her iki yöntemin sonuçları neticesinde Alternatif 2'nin her iki yöntemde 1. sırada yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre, Alternatif 2'in en iyi fizibilite etüdü olarak seçilebileceği söylenebilir. Bununla birlikte diğer alternatiflerin sıralamalarına bakıldığında her iki yöntemin çözümü sonucu farklı değerler almalarına karşın sıralamalarının her iki yöntemde de değişmediği tespit edilmiştir. Örneğin, bulanık TOPSIS yönteminde 2. sırada yer alan Alternatif A5 ile bulanık VIKOR yönteminde 5. sırada yer alan Alternatif 4'ün bulanık TOPSIS'de de aynı sıralamada yer aldığı görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Büyük kaynaklar gerektiren ve sonuçları ülkenin ekonomisi başta olmak üzere birçok yönden yapısını etkileyen ulaştırma yatırımlarının uygun yöntemlerle değerlendirilmesi gerekmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde özellikle ulaştırma yatırımlarının yapılmasında kararı ve karar sürecinin yetersiz olması konunun önemini daha da artırmaktadır. Bu nedenle ülkemizde yapılması düşünülen ulaştırma yatırımları ayrıntılı bir şekilde ele alınmalı ve gerekli incelemelerden sonra yatırımın yapılma kararı alınmalıdır. Bu detaylı araştırmaların yapılması amacıyla hazırlanan fizibilite etütleri ulaştırma projelerinde yer alması gereken bilgiler, kullanılması gereken teknikler ve elde edilen sonuçlardan oluşmaktadır. Fizibilite etütleri yapılacak projelerin değerlendirilmesinde yatırımcıya karar verme yaklaşımı sağlar.

Bu çalışma kapsamında, öncelikle ulusal ve uluslararası birçok kaynaktan yararlanılarak bir fizibilite raporunda içerik anlamında neler olması gerektiğini, bu konuda ulusal ve uluslararası normların format ve içerik bağlamında nelerin dikkate alındığı, kullanılan verilerin ve bu verilerin işlenme süreçlerinin hangi yöntem ve matematiksel denklemler ile yapılması gerektiği, sonuçların nasıl yorumlanacağına dair bir araştırma yapılıp ardından bu çerçevede, Türkiye'de ve diğer ülkelerde ulaştırma projeleri üzerine yapılmış fizibilite raporları içerik, veri toplanması, işlenmesi ve sonuçların yorumlanması bakımından incelenmiştir. İncelemeler sonucunda:

-Ülkemizde hazırlanan fizibilite raporları, içerik konusunda yetersiz olduğu görülmüştür. Teknik, organizasyon, bilgi, ulaştırma, ulaşım talepleri, ekonomik, mali, sosyal, teknolojik, sürdürülebilirlik ve proje başarısı başlıklarını içermelidir. Önerilen başlıkları oluşturan alt başlıklarda istenilen veriler toplanarak rapor hazırlanmalıdır. Elde edilen veriler, net bugünkü değer, iç verimlilik oranı gibi hesaplamalar ile finansal ve ekonomik analizleri yapılmalı, bu sonuçların kritik parametrelere olan duyarlılıkları analiz edilmelidir.

-Fizibilite raporlarının hem finansal hem de ekonomik analiz göstergelerinin daha tutarlı olması için trafik hacim öngörülerini hesaplama yöntemi güvenilir ve elde edilen veriler sağlıklı olmalıdır.

-Fizibilite raporlarında, alternatif senaryolar oluşturulmalı ve eğer mümkünse karşılaştırılan senaryolar çoğaltılmalıdır.

-Fizibilite etütleri değerlendirilirken ekonomik yönden değerlendirmeler ön planda olsa da çevre faktörü ulaştırma sistemlerinde önemli bir kriterdir. Yapılacak projelerin gürültü, hava kirliliği ve çevresel açıdan belirlenen faktörlere göre değerlendirilmelidir.

-Fizibilite raporları sürdürülebilir toplum gereksinimlerine uygun, ekonomik, sosyal, çevresel faydaların gözetildiği şekilde hazırlanmalıdır.

Bu çalışmada fizibilite etüdü seçiminde değerlendiricilere yardımcı olan ÇKKV yöntemlerinden yararlanılmıştır. Problemin çözümünde BWM, bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. Bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemlerin kullanılmasının nedeni, insan yargılarını ifade eden tercihlerin genellikle belirsiz olması bundan dolayı dilsel değişkenler kullanmanın daha gerçekçi sonuçlar verebileceği düşüncesinden kaynaklanmaktadır. Özelde ise bulanık TOPSIS'in ikili karşılaştırmaya gerek duymaması, esnek bir yapıya sahip olması, az karar vericinin bulunduğu problemlere daha uygun olması, bulanık VIKOR'un birbiriyle çelişen farklı kriterlerin yer aldığı durumlarda uygun bir çözüm sunması gösterilebilir. Belirlenen yöntemlerle öncelikle akademisyenlerden oluşan değerlendiricilerin görüşleri alınarak ana kriterlere ve alt kriterlere ait değerlendirme puanları alınmıştır. Bu değerlendirme sonuçları her üç yöntemin çözümünde ortak veri olarak kullanılmıştır.

Bu çalışmada fizibilite etütlerinin seçimi için "Teknik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K1)", "Organizasyon Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K2)", "Bilgi Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K3)", "Ulaştırma Yönünden Yapılabilirlik Faktörleri (K4)", "Ulaşım Talepleri Yönünden Yapılabilirlik (K5)", "Ekonomik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K6)", "Mali Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K7)", "Sosyal Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K8)" ve "Teknolojik Yönden Yapılabilirlik Faktörleri (K9)" şeklinde 9 ana kriter ve bu ana kriterlere bağlı olarak 36 alt kriter belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.1).

Kriterlerin önem derecesini belirlemek için BWM ile ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıklandırılması yapılmıştır. Ağırlıklandırılan bu değerler, bulanık TOPSIS ve bulanık

VIKOR yöntemleri ile fizibilite etütlerinin değerlendirilmesi karar probleminde kullanılmak üzere hazır hale getirilmiştir (Bkz. Çizelge 4.7)

“Mahmutbey Bahçeşehir Esenyurt Raylı Sistem Hattı Ekonomik ve Mali Fizibilite Etüdü”, “Eskişehir Afyon Burdur Antalya Hızlı Tren Projesi Fizibilite Etüdü”, “Ümraniye Ataşehir Göztepe Metro Hattı Ekonomik ve Finansal Fizibilite Etüdü”, “Tuzla Havaray Hattı, Ulaşım Etüdü & Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü” ve “Bakırköy Beylikdüzü Metrosu, Sefaköy Tüyap Uzatma Hattı, Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü” raporları alternatif olarak belirlenmiştir.

Dilsel değişkenler yardımıyla değerlendiriciler alternatifleri kriterler bakımından değerlendirmişlerdir. Bulanık karar matrisleri tek bir bulanık matris olacak şekilde birleştirilmiştir. Birleştirilmiş bulanık karar matrisi, bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemleriyle değerlendirilmiş ve her iki yöntemde aynı sıralama elde edilmiştir. Alternatifler bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemindeki adımlar izlenerek tercih edilme sıralamaları da elde edilmiştir.

Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri ile değerlendiriciler ‘Eskişehir-Afyon-Burdur-Antalya Hızlı Tren Projesi Fizibilite Etüdü’ projesini (Alternatif 2) seçmiştir. Sosyoekonomik değerlendirme (DK53), Sosyoekonomik durumu (DK12), Yol ağı (DK25), Mevcut ulaştırma sistemi (DK26), Tarihi ve doğal miras programı alanları (DK14), Trafik tahminleri (DK36), Proje amacının netliği (DK2) ve Hedeflerin sayısı/çeşitliliği (DK3) kriterlerinden yüksek değerlendirme almıştır. Tuzla Havaray Hattı, Ulaşım Etüdü & Mali ve Ekonomik Fizibilite Etüdü (Alternatif 4) ise tercih sırası bakımından sonuncu olmuştur. Sonuçlar incelendiğinde Alternatif 4’e ait kriter değerlendirmelerinde; Tarihi ve doğal miras programı alanları (DK36), Cinsiyete göre hareketlilik oranı (DK29), Projede görev alan personel sayısı (DK18) ve Sosyal tesisler (DK15) kriterlerinden düşük değerlendirme almıştır.

Bununla birlikte elde edilen sonuçların değerlendiricilerin görüşleri doğrultusunda bu çalışmaya özgü olduğu, kriterlerin ve kriterlerin önem ağırlıklarının başka bir değerlendirici komite tarafından değerlendirilmesi durumunda değişebileceği ve dolayısıyla farklı sonuçlar verebileceği unutulmamalıdır.

Fizibilite etüdü seçim problemine yönelik çözümlerden elde edilen sonuçların gözden geçirilmesi ve tutarlılığının kontrol edilebilmesi amacıyla duyarlılık analizleri yapılmıştır. Duyarlılık analizi için değerlendiricilerin değiştiği on dört farklı senaryo ele alınmıştır. Belirlenen on dört senaryoya göre her iki yöntem için problem çözümleri yeniden gerçekleştirilmiştir. İki yöntem için toplam 28 farklı durumda gerçekleştirilen çözümlerde diğer alternatif sıralamalarının değişmesine rağmen alternatif A2'nin toplamda yine en iyi alternatif olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitlere göre değerlendiricilerin kriterleri ve alternatifleri değerlendirmesinde tutarlı bir davranış sergilediğini ve dolayısıyla tutarlı sonuçlar elde edildiği söylenebilmektedir.

Bulanık ÇKKV yöntemleri, pratik olması, zaman ve maliyet avantajı sağlaması, şeffaf, güvenilir ve tatmin edici olması açısından literatürde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu amaçla bu çalışma, ileride değerlendirme sürecinde, değerlendirici sayısı artırılarak grup karar verme sürecine dönüştürülebilir. Alternatif sayısı artırılarak oluşacak değişmelerin duyarlılık analizi yapılarak sonuçları nasıl etkilediği gözlemlenebilir. Ayrıca bu model bilgisayar ortamında geliştirilen karar destek sistemi olarak kullanılabilir. Böylece kriterler üzerinde değişiklikler yapıldığında projeye ait sonuçların değişimi ve projenin başarına etkisinin incelenmesi sürecinin daha hızlı ve daha etkin olarak gerçekleştirilmesi sağlanabilmektedir.

Sonuç olarak fizibilite etüdü seçimi ulaştırma yatırımlarının yapılıp yapılmaması kararında önemli bir husustur. Alanlarında uzman kişilerle oluşturulacak değerlendirici kurullarla yatırımların yapılabilirlik durumları daha net ve etkin bir şekilde ortaya konulması ve başarılı projelerin hayata geçirilmesinde önemli bir katkısı olacağı düşünülmektedir. Çalışmanın bu farkındalığın oluşması açısından da alana katkı sağladığı söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Dey, P. K. (2001). Integrated approach to project feasibility analysis: A case study. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 19(3), 235–245.

2. Gümüşkaynak, S. H. (2004). *Fizibilite Raporlarının Hazırlanmasında Risk ve Belirsizlik Analizlerinin Kullanılması*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 3-10.

3. Atmaca, A. (2006). *Yatırım Projelerinin Yapılabilirlik Etüdü Değerlendirilmesi ve Uygulama*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 4-24.

4 Tangari, L., Ottomanelli, M., and Sassanelli, D. (2008). Multicriteria fuzzy methodology for feasibility study of transport projects case study of southeastern trans-european transport axes. *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, 2048, 26–34.

5. Vickerman, R. (2000). Evaluation methodologies for transport projects in the United Kingdom. *Transport Policy,* 7(1), 7–16.

6. Wey, W. M. and Wu, K. Y.(2007). Using ANP priorities with goal programming in resource allocation in transportation. *Mathematical and Computer Modelling,* 46(7–8), 985–1000.

7. Iniestra, J. G. and Gutiérrez, J. G. (2009). Multicriteria decisions on interdependent infrastructure transportation projects using an evolutionary-based framework. *Applied Soft Computing*, 9(2), 512–526.

8. London, M. and McNeil, S. (2017). Impact evaluation of different types of transportation projects using meta-analysis. *Transportation Research Procedia*, 25, 3922–3932.

9. Akdemir, F. (2019). *Raylı Ulaşım Fizibilitelerinde Yenİ Yaklaşımlar ve Konjoint Analizinin Erzincan Kentinde Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 23-53.

10. Lee, D. B.(2000). Methods for evaluation of transportation projects in the USA. *Transportation. Policy*, 7(1), 41–50.

11. Morisugi, H. (2000). Evaluation methodologies of transportation projects in Japan. *Transportation. Policy,* 7, 35–40.

12. Arga, K., Susetyo, B. and Syafwandi, S. (2020). Feasibility Study of a Railway Construction Project As Intermodal Transportation in Tanjung Perak Port. *Sinergi*, 25(1), 59.

13. Nassereddine, M. and Eskandari, H. (2017). An integrated MCDM approach to evaluate public transportation systems in Tehran. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 106, 427–439.

14. Iniestra , J. G. and Gutiérrez, J. G. (2006). A multi-objective evolutionary methodology for an interdependent transportation project selection problem. *Intelligent Systems Design and Applications*, 2, 1012–1017.

15. Erdoğan, Ç. (2011). *Kocaeli Hafif Raylı Taşıma Sistemi Fizibilite Raporu*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 145-170.

16. Güneş, A. K. (2020). *Malatya İli Trambüs Hatlarının Ekonomik Uygulanabilirlik ve Çevre Etki Analizi*,Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 21-30.

17. Ayan, Y. (2018). *Raylı Sistem Projelerinde Fizibilite Raporlarının Değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 17-46.

18. Murteza, M. (2010). *Raylı Sistem Yatırımları Fizibilite Etütleri ve Yapım Yöntemleri*, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitersi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 30-41.

19. Bacaksız, N. E. (2019). *Türkiye'de Kamu Ulaştırma Yatırımlarının Verimliliğini Etkileyen Faktörlerin Analizi*, Doktora Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 3-85.

20. Tekin, Ö. A. ve Ehtiyar, V. R. (2010). Yönetimde Karar Verme: Batı Antalya Bölgesindeki Beş Yıldızlı Otellerde Çalışan Farklı Departman Yöneticilerinin Karar Verme Stilleri Üzerine Bir Araştırma. *Journal of Yasar University*, 20(5), 3394-3414.

21. Eş, A. (2013). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Türkiye Ekonomisinde Yer Alan Sektörlerin Performanslarının Karşılaştırması*, Doktora tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, 3-15.

22. Öz, A. H. (2007). *Yük helikopteri seçiminde bulanık çok amaçlı karar verme modeli*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 34-55.

23. Tosun, K. (1992). *İşletme Yönetimi*. Ankara. Savaş Yayınları, 444-460.

24. Koçel, T. (2010). *İşletme Yöneticiliği*. İstanbul. Beta Yayınları, 131-171.

25. Lu, J.; Zhang, G.; Ruan, D. and Wu, F. (2007). *Multi-Objective Group Decision Making: Methods, Software and Applications with Fuzzy Set Techniques*. London, United Kingdom: Imperial College Press, 189-206.

26. Ünnü, N. A. A. (2014). Rasyonel Perspektit Işığında Karar Verme Eylemi: Nitel Bir Analiz. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 24, 91–116.

27. Karakış, E. (2016). *Bankalarin Tcari Kredi Verme Davranişlarinin Bulanik Mantik Topsis ve Bulanik Analitik Hiyerarşi Süreci ile İncelenmesi*, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 13-39.

28. Bilgiç, Ş. (2007). *Türkiye'de Ulaştırma Yatırımlarının Değerlendirilmesinde Karar Sürecinin Önemi*. 7. Ulaştırma Kongresi, 222, 117–126, İstanbul.

29. Göksu, A. ve Güngör, İ. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimleri. Fakültesi Dergisi*, 3(13), 2–3.

30. Yel, İ. (2009). *Lojistik Sektöründe Bulanık Mantık Karar Sürecinin Uygulanması*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 36-56.

31. Özgür, Ç. (2017). *Kümeleme Analizi ile Bütünleşik Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR Yöntemlerine Dayanarak Hastane Kuruluş Yer Seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 30-42.

32. Şen, Z. (2001). *Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri*. İstanbul. Bilge Kültür Sanat Yayınevi, 17-18.

33. Zadeh, L. A. (1989). Knowledge Representation in Fuzzy Logic. *The Springer International Series in Engineering and Computer Science*, 1(1), 89.

34. Elmas, Ç. (2003). *Bulanık Mantık Denetleyiciler–Kuram, Uygulama, Sinirsel Bulanık Mantık*. Ankara. Seçkin Yayıncılık, 35-40, 85-95

35. Jang, J. S. R. and Gulley, N. (1995). *Fuzzy Logic Toolbox*. The Mathworks Inc, 19.

36. Teng, J. Y. and Tzeng, G. H. (1998). Transportation investment project selection using fuzzy multiobjective programming. *Fuzzy Sets and Systems*, 96(3), 259–280.

37. Avineri, E., Prashker, J. and Ceder, A. (2000). Transportation projects selection process using fuzzy sets theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 116(1), 35–47.

38. Dimova, L., Sevastianov, P. and Sevastianov, D. (2006). MCDM in a fuzzy setting: Investment projects assessment application, *International Journal of Production Economics*, 100(1), 10–29.

39. Özkir, V. and Demirel, T. (2012). A fuzzy assessment framework to select among transportation investment projects in Turkey. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 74–80.

40. Yıldırım B. H ve Önder E. (2014) *Operasyonel, Yönetsel, ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli karar verme Yöntemleri*. İstanbul. Dora Basım Yayın Dağıtım, 229-240.

41. Soner, S. ve Önüt,. S. (2006). Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi: Bir Electre Ahp Uygulaması. *Journal of Engineering and Natural Sciences Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 110–120.

42. Aytaç, M. ve Gürsakal, N. (2015). *Karar Verme*. Bursa. Dora Yayıncılık, 117-125.

43. Paksoy, S. (2017). *Çok Kriterli Karar Vermede Güncel Yaklaşımlar*. Adana. Karahan Kitabevi, 80-110.

44. Karaatlı, M., Ömürbek, N., Budak, İ. ve Dağ, O. (2015). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yaşanabilir İllerin Sıralanması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 33, 215–228.

45. Taha, H. A. (2000). *Yöneylem Araştırması*. İstanbul. Literatür Yayıncılık, 43-45.

46. Belton, V. and Stewart, T. (2002). *Multiple Criteria Decision Analysis: An İntegrated Approach*. London. Springer Science and Business Media, 261-292.

47. Mateus, R., Ferreira, J. A. and Carreira, J. (2008). Multicriteria decision analysis (MCDA):Central Porto high-speed railway station. *European Journal of Operational Research*, 187(1), 1–18.

48. Leake, C. and Malczewski, J. (2000). GIS and Multicriteria Decision Analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 51(2), 247.

49. Bit, A. K., Biswal, M. P. and Alam, S. S. (1992). Fuzzy programming approach to multicriteria decision making transportation problem. *Fuzzy Sets and Systems,* 50(2), 135–141.

50. Yücel, N. and Tasąbat, S. E. (2019). The Selection of Railway System Projects with Multi Creteria Decision Making Methods: A Case Study for Istanbul, *Procedia Computer Science*,158, 82–393.

51. Caliskan, N. (2006). A Decision Support Approach for the Evaluation of Transport Investment Alternatives, *European Journal of Operational Research*, 175(3), 1696 – 1704.

52. Ferrari, P. (2003). A method for choosing from among alternative transportation projects, *European Journal of Operational Research*, 150(1), 194–203.

53. Mishra, S., Khasnabis, S. and Swain, S. (2013). Multi-entity perspective transportation infrastructure investment decision making. *Transport Policy*, 30(1), 1–12.

54. Zak, J. and Kruszyński, M. (2015). Application of AHP and ELECTRE III/IV methods to multiple level, multiple criteria evaluation of urban transportation projects. *Transportation Research Procedia*, 10, 820–830.

55. Hamurcu, M. and Eren, T. (2017). Selection of monorail technology by using multicriteria decision making. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 8(2), 303-314.

56. Mohajeri, N. and Amin, G. R. (2010). Railway station site selection using analytical hierarchy process and data envelopment analysis. *Computers & Industrial Engineering*, 59(1), 107-114.

57. Çevik, E. ve Gökşen, Y. (2016). Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde AHP-VIKOR Entegrasyonu ile Bir KDS Önerisi. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 219.

58. Öncel, A. G. (2003) *İstanbuldeki Trafik probleminin çözümü için en uygun ulaşım alternatifinin seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Galatasaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 16-40.

59. C. Kırlangıçoğlu, C. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Kent İçi Raylı Sistem Koridor Planlaması. *Coğrafya Dergisi*, 53(33), 71.

60. Banai, R. (2006). Public Transportation Decision-Making: A Case Analysis of the Memphis Light Rail Corridor and Route Selection with Analytic Hierarchy Process. *Journal of Public Transportation*, 9(2), 1-24.

61. Farkas, A. (2009). *Route/Site Selection of Urban Transportation Facilities: An Integrated GIS/MCDM Approach*. Proceedings-7th International Conference on Management, Enterprise and Benchmarking, 169-184, Budapeşte, Macaristan.

62. Kiliç, M. and Kaya, I. (2015). Investment project evaluation by a decision making methodology based on type-2 fuzzy sets. *Applied Soft Computing*, 27, 399–410.

63. Yücel, N. (2019). *İstanbul'da Yapılması Planlanan Raylı Sistem Projelerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 21-36.

64. Nguyen, A. T., Nguyen, L. D., Le-Hoai L. and Dang, C. N. (2015). Quantifying the complexity of transportation projects using the fuzzy analytic hierarchy process. *International Journal of Project Management*, 33(6), 1364–1376.

65. Wee, B. (2012). How suitable is CBA for the ex-ante evaluation of transport projects and policies? A discussion from the perspective of ethics. *Transport Policy*, 19, 1-7.

66. Bilgiç, Ş. and Evren, G. (2002). A suggestion for evaluation of transportation investments in Turkey. *İstanbul Teknik Üniversitesi Dergisi*, 1(2), 88–98.

67. Thomopoulos, N., Grant-Muller, S. and Tight, M. R. (2009). Incorporating equity considerations in transport infrastructure evaluation: Current practice and a proposed methodology. *Eval Program Plann*, 32(4), 351-9.

68. Macharis, C., Witte, A. D. and Turcksin, L. (2010). The Multi-Actor Multi-Criteria Analysis (MAMCA) application in the Flemish long-term decision making process on mobility and logistics. *Transport Policy,* 17(5), 303-311

69. Barfod, M. B., Salling, K. B., and Leleur, S. (2011). Composite decision support by combining cost-benefit and multi-criteria decision. *Decision Support Systems*, 51(1), 167-175.

70. Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega Elsevier*, 53, 49–57.

71. Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model. *Omega Elsevier,* 64, 126–130.

72. Öztürk, B. A. ve Başkaya, Z. (2011). Bulanık TOPSIS Algoritmasında Üçgen Bulanık Sayılar ile Satış Elemanlarının Değerlendirilmesi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 9(16), 11-21.

73. Wang, Y. M. and Elhag, T. M. S. (2006). Fuzzy TOPSIS Method Based on Alpha Level Sets with An Application to Bridge Risk Assessment. *Expert Systems with Applications,* 31(2), 309-319.

74. Dündar, Ş., Ecer, S. ve Özdemir, F. (2007). Fuzzy TOPSIS Yöntemi ile Sanal Mağazaların Web Sitelerinin Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi,* 21(1), 287–305.

75. Deveci, M. ve Yavuz, S. (2014). Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR Yöntemleriyle Alışveriş Merkezi Kuruluş Yeri Seçimi ve Bir Uygulama. *Ege Akademik Bakis (Ege Academic Review)*, 14(3), 463-463.

76. Hsieh, T. Y., Lu, S. T. and Tzeng, G. H. (2004). Fuzzy MCDM Approach for Planning and Design Tenders Selection in Public Office Buildings. *International Journal of Project Management*, 22(7), 573–584.

77. Şahin, A. (2017). *Bulanık Ortamda AHP ve TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Kullanılarak Robot Seçimi*, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 109-131.

78. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı. (2019). 2020-2*022 Dönemi Yatırım Programı Hazırlama Rehberi.* Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı, 13-14.

79. World Bank. (2010). *Cost Benefit Analysis in World Bank Projects*. Washington D.C. The World Bank Group, 19-23.

80. European Investment Bank. (2013). *The Economic Appraisal of Investment Projects*. Luxembourg, European Investment Bank Press, 79-82.

EKLER

EK-1. Önerilen Fizibilite Etüdü Kapsamı

1.1. Fizibilite Etütlerinin Gerekli Olduğu Durumlar

Fizibilite etütleri yatırımlar yapılmadan önce karar verme için kullanılırken, bankalar ve mali destek sağlayan çeşitli kurum ve kuruluşlar ise bu proje öncesi kredi sağlama konusunda fizibilite etütlerine ihtiyaç duymaktadır.

10 Ekim 2019 tarihinde yayınlanan 30914 sayılı resmî gazetede, Kalkınma Bakanlığı'nın 2020-2022 Dönemi Yatırım Programı Hazırlıkları konulu genelgesinde bu dönem içerisinde hangi yatırımların öncelikli olduğuna yer verilmiştir. Genelgede fizibilite etütlerinin hangi durumlarda gerekli olduğu belirtilmiştir. Genelgeye göre, yatırım maliyeti 10 milyon TL ve üzerinde olan yeni projeler için, genelgede verilmiş olan şablona uygun olarak, projenin teknik, ekonomik ve sosyal yapılabilirliğinin ve maliyet etkinlik analizinin ayrıntılı olarak oluşturularak yapılabilirlik etüdü hazırlama zorunluluğu getirilmiştir. Fizibilite etüdü hazırlanmayan yeni yatırım projelerinin yatırım programında olmayacağı net bir şekilde belirtilmiştir. 10 milyon TL altında proje maliyetine sahip yatırım projeleri ise fizibilite etüdü yerine geçen Proje Teklif Forumu'nu hazırlaması belirtilmiştir. Fizibilite etütlerinin, projenin yapılmaya başlanılacağı düşünülen yatırım döneminden 6 ay öncesinde bakanlığa ulaştırılması gerekliliği genelgede belirtilmiştir [78].

Hazırlanan fizibilite etütleri, ilgili bakanların yer aldığı Yüksek Planlama Kurulu tarafından incelenmektedir. Bu kurulun amacı ve görevi teknik, ekonomik, sosyal, kültürel hedeflerin ve politikaların belirlenmesi ve ilgili yatırım projelerine ait fizibilite etütleri incelendikten sonra kabul edilmesini sağlamaktır.

Dünya bankası, gelişmekte olan ülkelere düşük faizli, faizsiz kredi veya hibe sağlamadan önce yapılması düşünülen yatırım projeleri için detaylı fizibilite etütleri istemektedir. Dünya bankasının 2010 yılında yayınladığı fayda maliyet analizi rehberine göre hazırlanan fizibilite etüdünün, projenin yapılması durumunda elde edilecek faydalarının, maliyetinden fazla olması gerektiğini ispat etmesi gerekliliğini vurgulamaktadır [79].

EK-1. (devam) Önerilen Fizibilite Etüdü Kapsamı

Avrupa Yatırım Bankası da yayınladığı Yatırım Projelerinin Ekonomik Değerlendirmesi rehberinde, Avrupa Birliği ülkelerinin fizibilite etütlerini hazırlamalarında, her sektör için ayrı fizibilite etütleri hazırlama hususları detaylı bir şekilde belirtilmektedir [80].

1.2. Fizibilite Etütleri için Gerekli Bilgi Kaynakları

Fizibilite etütlerine ait yapılacak çalışmalarda hangi bilgiye nasıl ulaşılacağının bilinmesi gerekmektedir. Bilgiye ulaşma şekli, bilginin kalitesini de belirlemektedir.

1. Araştırma

Araştırma, toplanan bilgileri düzenlemek, analiz ve incelemelerde bulunmak, yorumlamak, değerlendirmek ve anlamlı bilgilerden oluşan bir bütün haline getirebilmek için yapılan çalışmaların tümüdür. Araştırmanın amacı veri toplayarak oluşabilecek problemlere güvenilir çözümler üretebilmektir. Veri toplama beş farklı yöntemle yapılmaktadır.

i. Görüşme
ii. Anket
iii. Örnekleme
iv. Gözlem
v. Belgelerin derlenmesi

Yapılan görüşmelerden elde edilen veriler proje için yapılacak araştırma çalışmalarında ve yapılabilirlik etütleri için yapılacak çalışmalarda gerekli olmaktadır. Yapılan görüşmeler yüz yüze yapıldığında proje konusunun önemi en iyi şekilde anlatılma imkânı oluşmaktadır. Bu sayede bilgiler açık ve net bir şekilde elde edilmesi sağlanmaktadır. Yüz yüze yapılan görüşmelerde başarılı olabilmek için, görüşülecek kişi ya da kişilerle önceden görüşme için uygun vakit talep etmek, görüşme öncesi proje konusunu ön bilgi şekilde paylaşmak ve görüşme için nitelikli bir hazırlıkla gitmek gerekmektedir.

EK-1. (devam) Önerilen Fizibilite Etüdü Kapsamı

İkinci bilgi alma yöntemi yapılacak anketlerle sağlanabilmektedir. Anket bilgisine başvurulacak kişilerin sorulara etkin cevaplar verebileceği şekilde hazırlanan sorulardan oluşan bir gözlemdir. Bahsi geçen sorular yüz yüze teslim şeklinde anketörler yardımıyla ya da posta / e-posta yoluyla bilgisine başvurulacak kişilere ulaştırılmaktadır.

Anket sorularının hazırlanması önemli bir çalışmadır. Soruların kapsamı iyi belirlendikten sonra hazırlanmaya başlanmalıdır. Anket soruları ile elde edilen bilgilerin doğru ve anlaşılır olması için sorulacak soruların net ve anlaşılır olması gerekmektedir. Soru sayısı, soruların oluşturulma biçimleri, bilgisine başvurulacak kişilere yapılan anketin başarısını direkt olarak etkileyen hususlardır. Sorulacak her soru konu ile doğrudan ilgili olmalıdır. Birbirine benzer soruların olması durumunda gruplandırılmalı ve konu dışında kalan sorulara yer verilmemelidir.

Araştırma çalışmaları sırasında ilgili hedef grubun her birine ulaşmak her zaman mümkün olmamaktadır. Böyle durumlarda örnekleme yapılmaktadır. Hedef grubun tamamı yerine bu grubu temsil edebilecek bir kısmı dikkate alınmaktadır.

Yapılacak araştırmalarda tarafsız olmak gerekmektedir. Yatırımların yapılıp yapılmayacağı konusunda karar verilmesi için yapılan araştırmaların ana amacı analiz yapmaktır. Yatırımın karlılığını belirtmek için araştırma yapılmaz aksine karar vermeyi analiz yapmak için yapılmaktadır. Araştırma ile elde edilen bilgiler karşılaştırma yapılarak doğrulukları değerlendirilmelidir.

2. Bilgi

Bir yatırım projesi için gerekli bilgileri elde ettiğimiz kaynaklar bakımından iki sınıfa ayrılmaktadır. Yararlanılabilecek ilk kaynak yerinden bilgi elde edilen bilgi kaynağıdır. Direkt çalışma alanında elde edilmektedir. Örneğin, yatırım yeri için ilgili kurumların tapu idaresinden, kredi koşulları hakkında bilgi almak için ilgili kurum ya da kuruluşlarla görüşmeler yapılarak elde edilir. Diğer kaynak ise yerinden elde edilemeyen bilgiler için ikincil kaynaklara başvurma şeklinde yapılmaktadır. Devlet Planlama Teşkilatı ve Hazine Müsteşarlığı gibi resmi kurum ve kuruluşların alınan raporlar ikincil kaynaklardır.

EK-1. (devam) Önerilen Fizibilite Etüdü Kapsamı

3. Varsayımlar

Edinilmek istenen bilgilere bazen ulaşılmakta zorluk yaşanabilmektedir. Örneğin gelecekte oluşacak durumlara ait bilgilere ulaşmak, doğrudan net tahminlerde bulunmak kolay olmamaktadır. Böyle durumlarda varsayımlarda bulunulması gerekmektedir. Varsayımlar gerçekleşme ihtimallerine göre yatırım projelerini etkileyeceklerinden projeler için risk unsurlarıdır. Bazen projeler için hayati öneme sahip olabilmektedirler. Bu amaçla varsayımların iyi analiz edilmeleri gerekmektedir.

1.3. Fizibilite Etütlerinin Hazırlanma Süreci

Fizibilite etütlerine ait çalışmalara başlamadan önce genel olarak öncelikle aşağıdaki sorulara cevap aranmaktadır:

-Yatırım projesine neden ihtiyaç duyulmaktadır?
-Yatırım projesi hangi amaca hizmet etmesi için önerilmektedir?
-Yatırım projesi için hazırlanan fizibilite raporu kim için hazırlanmaktadır?
-Fizibilite raporunu kim (hangi kurum ya da kuruluş) hazırlayacaktır?
-Fizibilite raporunun kapsamı nasıl olacaktır?
-Fizibilite raporun hazırlanabilmesi için ayrılan finansman ne kadardır?
-Fizibilite raporunun hazırlanabilmesine ait verilen süre ne kadardır?
-Fizibilite raporunda yer verilen öneriler hangi konuları içermektedir?
-Yatırım projesi kim (hangi kurum ya da kuruluş) tarafından ve hangi yöntemle uygulanacaktır?

Bir yatırım projesi fikrinin oluşmasıyla bahsi geçen fikrin bir yatırım projesi teklifi olarak önerilmesi arasındaki süreçte temel olarak üç ayrı aşamadan oluşan çalışmalar olması gerekmektedir. Bu aşamalar:

EK-1. (devam) Önerilen Fizibilite Etüdü Kapsamı

Teknik Çalışmalar Aşaması

Teknik çalışmalar mühendislik çalışmalarının yer aldığı aşamadır. Genel olarak, projenin teknik işlem adımlarının sürece bağlı olarak oluşacak girdi çıktıları ele alınmaktadır. Bahsi geçen süreçte yapılacak çalışmalar konu ile ilgili çalışan mühendislik ekibi tarafından yürütülmektedir.

Mali Planlama Aşaması

Yatırım projelerine ait çalışmalarda, maliyet, risk ve belirsizlik gibi hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Mali açıdan projeye ait girdi maliyetleri ve proje çıktısı olarak elde edilen hizmetlerin hesaplanmasını ekonomistler gibi ilgili alanda uzmanlar tarafından yapılmaktadır. Projeye ait maliyet ve gelir hesaplanmaları ile risk ve belirsizlik durumlarına ait çalışmaların da yapılması gerekmektedir.

Yatırım Kararı Aşaması

Bu aşamasında yatırımcı gerek teknik çalışmaların gerekse bir önceki aşamada hesaplanan maliyet, risk ve belirsizliklerin hesaplanmasıyla elde edilen sonuçlarla bir den fazla alternatif proje önerileri varsa onların arasından yapılabilir olanı seçme kararının verildiği aşamadır. Önerilen projeler birden fazla olduğu gibi tek bir yatırım teklifi de olabilmektedir. Bu durumda önerilen tek yatırım teklifinin yapılıp yapılmama kararı için değerlendirilmeler yapılmaktadır.

1.4. Fizibilite Etüdünde Yer Alması Gereken Bölümler

Bir fizibilite etüdünde yer alması gereken bölümleri belirlemek amacıyla, öncelikle ulusal ve uluslararası birçok kaynaktan yararlanılarak bir fizibilite raporunda içerik anlamında neler olması gerektiğini, bu konuda ulusal ve uluslararası normların format ve içerik incelenerek, kullanılan verilerin ve bu verilerin işlenme süreçlerinin hangi yöntem ve matematiksel denklemler ile yapılması gerektiği, sonuçların nasıl yorumlanacağına dair bir araştırma yapılmasının ardından bir çerçeve oluşturulmuştur (Çizelge 1.1).

EK-1. (devam) Önerilen Fizibilite Etüdü Kapsamı

Çizelge 1.1. Fizibilite etüdünde yer alması gereken bölümler

1. Teknik Fizibilite Etüdü	1.1. Projenin Amacı
	1.2. Projenin Hedefleri
	1.3. Paydaşların Yönetimi
	1.4. Danışmalık
	1.5. Çalışma Süresi
	1.6. Çalışma Alanı
	1.7. Nüfus ve İstihdam
	1.8. Çevresel Faktörler
2. Organizasyon Yönünden Fizibilite Etüdü	2.1. İdari Yapı
	2.2. Planlama ve Programlama
3. Bilgi Yönünden Fizibilite Etüdü	3.1. Bilgi Edinimi
	3.2. Hane Halkı Ulaşım Anketleri
4. Ulaştırma Yönünden Fizibilite Etüdü	4.1. Ulaşım Ağı
	4.2. Yolculuk Özellikleri
	4.3. Hareketlilik Oranı
	4.4.Yolculuk Süresi Özellikleri
	4.5. Yolculuk Üretimi ve Çekimi
	4.6. Yolculuk Dağılımı
5. Ulaşım Talepleri Yönünden Fizibilite Etüdü	5.1. Ulaşım Talep Tahmini
	5.2.Yolculuk Talep Tahmin Modeli
	5.3. Trafik Analizleri
	5.4. Gelecekteki Yolculuk Talepleri
	5.5. Hedef Yılı Projeksiyonları ve Sorunların Belirlenmesi
	5.6. Alternatiflerin Oluşturulması
6. Ekonomik Yönden Fizibilite Etüdü	6.1. Yöntem
	6.2. Ekonomik Analiz
	6.3. Yapım Maliyetleri
	6.4. Araç Maliyetleri
	6.5. İşletme ve Bakım Maliyetleri
	6.6. Ekonomik Analizin Ölçülebilen Yararları
	6.7 Ekonomik Analizin Ölçülemeyen Yararları
	6.8. Ekonomik Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

EK-1. (devam) Önerilen Fizibilite Etüdü Kapsamı

Çizelge 1.1. Fizibilite etüdünde yer alması gereken bölümler (devam)

7. Mali Fizibilite Etüdü	7.1. Yöntem
	7.2. Mali Analiz
	7.3. Yatırım Gelirleri
	7.4. Yatırım Giderleri
	7.5. Projenin Finansman ve Kredi Koşulları
	7.6. Mali Değerlendirme Sonuçları
8. Duyarlılık Analizi	8.1. Ekonomik Analiz
	8.2. Mali Analiz
9. Sosyal Yönden Fizibilite Etüdü	9.1. Sosyal Politika Yönünden Yapılabilirlik
	9.2. Kültürel Yönden Yapılabilirlik
	9.3. Politik Çevre
	9.4. Sosyal Faktörler
10. Teknolojik Yönden Fizibilite Etüdü	10.1. Mevcut Teknoloji
	10.2. Yeni Teknoloji
11. Projenin Sürdürülebilirliği	11.1. Ekonomik Sürdürülebilirlik
	11.2. Mali Sürdürülebilirlik
	11.3 Sosyal Sürdürülebilirlik
	11.4. Kurumsal ve Yönetimsel Sürdürülebilirlik
	11.5. Çevre ve Sosyokültürel Sürdürülebilirlik
12. Proje Başarısı	12.1 Proje Beklentisi
	12.2 Projenin Performansı
13. Sonuçlar	

EK-2. Kriterlerin değerlendirilmesi için değerlendiricilere uygulanan anket

Çizelge 2.1. Değerlendiricilere uygulanan anket

Değerlendirici * Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K*	En az önemli kriter: K*					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K*	K*	K*	K*	K*	K*
En önemli kriterin (K*) diğer kriterlere göre tercih oranı						
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K*	K*	K*	K*	K*	K*
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K*) göre tercih oranı						

EK-3. Değerlendiricilerin alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Çizelge 3.1. Değerlendiricilerin Teknik Yönden Yapılabilirlik Faktörlerine (K1) bağlı alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 1'in Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K11	En az önemli kriter: K16					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K11	K12	K13	K14	K15	K16
En önemli kriterin (K11) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	2	8	3	4	9
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K11	K12	K13	K14	K15	K16
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K16) göre tercih oranı	2	3	6	4	5	1
Değerlendirici 2'nin Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K14	En az önemli kriter: K13					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K11	K12	K13	K14	K15	K16
En önemli kriterin (K14) diğer kriterlere göre tercih oranı	7	7	9	1	4	2
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K11	K12	K13	K14	K15	K16
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K13) göre tercih oranı	1	1	1	9	6	9
Değerlendirici 3'ün Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K16	En az önemli kriter: K13					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K11	K12	K13	K14	K15	K16
En önemli kriterin (K16) diğer kriterlere göre tercih oranı	2	3	8	4	6	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K11	K12	K13	K14	K15	K16
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K13) göre tercih oranı	5	6	1	7	8	9
Değerlendirici 4'ün Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K12	En az önemli kriter: K15					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K11	K12	K13	K14	K15	K16
En önemli kriterin (K12) diğer kriterlere göre tercih oranı	7	1	6	8	3	5
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K11	K12	K13	K14	K15	K16
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K15) göre tercih oranı	6	5	8	7	1	4

EK-3. (devam) Değerlendiricilerin alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Çizelge 3.2. Değerlendiricilerin Organizasyon Yönünden Yapılabilirlik Faktörlerine (K2) bağlı alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 1'in Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K22	En az önemli kriter: K21	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K21	K22
En önemli kriterin (K22) diğer kriterlere göre tercih oranı	5	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K21	K22
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K21) göre tercih oranı	1	5
Değerlendirici 2'nin Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K22	En az önemli kriter: K21	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K21	K22
En önemli kriterin (K22) diğer kriterlere göre tercih oranı	5	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K21	K22
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K21) göre tercih oranı	1	6
Değerlendirici 3'ün Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K22	En az önemli kriter: K21	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K21	K22
En önemli kriterin (K22) diğer kriterlere göre tercih oranı	3	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K21	K22
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K21) göre tercih oranı	1	3
Değerlendirici 4'ün Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K22	En az önemli kriter: K21	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K21	K22
En önemli kriterin (K22) diğer kriterlere göre tercih oranı	7	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K21	K22
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K21) göre tercih oranı	1	8

EK-3. (devam) Değerlendiricilerin alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Çizelge 3.3. Değerlendiricilerin Bilgi Yönünden Yapılabilirlik Faktörlerine (K3) bağlı alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 1'in Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K31	En az önemli kriter: K32	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K31	K32
En önemli kriterin (K31) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	2
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K31	K32
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K32) göre tercih oranı	2	1
Değerlendirici 2'nin Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K31	En az önemli kriter: K32	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K31	K32
En önemli kriterin (K31) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	5
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K31	K32
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K32) göre tercih oranı	5	1
Değerlendirici 3'ün Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K32	En az önemli kriter: K31	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K31	K32
En önemli kriterin (K32) diğer kriterlere göre tercih oranı	7	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K31	K32
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K31) göre tercih oranı	1	7
Değerlendirici 4'ün Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K32	En az önemli kriter: K31	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K31	K32
En önemli kriterin (K32) diğer kriterlere göre tercih oranı	6	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K31	K32
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K31) göre tercih oranı	1	8

EK-3. (devam) Değerlendiricilerin alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Çizelge 3.4. Değerlendiricilerin Ulaştırma Yönünden Yapılabilirlik Faktörlerine (K4) bağlı alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 1'in Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K44	En az önemli kriter: K43					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K41	K42	K43	K44	K45	K46
En önemli kriterin (K44) diğer kriterlere göre tercih oranı	4	3	6	1	5	2
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K41	K42	K43	K44	K45	K46
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K43) göre tercih oranı	5	3	1	2	6	3
Değerlendirici 2'nin Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K41	En az önemli kriter: K44					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K41	K42	K43	K44	K45	K46
En önemli kriterin (K41) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	7	6	8	5	7
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K41	K42	K43	K44	K45	K46
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K44) göre tercih oranı	9	3	7	1	3	3
Değerlendirici 3'ün Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K46	En az önemli kriter: K41					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K41	K42	K43	K44	K45	K46
En önemli kriterin (K46) diğer kriterlere göre tercih oranı	4	3	3	7	2	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K41	K42	K43	K44	K45	K46
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K41) göre tercih oranı	1	6	3	2	4	5
Değerlendirici 4'ün Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K41	En az önemli kriter: K44					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K41	K42	K43	K44	K45	K46
En önemli kriterin (K41) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	5	6	3	8	7
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K41	K42	K43	K44	K45	K46
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K44) göre tercih oranı	7	5	4	1	8	6

EK-3. (devam) Değerlendiricilerin alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Çizelge 3.5. Değerlendiricilerin Ulaşım Talepleri Yönünden Yapılabilirlik Faktörlerine (K5) bağlı alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 1'in Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K51	En az önemli kriter: K52					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K51	K52	K53	K54	K55	K56
En önemli kriterin (K51) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	8	7	6	2	3
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K51	K52	K53	K54	K55	K56
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K52) göre tercih oranı	2	1	6	5	3	4
Değerlendirici 2'nin Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K51	En az önemli kriter: K54					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K51	K52	K53	K54	K55	K56
En önemli kriterin (K51) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	1	2	1	3	2
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K51	K52	K53	K54	K55	K56
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K54) göre tercih oranı	4	4	3	1	3	3
Değerlendirici 3'ün Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K54	En az önemli kriter: K52					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K51	K52	K53	K54	K55	K56
En önemli kriterin (K54) diğer kriterlere göre tercih oranı	2	4	3	1	6	3
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K51	K52	K53	K54	K55	K56
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K52) göre tercih oranı	4	1	3	5	2	6
Değerlendirici 4'ün Değerlendirmeleri						
En önemli kriter: K51	En az önemli kriter: K54					
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)						
	K51	K52	K53	K54	K55	K56
En önemli kriterin (K51) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	9	7	4	8	6
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)						
	K51	K52	K53	K54	K55	K56
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K54) göre tercih oranı	9	8	6	1	7	5

EK-3. (devam) Değerlendiricilerin alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Çizelge 3.6. Değerlendiricilerin Ekonomik Yönden Yapılabilirlik Faktörlerine (K6) bağlı alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 1'in Değerlendirmeleri					
En önemli kriter: K64	En az önemli kriter: K62				
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)					
	K61	K62	K63	K64	K65
En önemli kriterin (K64) diğer kriterlere göre tercih oranı	3	7	4	1	2
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)					
	K61	K62	K63	K64	K65
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K62) göre tercih oranı	1	5	4	2	3
Değerlendirici 2'nin Değerlendirmeleri					
En önemli kriter: K64	En az önemli kriter: K62				
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)					
	K61	K62	K63	K64	K65
En önemli kriterin (K64) diğer kriterlere göre tercih oranı	2	5	4	1	2
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)					
	K61	K62	K63	K64	K65
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K62) göre tercih oranı	6	1	5	9	6
Değerlendirici 3'ün Değerlendirmeleri					
En önemli kriter: K61	En az önemli kriter: K65				
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)					
	K61	K62	K63	K64	K65
En önemli kriterin (K61) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	2	3	4	5
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)					
	K61	K62	K63	K64	K65
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K65) göre tercih oranı	5	4	3	2	1
Değerlendirici 4'ün Değerlendirmeleri					
En önemli kriter: K61	En az önemli kriter: K62				
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)					
	K61	K62	K63	K64	K65
En önemli kriterin (K61) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	3	8	7	5
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)					
	K61	K62	K63	K64	K65
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K62) göre tercih oranı	9	1	7	6	5

EK-3. (devam) Değerlendiricilerin alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Çizelge 3.7. Değerlendiricilerin Mali Yönden Yapılabilirlik Faktörlerine (K7) bağlı alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 1'in Değerlendirmeleri			
En önemli kriter: K73	En az önemli kriter: K72		
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)			
	K71	K72	K73
En önemli kriterin (K73) diğer kriterlere göre tercih oranı	2	3	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)			
	K71	K72	K73
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K72) göre tercih oranı	3	1	2
Değerlendirici 2'nin Değerlendirmeleri			
En önemli kriter: K73	En az önemli kriter: K72		
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)			
	K71	K72	K73
En önemli kriterin (K73) diğer kriterlere göre tercih oranı	2	2	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)			
	K71	K72	K73
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K72) göre tercih oranı	2	1	2
Değerlendirici 3'ün Değerlendirmeleri			
En önemli kriter: K73	En az önemli kriter: K72		
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)			
	K71	K72	K73
En önemli kriterin (K73) diğer kriterlere göre tercih oranı	2	3	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)			
	K71	K72	K73
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K72) göre tercih oranı	2	1	3
Değerlendirici 4'ün Değerlendirmeleri			
En önemli kriter: K71	En az önemli kriter: K73		
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)			
	K71	K72	K73
En önemli kriterin (K71) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	7	5
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)			
	K71	K72	K73
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K73) göre tercih oranı	8	6	1

EK-3. (devam) Değerlendiricilerin alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Çizelge 3.8. Değerlendiricilerin Sosyal Yönden Yapılabilirlik Faktörlerine (K8) bağlı alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 1'in Değerlendirmeleri				
En önemli kriter: K82	En az önemli kriter: K83			
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)				
	K81	K82	K83	K84
En önemli kriterin (K82) diğer kriterlere göre tercih oranı	2	1	4	3
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)				
	K81	K82	K83	K84
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K83) göre tercih oranı	3	2	1	4
Değerlendirici 2'nin Değerlendirmeleri				
En önemli kriter: K81	En az önemli kriter: K83			
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)				
	K81	K82	K83	K84
En önemli kriterin (K81) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	6	9	7
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)				
	K81	K82	K83	K84
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K83) göre tercih oranı	8	5	1	3
Değerlendirici 3'ün Değerlendirmeleri				
En önemli kriter: K84	En az önemli kriter: K83			
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)				
	K81	K82	K83	K84
En önemli kriterin (K84) diğer kriterlere göre tercih oranı	2	3	4	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)				
	K81	K82	K83	K84
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K83) göre tercih oranı	2	3	1	4
Değerlendirici 4'ün Değerlendirmeleri				
En önemli kriter: K84	En az önemli kriter: K83			
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)				
	K81	K82	K83	K84
En önemli kriterin (K84) diğer kriterlere göre tercih oranı	5	7	3	1
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)				
	K81	K82	K83	K84
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K83) göre tercih oranı	6	5	1	8

EK-3. (devam) Değerlendiricilerin alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Çizelge 3.9. Değerlendiricilerin Teknolojik Yönden Yapılabilirlik Faktörlerine (K9) bağlı alt kriterlere ait değerlendirmeleri

Değerlendirici 1'in Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K91	En az önemli kriter: K92	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K91	K92
En önemli kriterin (K91) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	3
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K91	K92
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K92) göre tercih oranı	2	1
Değerlendirici 2'nin Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K91	En az önemli kriter: K92	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K91	K92
En önemli kriterin (K91) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	7
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K91	K92
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K92) göre tercih oranı	6	1
Değerlendirici 3'ün Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K91	En az önemli kriter: K92	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K91	K92
En önemli kriterin (K91) diğer kriterlere göre tercih oranı	1	3
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K91	K92
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K92) göre tercih oranı	3	1
Değerlendirici 4'ün Değerlendirmeleri		
En önemli kriter: K92	En az önemli kriter: K91	
En önemli kriterin diğer kriterlere göre ikili karşılaştırma vektörü (ABvektörü)		
	K91	K92
En önemli kriterin (K92) diğer kriterlere göre tercih oranı	6	3
Diğer kriterlerin en az önemli kritere göre ikili karşılaştırma vektörü (AWvektörü)		
	K91	K92
Diğer kriterlerin en az önemli kritere (K91) göre tercih oranı	1	8

EK-4. Değerlendiricilere uygulanan anket

Çizelge 4.1. Alternatiflerin değerlendirilmesi için değerlendiricilere uygulanan anket

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	ALTERNATİFLER (PROJELER)				
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4	Alternatif 5
Proje amacının tanım derecesi					
Proje amacının netliği					
Hedeflerin çeşitliliği					
Hedeflerin netliği					
Hedeflerin tanım derecesi					
Paydaşların çeşitliliği					
Paydaşların hedefleri					
Paydaşların hedeflerinin netliği					
Paydaşların bakış açılarının çeşitliliği					
Arazi kullanım yapısı					
Arazi kullanımı ve imar durumu					
Çalışma alanına ait sosyoekonomik durumu					
Bölgedeki yerleşim ve iş merkezleri nüfus kullanım oranları					
Tarihi ve doğal miras programı alanları					
Sosyal tesisler					
Doğal çevre kaynakları					
Tehlikeli maddeler					
Projede görev alan personel sayısı					
Katılımcıların mesleki yeterlilikleri					
Projede (yönetiminde) kullanılan yöntem ve uygulama çeşitliliği					
Projedeki değişiklik taleplerinin projenin yürütülmesine etkisi					
Proje için yeni bilgi toplanması					
Anket hazırlanması					
Verilerin elde edilmesi					
Yol ağı					
Mevcut ulaştırma sistemi					
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı					
Yolculukların türel dağılımı					
Cinsiyete göre hareketlilik oranı					
Amaçlara göre yolculuk süreleri					
Yolculuk üretimi ve amacına göre çekimi					
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı					
Araç türüne göre zirve saat yolculuk üretim ve çekimleri					
Ulaşım modelinin amacı					
Yolculuk atamaları					
Trafik tahminleri					
Trafik analiz sonuçları					
İşletme planı ve gerekli araç sayıları					
Önerilen ulaştırma sisteminin temel ağ yapısı					
Hedef yılı projeksiyonları					
Alternatiflerin modelde test edilmesi					
Alternatiflerin değerlendirilmesi					
Yatırım maliyeti					
Yapım maliyetinin yıllara dağılımı					
Araçlarla ilgili maliyet					
Birim işletme ve bakım maliyetleri					
Yolculuk süresi kazançları					
Trafik güvenliğinin artması					
Kaza maliyetlerindeki azalma					
Mevcut ulaştırma araçlarından elde edilen tasarruf					
Yol yatırım giderlerinde ve bakım onarımındaki azalma					
Çevresel maliyetlere azalma					
Sosyoekonomik değerlendirme					
Ücret yapısı ve yolcu gelirleri					

EK-4. (devam) Değerlendiricilere uygulanan anket

Çizelge 4.1. Alternatiflerin değerlendirilmesi için değerlendiricilere uygulanan anket (devam)

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	ALTERNATİFLER (PROJELER)				
	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4	Alternatif 5
İşletme gelirleri					
İnşaat giderleri					
İşletme ve bakım giderleri					
Finansman giderleri					
Araçların yatırım giderleri					
Hattın finansmanı için farklı alternatif modeller					
Alternatif finansman modelleri için kullanılacak kredi miktarı, faiz oranları ve ödeme bilgileri					
Kredi verebilecek kuruluşlar					
İdari politikalar / prosedürler					
Siyasetin etkisi					
Projeye katılan ülkeler / sayısı					
Farklı kültürlere sahip insanların sayısı					
Politikanın projeye etkisi					
Ücret / tarifenin toplumsal açıdan değerlendirilmesi					
Projenin iş fırsatı yaratması					
Toplumun anlayış ve destekleyiciliği					
Projede kullanılan teknolojilerin çeşitliliği					
Kullanılan teknolojiler için taraflardan beklenen deneyim					
İhtiyaç duyulan teknolojilerin çeşitliliği					
Teknolojik değişikliklerin projeye etkisi					

EK-5. Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Çizelge 5.1. Değerlendiricilerin Alternatif 1'i dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

		Alternatif 1			
		D1	D2	D3	D4
Proje amacının tanım derecesi	DK1	VP	G	MP	M
Proje amacının netliği	DK2	VP	VG	MP	MP
Hedeflerin çeşitliliği	DK3	VP	G	M	G
Hedeflerin netliği	DK4	VP	VG	MG	G
Hedeflerin tanım derecesi	DK5	VP	VG	MG	MG
Paydaşların çeşitliliği	DK6	MP	EP	VP	M
Paydaşların hedefleri	DK7	P	EP	VP	M
Paydaşların hedeflerinin netliği	DK8	P	EP	VP	G
Paydaşların bakış açılarının çeşitliliği	DK9	MP	EP	EP	G
Arazi kullanım yapısı	DK10	MG	M	M	P
Arazi kullanımı ve imar durumu	DK11	MG	M	MP	MP
Çalışma alanına ait sosyoekonomik durumu	DK12	MG	P	MG	M
Bölgedeki yerleşim ve iş merkezleri nüfus kullanım oranları	DK13	G	VG	M	G
Tarihi ve doğal miras programı alanları	DK14	EP	MG	EP	MG
Sosyal tesisler	DK15	EP	EP	EP	M
Doğal çevre kaynakları	DK16	VP	EP	EP	MP
Tehlikeli maddeler	DK17	EP	EP	EP	M
Projede görev alan personel sayısı	DK18	EP	EP	EP	M
Katılımcıların mesleki yeterlilikleri	DK19	EP	EP	EP	M
Projede (yönetiminde) kullanılan yöntem ve uygulama çeşitliliği	DK20	VP	M	EP	MG
Projedeki değişiklik taleplerinin projenin yürütülmesine etkisi	DK21	M	M	EP	M
Proje için yeni bilgi toplanması	DK22	EP	VG	G	MP
Anket hazırlanması	DK23	MP	VG	G	G
Verilerin elde edilmesi	DK24	VG	VG	G	M
Yol ağı	DK25	VG	VG	M	M
Mevcut ulaştırma sistemi	DK26	G	G	M	MP
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı	DK27	VG	VG	G	M
Yolculukların türel dağılımı	DK28	G	VG	M	G
Cinsiyete göre hareketlilik oranı	DK29	VG	VG	P	MG
Amaçlara göre yolculuk süreleri	DK30	VG	VG	P	P
Yolculuk üretimi ve amacına göre çekimi	DK31	VG	VG	G	G
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı	DK32	VG	VG	G	G
Araç türüne göre zirve saat yolculuk üretim ve çekimleri	DK33	VG	G	G	G
Ulaşım modelinin amacı	DK34	VG	VG	M	VG
Yolculuk atamaları	DK35	M	G	MG	M
Trafik tahminleri	DK36	VP	VG	G	G
Trafik analiz sonuçları	DK37	EP	VG	G	M
İşletme planı ve gerekli araç sayıları	DK38	EG	G	VG	M
Önerilen ulaştırma sisteminin temel ağ yapısı	DK39	VP	G	VG	MP
Hedef yılı projeksiyonları	DK40	P	VG	G	G
Alternatiflerin modelde test edilmesi	DK41	M	P	P	MG
Alternatiflerin değerlendirilmesi	DK42	VG	G	P	G
Yatırım maliyeti	DK43	G	G	VG	M

EK-5. (devam) Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Çizelge 5.1. Değerlendiricilerin Alternatif 1'i dilsel değişkenlerle değerlendirmesi (devam)

		Alternatif 1			
		D1	D2	D3	D4
Yapım maliyetinin yıllara dağılımı	DK44	VG	VG	VG	M
Araçlarla ilgili maliyet	DK45	G	P	VG	MP
Birim işletme ve bakım maliyetleri	DK46	VG	G	VG	M
Yolculuk süresi kazançları	DK47	VG	G	VG	MG
Trafik güvenliğinin artması	DK48	VP	EG	VG	M
Kaza maliyetlerindeki azalma	DK49	G	VG	VG	M
Mevcut ulaştırma araçlarından elde edilen tasarruf	DK50	VP	G	VG	G
Yol yatırım giderlerinde ve bakım onarımındaki azalma	DK51	VP	VG	VG	MG
Çevresel maliyetlere azalma	DK52	VG	VG	VG	M
Sosyoekonomik değerlendirme	DK53	MG	VG	VG	G
Ücret yapısı ve yolcu gelirleri	DK54	VG	P	VG	M
İşletme gelirleri	DK55	VG	MG	VG	M
İnşaat giderleri	DK56	VG	G	G	M
İşletme ve bakım giderleri	DK57	VG	VG	VG	M
Finansman giderleri	DK58	EG	VG	G	M
Araçların yatırım giderleri	DK59	G	G	VG	MG
Hattın finansmanı için farklı alternatif modeller	DK60	VG	VG	VG	MP
Alternatif finansman modelleri için kullanılacak kredi miktarı, faiz oranları ve ödeme bilgileri	DK61	VG	VG	VG	M
Kredi verebilecek kuruluşlar	DK62	VG	VG	G	MP
İdari politikalar / prosedürler	DK63	P	EP	P	M
Siyasetin etkisi	DK64	VP	EP	P	G
Projeye katılan ülkeler / sayısı	DK65	VP	EP	VP	P
Farklı kültürlere sahip insanların sayısı	DK66	VP	EP	VP	VP
Politikanın projeye etkisi	DK67	VP	EP	VP	G
Ücret / tarifenin toplumsal açıdan değerlendirilmesi	DK68	M	EP	VP	M
Projenin iş fırsatı yaratması	DK69	P	EP	VP	G
Toplumun anlayış ve destekleyiciliği	DK70	VP	EP	VP	M
Projede kullanılan teknolojilerin çeşitliliği	DK71	VP	EP	P	M
Kullanılan teknolojiler için taraflardan beklenen deneyim	DK72	VP	EP	VP	M
İhtiyaç duyulan teknolojilerin çeşitliliği	DK73	VP	EP	VP	M
Teknolojik değişikliklerin projeye etkisi	DK74	VP	EP	VP	M

EK-5. (devam) Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Çizelge 5.2. Değerlendiricilerin Alternatif 2'yi dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

		Alternatif 2			
		D1	D2	D3	D4
Proje amacının tanım derecesi	DK1	EP	VG	VG	MG
Proje amacının netliği	DK2	EP	VG	VG	G
Hedeflerin çeşitliliği	DK3	EP	VG	VG	MG
Hedeflerin netliği	DK4	EP	G	VG	G
Hedeflerin tanım derecesi	DK5	VP	G	VG	M
Paydaşların çeşitliliği	DK6	EP	EP	VG	MP
Paydaşların hedefleri	DK7	EP	EP	VG	MG
Paydaşların hedeflerinin netliği	DK8	EP	EP	VG	G
Paydaşların bakış açılarının çeşitliliği	DK9	EP	EP	VG	MG
Arazi kullanım yapısı	DK10	P	VG	VG	M
Arazi kullanımı ve imar durumu	DK11	VP	VG	VG	M
Çalışma alanına ait sosyoekonomik durumu	DK12	VG	VG	VG	M
Bölgedeki yerleşim ve iş merkezleri nüfus kullanım oranları	DK13	P	VG	VG	G
Tarihi ve doğal miras programı alanları	DK14	G	MG	VG	MP
Sosyal tesisler	DK15	EP	EP	VG	M
Doğal çevre kaynakları	DK16	VP	EP	VG	M
Tehlikeli maddeler	DK17	EP	EP	VG	M
Projede görev alan personel sayısı	DK18	EP	EP	VG	MP
Katılımcıların mesleki yeterlilikleri	DK19	EP	EP	VG	M
Projede (yönetiminde) kullanılan yöntem ve uygulama çeşitliliği	DK20	EP	M	VG	M
Projedeki değişiklik taleplerinin projenin yürütülmesine etkisi	DK21	M	M	VG	M
Proje için yeni bilgi toplanması	DK22	EP	EG	VG	M
Anket hazırlanması	DK23	P	VG	VG	M
Verilerin elde edilmesi	DK24	MG	VG	VG	MG
Yol ağı	DK25	VG	VG	VG	M
Mevcut ulaştırma sistemi	DK26	G	VG	VG	M
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı	DK27	P	VG	VG	M
Yolculukların türel dağılımı	DK28	P	VG	VG	M
Cinsiyete göre hareketlilik oranı	DK29	EP	G	VG	MP
Amaçlara göre yolculuk süreleri	DK30	P	G	VG	MG
Yolculuk üretimi ve amacına göre çekimi	DK31	P	VG	VG	MG
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı	DK32	P	M	VG	G
Araç türüne göre zirve saat yolculuk üretim ve çekimleri	DK33	VP	G	VG	VG
Ulaşım modelinin amacı	DK34	P	G	VG	VG
Yolculuk atamaları	DK35	P	M	VG	M
Trafik tahminleri	DK36	VP	VG	VG	G
Trafik analiz sonuçları	DK37	EP	VG	VG	MG
İşletme planı ve gerekli araç sayıları	DK38	EP	G	VG	MG
Önerilen ulaştırma sisteminin temel ağ yapısı	DK39	VP	VG	VG	M
Hedef yılı projeksiyonları	DK40	P	EG	VG	MG
Alternatiflerin modelde test edilmesi	DK41	P	P	VG	MG
Alternatiflerin değerlendirilmesi	DK42	VP	G	VG	G
Yatırım maliyeti	DK43	VG	G	VG	M

EK-5. (devam) Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Çizelge 5.2. Değerlendiricilerin Alternatif 2'yi dilsel değişkenlerle değerlendirmesi (devam)

		Alternatif 2			
		D1	D2	D3	D4
Yapım maliyetinin yıllara dağılımı	DK44	VP	VG	VG	M
Araçlarla ilgili maliyet	DK45	EG	P	VG	M
Birim işletme ve bakım maliyetleri	DK46	EG	VG	VG	M
Yolculuk süresi kazançları	DK47	M	VG	VG	M
Trafik güvenliğinin artması	DK48	VP	P	VG	M
Kaza maliyetlerindeki azalma	DK49	VP	P	VG	M
Mevcut ulaştırma araçlarından elde edilen tasarruf	DK50	VP	G	VG	MG
Yol yatırım giderlerinde ve bakım onarımındaki azalma	DK51	VP	VG	VG	M
Çevresel maliyetlere azalma	DK52	VP	M	VG	MG
Sosyoekonomik değerlendirme	DK53	VG	EG	VG	M
Ücret yapısı ve yolcu gelirleri	DK54	VP	P	VG	M
İşletme gelirleri	DK55	VP	G	VG	MG
İnşaat giderleri	DK56	EG	VG	VG	M
İşletme ve bakım giderleri	DK57	EG	VG	VG	MG
Finansman giderleri	DK58	VP	VG	VG	M
Araçların yatırım giderleri	DK59	VP	G	VG	MP
Hattın finansmanı için farklı alternatif modeller	DK60	VP	MG	VG	MG
Alternatif finansman modelleri için kullanılacak kredi miktarı, faiz oranları ve ödeme bilgileri	DK61	VP	P	VG	MP
Kredi verebilecek kuruluşlar	DK62	VP	P	VG	MG
İdari politikalar / prosedürler	DK63	P	EP	VG	M
Siyasetin etkisi	DK64	VP	EP	VG	VG
Projeye katılan ülkeler / sayısı	DK65	VP	EP	VG	MP
Farklı kültürlere sahip insanların sayısı	DK66	VP	EP	VG	G
Politikanın projeye etkisi	DK67	VP	EP	VG	VG
Ücret / tarifenin toplumsal açıdan değerlendirilmesi	DK68	VP	EP	VG	M
Projenin iş fırsatı yaratması	DK69	P	EP	VG	M
Toplumun anlayış ve destekleyiciliği	DK70	VP	EP	VG	MG
Projede kullanılan teknolojilerin çeşitliliği	DK71	VP	EP	VG	MG
Kullanılan teknolojiler için taraflardan beklenen deneyim	DK72	VP	EP	VG	M
İhtiyaç duyulan teknolojilerin çeşitliliği	DK73	VP	EP	VG	M
Teknolojik değişikliklerin projeye etkisi	DK74	VP	EP	VG	VG

EK-5. (devam) Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Çizelge 5.3. Değerlendiricilerin Alternatif 3'ü dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

		Alternatif 3			
		D1	D2	D3	D4
Proje amacının tanım derecesi	DK1	EP	G	G	G
Proje amacının netliği	DK2	EP	VG	G	G
Hedeflerin çeşitliliği	DK3	VP	G	MG	G
Hedeflerin netliği	DK4	VP	VG	MG	G
Hedeflerin tanım derecesi	DK5	VP	G	MG	VG
Paydaşların çeşitliliği	DK6	MP	EP	VP	M
Paydaşların hedefleri	DK7	P	EP	VP	G
Paydaşların hedeflerinin netliği	DK8	P	EP	VP	G
Paydaşların bakış açılarının çeşitliliği	DK9	VP	EP	VP	G
Arazi kullanım yapısı	DK10	M	P	VP	M
Arazi kullanımı ve imar durumu	DK11	MP	P	VP	MG
Çalışma alanına ait sosyoekonomik durumu	DK12	EP	P	P	M
Bölgedeki yerleşim ve iş merkezleri nüfus kullanım oranları	DK13	MG	VG	VP	G
Tarihi ve doğal miras programı alanları	DK14	EP	EP	VP	MP
Sosyal tesisler	DK15	EP	EP	VP	M
Doğal çevre kaynakları	DK16	VP	EP	VP	MP
Tehlikeli maddeler	DK17	EP	EP	VP	M
Projede görev alan personel sayısı	DK18	G	VG	P	M
Katılımcıların mesleki yeterlilikleri	DK19	EP	EP	P	M
Projede (yönetiminde) kullanılan yöntem ve uygulama çeşitliliği	DK20	M	G	VP	MG
Projedeki değişiklik taleplerinin projenin yürütülmesine etkisi	DK21	M	G	VP	MG
Proje için yeni bilgi toplanması	DK22	EP	VG	G	M
Anket hazırlanması	DK23	MP	P	MG	MG
Verilerin elde edilmesi	DK24	VG	EG	MG	MG
Yol ağı	DK25	VG	VG	MG	MG
Mevcut ulaştırma sistemi	DK26	G	VG	G	MP
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı	DK27	VG	VG	P	MG
Yolculukların türel dağılımı	DK28	VG	VG	MG	MG
Cinsiyete göre hareketlilik oranı	DK29	EP	EP	VP	M
Amaçlara göre yolculuk süreleri	DK30	P	G	VP	M
Yolculuk üretimi ve amacına göre çekimi	DK31	VG	G	MG	G
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı	DK32	VG	M	VP	MG
Araç türüne göre zirve saat yolculuk üretim ve çekimleri	DK33	VP	VG	G	G
Ulaşım modelinin amacı	DK34	P	VG	G	G
Yolculuk atamaları	DK35	EP	G	G	MG
Trafik tahminleri	DK36	VP	VG	G	G
Trafik analiz sonuçları	DK37	EP	VG	G	M
İşletme planı ve gerekli araç sayıları	DK38	EG	VG	G	M
Önerilen ulaştırma sisteminin temel ağ yapısı	DK39	VP	VG	G	M
Hedef yılı projeksiyonları	DK40	P	EG	G	G
Alternatiflerin modelde test edilmesi	DK41	P	G	M	M
Alternatiflerin değerlendirilmesi	DK42	VP	VG	G	MG
Yatırım maliyeti	DK43	EG	VG	VG	M

EK-5. (devam) Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Çizelge 5.3. Değerlendiricilerin Alternatif 3'ü dilsel değişkenlerle değerlendirmesi (devam)

		Alternatif 3			
		D1	D2	D3	D4
Yapım maliyetinin yıllara dağılımı	DK44	VG	VG	VG	MG
Araçlarla ilgili maliyet	DK45	G	VG	G	M
Birim işletme ve bakım maliyetleri	DK46	VG	VG	VG	MG
Yolculuk süresi kazançları	DK47	VG	VG	VG	M
Trafik güvenliğinin artması	DK48	VP	VG	P	MG
Kaza maliyetlerindeki azalma	DK49	G	EG	VG	MG
Mevcut ulaştırma araçlarından elde edilen tasarruf	DK50	VP	VG	VG	M
Yol yatırım giderlerinde ve bakım onarımındaki azalma	DK51	VP	EG	VG	MG
Çevresel maliyetlere azalma	DK52	EG	EG	VG	M
Sosyoekonomik değerlendirme	DK53	EP	EP	G	MG
Ücret yapısı ve yolcu gelirleri	DK54	VG	VG	VG	M
İşletme gelirleri	DK55	VG	VG	VG	M
İnşaat giderleri	DK56	EG	VG	VG	M
İşletme ve bakım giderleri	DK57	VG	EG	VG	M
Finansman giderleri	DK58	EG	VG	VG	MG
Araçların yatırım giderleri	DK59	VP	EG	VG	M
Hattın finansmanı için farklı alternatif modeller	DK60	VG	VG	VG	M
Alternatif finansman modelleri için kullanılacak kredi miktarı, faiz oranları ve ödeme bilgileri	DK61	VG	VG	VG	MG
Kredi verebilecek kuruluşlar	DK62	VG	VG	G	M
İdari politikalar / prosedürler	DK63	P	EP	P	M
Siyasetin etkisi	DK64	VP	EP	P	G
Projeye katılan ülkeler / sayısı	DK65	VP	EP	VP	P
Farklı kültürlere sahip insanların sayısı	DK66	VP	EP	VP	M
Politikanın projeye etkisi	DK67	VP	EP	VP	G
Ücret / tarifenin toplumsal açıdan değerlendirilmesi	DK68	VG	EP	VP	M
Projenin iş fırsatı yaratması	DK69	P	VG	G	G
Toplumun anlayış ve destekleyiciliği	DK70	VP	EP	VP	MG
Projede kullanılan teknolojilerin çeşitliliği	DK71	VP	EP	VP	M
Kullanılan teknolojiler için taraflardan beklenen deneyim	DK72	VP	EP	VP	G
İhtiyaç duyulan teknolojilerin çeşitliliği	DK73	VP	EP	VP	M
Teknolojik değişikliklerin projeye etkisi	DK74	VP	EP	VP	MG

EK-5. (devam) Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Çizelge 5.4. Değerlendiricilerin Alternatif 4'ü dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

		Alternatif 4			
		D1	D2	D3	D4
Proje amacının tanım derecesi	DK1	EP	VG	G	VG
Proje amacının netliği	DK2	EP	VG	MG	G
Hedeflerin çeşitliliği	DK3	VP	VG	M	G
Hedeflerin netliği	DK4	VP	G	M	G
Hedeflerin tanım derecesi	DK5	VP	VG	M	MP
Paydaşların çeşitliliği	DK6	MP	EP	P	M
Paydaşların hedefleri	DK7	P	EP	P	VG
Paydaşların hedeflerinin netliği	DK8	P	EP	P	G
Paydaşların bakış açılarının çeşitliliği	DK9	VP	EP	P	G
Arazi kullanım yapısı	DK10	M	P	G	M
Arazi kullanımı ve imar durumu	DK11	MP	P	MG	MG
Çalışma alanına ait sosyoekonomik durumu	DK12	EP	VG	M	M
Bölgedeki yerleşim ve iş merkezleri nüfus kullanım oranları	DK13	G	G	M	MG
Tarihi ve doğal miras programı alanları	DK14	EP	EP	VP	VP
Sosyal tesisler	DK15	EP	EP	VP	P
Doğal çevre kaynakları	DK16	VP	EP	VP	M
Tehlikeli maddeler	DK17	EP	EP	VP	M
Projede görev alan personel sayısı	DK18	EP	EP	VP	M
Katılımcıların mesleki yeterlilikleri	DK19	EP	EP	VP	M
Projede (yönetiminde) kullanılan yöntem ve uygulama çeşitliliği	DK20	MP	M	P	G
Projedeki değişiklik taleplerinin projenin yürütülmesine etkisi	DK21	M	M	VP	M
Proje için yeni bilgi toplanması	DK22	EP	M	M	MG
Anket hazırlanması	DK23	VG	P	M	M
Verilerin elde edilmesi	DK24	MG	VG	VG	MP
Yol ağı	DK25	VG	VG	VG	M
Mevcut ulaştırma sistemi	DK26	G	G	VG	M
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı	DK27	VG	VG	G	M
Yolculukların türel dağılımı	DK28	VG	VG	MG	G
Cinsiyete göre hareketlilik oranı	DK29	EP	EP	VP	MG
Amaçlara göre yolculuk süreleri	DK30	P	VG	VG	M
Yolculuk üretimi ve amacına göre çekimi	DK31	EG	G	VG	M
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı	DK32	VG	G	VG	MG
Araç türüne göre zirve saat yolculuk üretim ve çekimleri	DK33	VP	VG	VG	M
Ulaşım modelinin amacı	DK34	P	G	MG	G
Yolculuk atamaları	DK35	VG	G	MG	G
Trafik tahminleri	DK36	VP	VG	VG	G
Trafik analiz sonuçları	DK37	MP	G	VG	VG
İşletme planı ve gerekli araç sayıları	DK38	EG	G	VG	MG
Önerilen ulaştırma sisteminin temel ağ yapısı	DK39	VP	G	VG	M
Hedef yılı projeksiyonları	DK40	P	VG	VG	G
Alternatiflerin modelde test edilmesi	DK41	M	P	P	MG
Alternatiflerin değerlendirilmesi	DK42	P	P	P	M
Yatırım maliyeti	DK43	VG	G	VG	M

EK-5. (devam) Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Çizelge 5.4. Değerlendiricilerin Alternatif 4'ü dilsel değişkenlerle değerlendirmesi (devam)

		Alternatif 4			
		D1	D2	D3	D4
Yapım maliyetinin yıllara dağılımı	DK44	VG	G	VG	M
Araçlarla ilgili maliyet	DK45	G	MG	VG	MP
Birim işletme ve bakım maliyetleri	DK46	VG	G	VG	MG
Yolculuk süresi kazançları	DK47	VG	VG	VG	MG
Trafik güvenliğinin artması	DK48	VP	VG	G	MG
Kaza maliyetlerindeki azalma	DK49	G	VG	VG	MG
Mevcut ulaştırma araçlarından elde edilen tasarruf	DK50	VP	VG	VG	MG
Yol yatırım giderlerinde ve bakım onarımındaki azalma	DK51	VP	VG	VG	MG
Çevresel maliyetlere azalma	DK52	P	G	M	M
Sosyoekonomik değerlendirme	DK53	EP	EP	G	M
Ücret yapısı ve yolcu gelirleri	DK54	VG	G	VG	M
İşletme gelirleri	DK55	VG	VG	VG	G
İnşaat giderleri	DK56	VG	G	VG	M
İşletme ve bakım giderleri	DK57	VG	M	VG	M
Finansman giderleri	DK58	EG	VG	VG	M
Araçların yatırım giderleri	DK59	G	G	G	MG
Hattın finansmanı için farklı alternatif modeller	DK60	EG	MG	VG	M
Alternatif finansman modelleri için kullanılacak kredi miktarı, faiz oranları ve ödeme bilgileri	DK61	EG	MG	VG	M
Kredi verebilecek kuruluşlar	DK62	EG	MG	P	M
İdari politikalar / prosedürler	DK63	P	EP	P	M
Siyasetin etkisi	DK64	VP	EP	VP	M
Projeye katılan ülkeler / sayısı	DK65	VP	EP	VP	MP
Farklı kültürlere sahip insanların sayısı	DK66	VP	EP	VP	MP
Politikanın projeye etkisi	DK67	VP	EP	P	M
Ücret / tarifenin toplumsal açıdan değerlendirilmesi	DK68	M	EP	VP	M
Projenin iş fırsatı yaratması	DK69	P	EP	VP	VG
Toplumun anlayış ve destekleyiciliği	DK70	VP	EP	VP	MG
Projede kullanılan teknolojilerin çeşitliliği	DK71	VP	EP	VP	MG
Kullanılan teknolojiler için taraflardan beklenen deneyim	DK72	VP	EP	VP	MG
İhtiyaç duyulan teknolojilerin çeşitliliği	DK73	VP	EP	VP	M
Teknolojik değişikliklerin projeye etkisi	DK74	VP	EP	VP	VG

EK-5. (devam) Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Çizelge 5.5. Değerlendiricilerin Alternatif 5'i dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

		Alternatif 5			
		D1	D2	D3	D4
Proje amacının tanım derecesi	DK1	EP	G	G	G
Proje amacının netliği	DK2	EP	G	G	VG
Hedeflerin çeşitliliği	DK3	VP	G	G	MG
Hedeflerin netliği	DK4	VP	G	G	VG
Hedeflerin tanım derecesi	DK5	VP	G	G	VG
Paydaşların çeşitliliği	DK6	MP	EP	M	MP
Paydaşların hedefleri	DK7	P	EP	M	G
Paydaşların hedeflerinin netliği	DK8	P	EP	MP	VG
Paydaşların bakış açılarının çeşitliliği	DK9	VP	EP	P	MG
Arazi kullanım yapısı	DK10	MG	G	G	MG
Arazi kullanımı ve imar durumu	DK11	MG	EP	G	MG
Çalışma alanına ait sosyoekonomik durumu	DK12	EP	EP	G	M
Bölgedeki yerleşim ve iş merkezleri nüfus kullanım oranları	DK13	G	G	G	M
Tarihi ve doğal miras programı alanları	DK14	P	EP	VP	MP
Sosyal tesisler	DK15	EP	EP	VP	MP
Doğal çevre kaynakları	DK16	VP	EP	VP	M
Tehlikeli maddeler	DK17	EP	EP	VP	M
Projede görev alan personel sayısı	DK18	VP	EP	VP	M
Katılımcıların mesleki yeterlilikleri	DK19	EP	EP	VP	M
Projede (yönetiminde) kullanılan yöntem ve uygulama çeşitliliği	DK20	P	M	VP	G
Projedeki değişiklik taleplerinin projenin yürütülmesine etkisi	DK21	M	P	VP	MG
Proje için yeni bilgi toplanması	DK22	EP	M	VG	G
Anket hazırlanması	DK23	VG	G	G	M
Verilerin elde edilmesi	DK24	MG	VG	VG	M
Yol ağı	DK25	VG	G	G	G
Mevcut ulaştırma sistemi	DK26	G	G	G	M
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı	DK27	VG	VG	VG	MG
Yolculukların türel dağılımı	DK28	VG	VG	VG	M
Cinsiyete göre hareketlilik oranı	DK29	VG	VG	VG	MG
Amaçlara göre yolculuk süreleri	DK30	VG	VG	VG	M
Yolculuk üretimi ve amacına göre çekimi	DK31	VG	VG	VG	M
Amaçlarına göre yolculuk dağılımı	DK32	VG	G	VG	G
Araç türüne göre zirve saat yolculuk üretim ve çekimleri	DK33	VG	VG	M	VG
Ulaşım modelinin amacı	DK34	VG	G	G	VG
Yolculuk atamaları	DK35	M	G	G	G
Trafik tahminleri	DK36	VP	G	G	G
Trafik analiz sonuçları	DK37	VP	G	VG	G
İşletme planı ve gerekli araç sayıları	DK38	EG	G	VG	MG
Önerilen ulaştırma sisteminin temel ağ yapısı	DK39	VG	G	VG	MG
Hedef yılı projeksiyonları	DK40	M	VG	VG	MG
Alternatiflerin modelde test edilmesi	DK41	M	P	P	MG
Alternatiflerin değerlendirilmesi	DK42	VG	P	P	VG
Yatırım maliyeti	DK43	G	G	VG	M

EK-5. (devam) Değerlendiricilerin alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirmesi

Çizelge 5.5. Değerlendiricilerin Alternatif 5'i dilsel değişkenlerle değerlendirmesi (devam)

		Alternatif 5			
		D1	D2	D3	D4
Yapım maliyetinin yıllara dağılımı	DK44	VG	G	VG	MG
Araçlarla ilgili maliyet	DK45	G	G	VG	MG
Birim işletme ve bakım maliyetleri	DK46	VG	G	VG	MG
Yolculuk süresi kazançları	DK47	VG	VG	VG	MG
Trafik güvenliğinin artması	DK48	VP	P	G	MG
Kaza maliyetlerindeki azalma	DK49	G	VG	VG	MG
Mevcut ulaştırma araçlarından elde edilen tasarruf	DK50	VP	VG	VG	MG
Yol yatırım giderlerinde ve bakım onarımındaki azalma	DK51	VP	VG	VG	G
Çevresel maliyetlere azalma	DK52	VG	G	VG	M
Sosyoekonomik değerlendirme	DK53	EP	EP	G	M
Ücret yapısı ve yolcu gelirleri	DK54	VG	G	VG	M
İşletme gelirleri	DK55	VG	G	VG	M
İnşaat giderleri	DK56	VG	G	VG	M
İşletme ve bakım giderleri	DK57	VG	G	VG	MG
Finansman giderleri	DK58	EG	VG	VG	M
Araçların yatırım giderleri	DK59	G	G	VG	M
Hattın finansmanı için farklı alternatif modeller	DK60	VG	MG	VG	M
Alternatif finansman modelleri için kullanılacak kredi miktarı, faiz oranları ve ödeme bilgileri	DK61	VG	MG	VG	M
Kredi verebilecek kuruluşlar	DK62	VG	MG	G	M
İdari politikalar / prosedürler	DK63	P	EP	P	M
Siyasetin etkisi	DK64	VP	EP	VP	M
Projeye katılan ülkeler / sayısı	DK65	VP	EP	VP	M
Farklı kültürlere sahip insanların sayısı	DK66	VP	EP	VP	M
Politikanın projeye etkisi	DK67	VP	EP	VP	M
Ücret / tarifenin toplumsal açıdan değerlendirilmesi	DK68	M	EP	VP	M
Projenin iş fırsatı yaratması	DK69	P	EP	VP	G
Toplumun anlayış ve destekleyiciliği	DK70	VP	EP	VP	M
Projede kullanılan teknolojilerin çeşitliliği	DK71	VP	EP	VP	MG
Kullanılan teknolojiler için taraflardan beklenen deneyim	DK72	VP	EP	VP	M
İhtiyaç duyulan teknolojilerin çeşitliliği	DK73	VP	EP	VP	M
Teknolojik değişikliklerin projeye etkisi	DK74	VP	EP	VP	MG

EK-6. Alternatiflerin değerlendirilmesi

Çizelge 6.1. Alternatiflerin üçgensel bulanık sayılarla değerlendirilmesi

	Alternatif 1												Alternatif 2												Alternatif 3												Alternatif 4												Alternatif 5											
	KV1			KV2			KV3			KV4			KV1			KV2			KV3			KV4			KV1			KV2			KV3			KV4			KV1			KV2			KV3			KV4			KV1			KV2			KV3			KV4		
DK1	1	2	3	6	7	8	3	4	5	4	5	6	0	1	2	7	8	9	7	8	9	5	6	7	0	1	2	6	7	8	6	7	8	6	7	8	0	1	2	7	8	9	6	7	8	7	8	9	0	1	2	6	7	8	6	7	8	6	7	8
DK2	1	2	3	7	8	9	3	4	5	3	4	5	0	1	2	7	8	9	7	8	9	6	7	8	0	1	2	7	8	9	6	7	8	6	7	8	0	1	2	7	8	9	5	6	7	6	7	8	0	1	2	6	7	8	6	7	8	7	8	9
DK3	1	2	3	6	7	8	4	5	6	6	7	8	0	1	2	7	8	9	7	8	9	5	6	7	1	2	3	6	7	8	5	6	7	6	7	8	1	2	3	7	8	9	4	5	6	6	7	8	1	2	3	6	7	8	6	7	8	5	6	7
DK4	1	2	3	7	8	9	5	6	7	6	7	8	0	1	2	6	7	8	7	8	9	6	7	8	1	2	3	7	8	9	5	6	7	6	7	8	1	2	3	6	7	8	4	5	6	6	7	8	1	2	3	6	7	8	6	7	8	7	8	9
DK5	1	2	3	7	8	9	5	6	7	5	6	7	1	2	3	6	7	8	7	8	9	4	5	6	1	2	3	6	7	8	5	6	7	7	8	9	1	2	3	7	8	9	4	5	6	3	4	5	1	2	3	6	7	8	6	7	8	7	8	9
DK6	3	4	5	0	1	2	1	2	3	4	5	6	0	1	2	0	1	2	7	8	9	3	4	5	3	4	5	0	1	2	1	2	3	4	5	6	3	4	5	0	1	2	2	3	4	4	5	6	3	4	5	0	1	2	4	5	6	3	4	5
DK7	2	3	4	0	1	2	1	2	3	4	5	6	0	1	2	0	1	2	7	8	9	5	6	7	2	3	4	0	1	2	1	2	3	6	7	8	2	3	4	0	1	2	2	3	4	7	8	9	2	3	4	0	1	2	4	5	6	6	7	8
DK8	2	3	4	0	1	2	1	2	3	6	7	8	0	1	2	0	1	2	7	8	9	6	7	8	2	3	4	0	1	2	1	2	3	6	7	8	2	3	4	0	1	2	2	3	4	6	7	8	2	3	4	0	1	2	3	4	5	7	8	9
DK9	3	4	5	0	1	2	0	1	2	6	7	8	0	1	2	0	1	2	7	8	9	5	6	7	1	2	3	0	1	2	1	2	3	6	7	8	1	2	3	0	1	2	2	3	4	6	7	8	1	2	3	0	1	2	2	3	4	5	6	7
DK10	5	6	7	4	5	6	4	5	6	2	3	4	2	3	4	7	8	9	7	8	9	4	5	6	4	5	6	2	3	4	1	2	3	4	5	6	4	5	6	2	3	4	6	7	8	4	5	6	5	6	7	6	7	8	6	7	8	5	6	7
DK11	5	6	7	4	5	6	3	4	5	3	4	5	1	2	3	7	8	9	7	8	9	4	5	6	3	4	5	2	3	4	1	2	3	5	6	7	3	4	5	2	3	4	5	6	7	5	6	7	5	6	7	0	1	2	6	7	8	5	6	7
DK12	5	6	7	2	3	4	5	6	7	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6	0	1	2	2	3	4	2	3	4	4	5	6	0	1	2	7	8	9	4	5	6	4	5	6	0	1	2	0	1	2	6	7	8	4	5	6
DK13	6	7	8	7	8	9	4	5	6	6	7	8	2	3	4	7	8	9	7	8	9	6	7	8	5	6	7	7	8	9	1	2	3	6	7	8	6	7	8	6	7	8	4	5	6	5	6	7	6	7	8	6	7	8	6	7	8	4	5	6
DK14	0	1	2	5	6	7	0	1	2	5	6	7	6	7	8	5	6	7	7	8	9	3	4	5	0	1	2	0	1	2	1	2	3	3	4	5	0	1	2	0	1	2	1	2	3	1	2	3	2	3	4	0	1	2	1	2	3	3	4	5
DK15	0	1	2	0	1	2	0	1	2	4	5	6	0	1	2	0	1	2	7	8	9	4	5	6	0	1	2	0	1	2	1	2	3	3	4	5	0	1	2	0	1	2	1	2	3	2	3	4	0	1	2	0	1	2	1	2	3	3	4	5
DK16	1	2	3	0	1	2	0	1	2	3	4	5	1	2	3	0	1	2	7	8	9	4	5	6	1	2	3	0	1	2	1	2	3	3	4	5	1	2	3	0	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	0	1	2	1	2	3	4	5	6
DK17	0	1	2	0	1	2	0	1	2	4	5	6	0	1	2	0	1	2	7	8	9	4	5	6	0	1	2	0	1	2	1	2	3	3	4	5	0	1	2	0	1	2	1	2	3	4	5	6	0	1	2	0	1	2	1	2	3	4	5	6
DK18	0	1	2	0	1	2	0	1	2	4	5	6	0	1	2	0	1	2	7	8	9	3	4	5	6	7	8	7	8	9	2	3	4	4	5	6	0	1	2	0	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	0	1	2	1	2	3	4	5	6
DK19	0	1	2	0	1	2	0	1	2	4	5	6	0	1	2	0	1	2	7	8	9	4	5	6	0	1	2	0	1	2	2	3	4	4	5	6	0	1	2	0	1	2	1	2	3	4	5	6	0	1	2	0	1	2	1	2	3	4	5	6
DK20	1	2	3	4	5	6	0	1	2	5	6	7	0	1	2	4	5	6	7	8	9	4	5	6	4	5	6	6	7	8	1	2	3	5	6	7	3	4	5	4	5	6	2	3	4	6	7	8	2	3	4	4	5	6	1	2	3	6	7	8
DK21	4	5	6	4	5	6	0	1	2	4	5	6	4	5	6	4	5	6	7	8	9	4	5	6	4	5	6	6	7	8	1	2	3	5	6	7	4	5	6	4	5	6	1	2	3	4	5	6	4	5	6	2	3	4	1	2	3	5	6	7
DK22	0	1	2	7	8	9	6	7	8	3	4	5	0	1	2	8	9	#	7	8	9	4	5	6	0	1	2	7	8	9	6	7	8	4	5	6	0	1	2	4	5	6	4	5	6	5	6	7	0	1	2	4	5	6	7	8	9	6	7	8
DK23	3	4	5	7	8	9	6	7	8	6	7	8	2	3	4	7	8	9	7	8	9	4	5	6	3	4	5	2	3	4	5	6	7	5	6	7	7	8	9	2	3	4	4	5	6	4	5	6	7	8	9	6	7	8	6	7	8	4	5	6
DK24	7	8	9	7	8	9	6	7	8	4	5	6	5	6	7	7	8	9	7	8	9	5	6	7	7	8	9	8	9	#	5	6	7	5	6	7	5	6	7	7	8	9	7	8	9	3	4	5	5	6	7	7	8	9	7	8	9	4	5	6
DK25	7	8	9	7	8	9	4	5	6	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	5	6	7	5	6	7	7	8	9	7	8	9	4	5	6	4	5	6	7	8	9	6	7	8	6	7	8	4	5	6
DK26	6	7	8	6	7	8	4	5	6	3	4	5	6	7	8	7	8	9	7	8	9	4	5	6	6	7	8	7	8	9	6	7	8	5	6	7	6	7	8	6	7	8	7	8	9	4	5	6	6	7	8	6	7	8	6	7	8	4	5	6
DK27	7	8	9	7	8	9	6	7	8	4	5	6	2	3	4	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	2	3	4	5	6	7	7	8	9	7	8	9	6	7	8	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	5	6	7
DK28	6	7	8	7	8	9	4	5	6	6	7	8	2	3	4	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	5	6	7	5	6	7	7	8	9	7	8	9	5	6	7	6	7	8	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6
DK29	7	8	9	7	8	9	2	3	4	5	6	7	0	1	2	6	7	8	7	8	9	3	4	5	0	1	2	0	1	2	1	2	3	4	5	6	0	1	2	0	1	2	1	2	3	5	6	7	7	8	9	7	8	9	7	8	9	5	6	7
DK30	7	8	9	7	8	9	2	3	4	2	3	4	2	3	4	6	7	8	7	8	9	5	6	7	2	3	4	6	7	8	1	2	3	4	5	6	2	3	4	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6
DK31	7	8	9	7	8	9	6	7	8	6	7	8	2	3	4	7	8	9	7	8	9	5	6	7	7	8	9	6	7	8	5	6	7	6	7	8	8	9	#	6	7	8	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6
DK32	7	8	9	7	8	9	6	7	8	6	7	8	2	3	4	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6	1	2	3	5	6	7	7	8	9	6	7	8	7	8	9	5	6	7	7	8	9	6	7	8	7	8	9	6	7	8
DK33	7	8	9	6	7	8	6	7	8	6	7	8	1	2	3	6	7	8	7	8	9	7	8	9	1	2	3	7	8	9	6	7	8	6	7	8	1	2	3	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9
DK34	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	2	3	4	6	7	8	7	8	9	7	8	9	2	3	4	7	8	9	6	7	8	6	7	8	2	3	4	6	7	8	5	6	7	6	7	8	7	8	9	6	7	8	7	8	9	6	7	8
DK35	4	5	6	6	7	8	5	6	7	4	5	6	2	3	4	4	5	6	7	8	9	4	5	6	0	1	2	6	7	8	6	7	8	5	6	7	7	8	9	6	7	8	5	6	7	6	7	8	4	5	6	6	7	8	6	7	8	6	7	8
DK36	1	2	3	7	8	9	6	7	8	6	7	8	1	2	3	7	8	9	7	8	9	6	7	8	1	2	3	7	8	9	6	7	8	6	7	8	1	2	3	7	8	9	6	7	8	7	8	9	1	2	3	6	7	8	6	7	8	6	7	8
DK37	0	1	2	7	8	9	6	7	8	4	5	6	0	1	2	7	8	9	7	8	9	5	6	7	0	1	2	7	8	9	6	7	8	4	5	6	3	4	5	6	7	8	7	8	9	7	8	9	1	2	3	6	7	8	7	8	9	6	7	8
DK38	8	9	#	6	7	8	7	8	9	4	5	6	0	1	2	6	7	8	7	8	9	5	6	7	8	9	#	7	8	9	6	7	8	4	5	6	8	9	#	6	7	8	7	8	9	5	6	7	8	9	#	6	7	8	7	8	9	5	6	7
DK39	1	2	3	6	7	8	7	8	9	3	4	5	1	2	3	7	8	9	7	8	9	4	5	6	1	2	3	7	8	9	6	7	8	4	5	6	1	2	3	6	7	8	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	5	6	7
DK40	2	3	4	7	8	9	6	7	8	6	7	8	2	3	4	8	9	#	7	8	9	5	6	7	2	3	4	8	9	#	6	7	8	6	7	8	2	3	4	7	8	9	7	8	9	6	7	8	4	5	6	7	8	9	7	8	9	5	6	7
DK41	4	5	6	2	3	4	2	3	4	5	6	7	2	3	4	2	3	4	7	8	9	5	6	7	2	3	4	6	7	8	4	5	6	4	5	6	4	5	6	2	3	4	2	3	4	5	6	7	4	5	6	2	3	4	2	3	4	5	6	7
DK42	7	8	9	6	7	8	2	3	4	6	7	8	1	2	3	7	8	9	7	8	9	6	7	8	1	2	3	7	8	9	6	7	8	5	6	7	2	3	4	2	3	4	2	3	4	4	5	6	7	8	9	2	3	4	2	3	4	7	8	9
DK43	6	7	8	6	7	8	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6	8	9	#	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6	6	7	8	6	7	8	7	8	9	4	5	6
DK44	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6	1	2	3	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	5	6	7	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	5	6	7
DK45	6	7	8	2	3	4	7	8	9	3	4	5	8	9	#	2	3	4	7	8	9	4	5	6	6	7	8	7	8	9	6	7	8	4	5	6	6	7	8	5	6	7	7	8	9	3	4	5	6	7	8	6	7	8	7	8	9	5	6	7
DK46	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6	8	9	#	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	5	6	7	7	8	9	6	7	8	7	8	9	5	6	7	7	8	9	6	7	8	7	8	9	5	6	7
DK47	7	8	9	6	7	8	7	8	9	5	6	7	4	5	6	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	5	6	7	7	8	9	7	8	9	7	8	9	5	6	7
DK48	1	2	3	8	9	#	7	8	9	4	5	6	1	2	3	2	3	4	7	8	9	4	5	6	1	2	3	7	8	9	2	3	4	5	6	7	1	2	3	7	8	9	6	7	8	5	6	7	1	2	3	2	3	4	6	7	8	5	6	7
DK49	6	7	8	7	8	9	7	8	9	4	5	6	1	2	3	2	3	4	7	8	9	4	5	6	6	7	8	8	9	#	7	8	9	5	6	7	6	7	8	7	8	9	7	8	9	5	6	7	6	7	8	7	8	9	7	8	9	5	6	7
DK50	1	2	3	6	7	8	7	8	9	6	7	8	1	2	3	6	7	8	7	8	9	5	6	7	1	2	3	7	8	9	7	8	9	4	5	6	1	2	3	7	8	9	7	8	9	5	6	7	1	2	3	7	8	9	7	8	9	5	6	7
DK51	1	2	3	7	8	9	7	8	9	5	6	7	1	2	3	7	8	9	7	8	9	4	5	6	1	2	3	8	9	#	7	8	9	5	6	7	1	2	3	7	8	9	5	6	7	1	2	3	7	8	9	7	8	9	6	7	8	5	6	7
DK52	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9	#	8	9	#	7	8	9	4	5	6	2	3	4	6	7	8	4	5	6	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6
DK53	5	6	7	7	8	9	7	8	9	6	7	8	7	8	9	8	9	#	7	8	9	4	5	6	0	1	2	0	1	2	6	7	8	5	6	7	0	1	2	0	1	2	6	7	8	4	5	6	0	1	2	0	1	2	6	7	8	4	5	6
DK54	7	8	9	2	3	4	7	8	9	4	5	6	1	2	3	2	3	4	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6
DK55	7	8	9	5	6	7	7	8	9	4	5	6	1	2	3	6	7	8	7	8	9	5	6	7	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	7	8	9	6	7	8	7	8	9	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6
DK56	7	8	9	6	7	8	6	7	8	4	5	6	8	9	#	7	8	9	7	8	9	4	5	6	8	9	#	7	8	9	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	4	5	6
DK57	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6	8	9	#	7	8	9	7	8	9	5	6	7	7	8	9	8	9	#	7	8	9	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9	4	5	6	7	8	9	6	7	8	7	8	9	5	6	7
DK58	8	9	#	7	8	9	6	7	8	4	5	6	1	2	3	7	8	9	7	8	9	4	5	6	8	9	#	7	8	9	7	8	9	5	6	7	8	9	#	7	8	9	7	8	9	4	5	6	8	9	#	7	8	9	7	8	9	4	5	6
DK59	6	7	8	6	7	8	7	8	9	5	6	7	1	2	3	6	7	8	7	8	9	3	4	5	1	2	3	8	9	#	7	8	9	4	5	6	6	7	8	6	7	8	7	8	9	5	6	7	6	7	8	6	7	8	7	8	9	4	5	6
DK60	7	8	9	7	8	9	7	8	9	3	4	5	1	2	3	5	6	7	7	8	9	5	6	7	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6	8	9	#	7	8	9	7	8	9	4	5	6	8	9	#	7	8	9	7	8	9	4	5	6
DK61	7	8	9	7	8	9	7	8	9	4	5	6	1	2	3	2	3	4	7	8	9	3	4	5	7	8	9	7	8	9	7	8	9	5	6	7	8	9	#	5	6	7	7	8	9	4	5	6	7	8	9	5	6	7	7	8	9	4	5	6
DK62	7	8	9	7	8	9	6	7	8	3	4	5	1	2	3	2	3	4	7	8	9	5	6	7	7	8	9	7	8	9	6	7	8	4	5	6	8	9	#	5	6	7	2	3	4	4	5	6	7	8	9	5	6	7	7	8	9	4	5	6
DK63	2	3	4	0	1	2	2	3	4	4	5	6	2	3	4	0	1	2	7	8	9	4	5	6	2	3	4	0	1	2	2	3	4	4	5	6	2	3	4	0	1	2	2	3	4	4	5	6	2	3	4	0	1	2	2	3	4	4	5	6
DK64	1	2	3	0	1	2	2	3

EK-7. Bulanık karar matrisi

Çizelge 7.1. Elde edilen bulanık karar matrisi

	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3			Alternatif 4			Alternatif 5		
DK1	3,50	4,50	5,50	4,75	5,75	6,75	4,50	5,50	6,50	5,00	6,00	7,00	4,50	5,50	6,50
DK2	3,50	4,50	5,50	5,00	6,00	7,00	4,75	5,75	6,75	4,50	5,50	6,50	4,75	5,75	6,75
DK3	4,25	5,25	6,25	4,75	5,75	6,75	4,50	5,50	6,50	4,50	5,50	6,50	4,50	5,50	6,50
DK4	4,75	5,75	6,75	4,75	5,75	6,75	4,75	5,75	6,75	4,25	5,25	6,25	5,00	6,00	7,00
DK5	4,50	5,50	6,50	4,50	5,50	6,50	4,75	5,75	6,75	3,75	4,75	5,75	5,00	6,00	7,00
DK6	2,00	3,00	4,00	2,50	3,50	4,50	2,00	3,00	4,00	2,25	3,25	4,25	2,50	3,50	4,50
DK7	1,75	2,75	3,75	3,00	4,00	5,00	2,25	3,25	4,25	2,75	3,75	4,75	3,00	4,00	5,00
DK8	2,25	3,25	4,25	3,25	4,25	5,25	2,25	3,25	4,25	2,50	3,50	4,50	3,00	4,00	5,00
DK9	2,25	3,25	4,25	3,00	4,00	5,00	2,00	3,00	4,00	2,25	3,25	4,25	2,00	3,00	4,00
DK10	3,75	4,75	5,75	5,00	6,00	7,00	2,75	3,75	4,75	4,00	5,00	6,00	5,50	6,50	7,50
DK11	3,75	4,75	5,75	4,75	5,75	6,75	2,75	3,75	4,75	3,75	4,75	5,75	4,00	5,00	6,00
DK12	4,00	5,00	6,00	6,25	7,25	8,25	2,00	3,00	4,00	3,75	4,75	5,75	2,50	3,50	4,50
DK13	5,75	6,75	7,75	5,50	6,50	7,50	4,75	5,75	6,75	5,25	6,25	7,25	5,50	6,50	7,50
DK14	2,50	3,50	4,50	5,25	6,25	7,25	1,00	2,00	3,00	0,50	1,50	2,50	1,50	2,50	3,50
DK15	1,00	2,00	3,00	2,75	3,75	4,75	1,25	2,25	3,25	0,75	1,75	2,75	1,00	2,00	3,00
DK16	1,00	2,00	3,00	3,00	4,00	5,00	1,25	2,25	3,25	1,50	2,50	3,50	1,50	2,50	3,50
DK17	1,00	2,00	3,00	2,75	3,75	4,75	1,25	2,25	3,25	1,25	2,25	3,25	1,25	2,25	3,25
DK18	1,00	2,00	3,00	2,50	3,50	4,50	4,75	5,75	6,75	1,25	2,25	3,25	1,50	2,50	3,50
DK19	1,00	2,00	3,00	2,75	3,75	4,75	1,50	2,50	3,50	1,25	2,25	3,25	1,25	2,25	3,25
DK20	2,50	3,50	4,50	3,75	4,75	5,75	4,00	5,00	6,00	3,75	4,75	5,75	3,25	4,25	5,25
DK21	3,00	4,00	5,00	4,75	5,75	6,75	4,00	5,00	6,00	3,25	4,25	5,25	3,00	4,00	5,00
DK22	4,00	5,00	6,00	4,75	5,75	6,75	4,25	5,25	6,25	3,25	4,25	5,25	4,25	5,25	6,25
DK23	5,50	6,50	7,50	5,00	6,00	7,00	3,75	4,75	5,75	4,25	5,25	6,25	5,75	6,75	7,75
DK24	6,00	7,00	8,00	6,00	7,00	8,00	6,25	7,25	8,25	5,50	6,50	7,50	5,75	6,75	7,75
DK25	5,50	6,50	7,50	6,25	7,25	8,25	6,00	7,00	8,00	6,25	7,25	8,25	6,25	7,25	8,25
DK26	4,75	5,75	6,75	6,00	7,00	8,00	6,00	7,00	8,00	5,75	6,75	7,75	5,50	6,50	7,50
DK27	6,00	7,00	8,00	5,00	6,00	7,00	5,25	6,25	7,25	6,00	7,00	8,00	6,50	7,50	8,50
DK28	5,75	6,75	7,75	5,00	6,00	7,00	6,00	7,00	8,00	6,25	7,25	8,25	6,25	7,25	8,25
DK29	5,25	6,25	7,25	4,00	5,00	6,00	1,25	2,25	3,25	1,50	2,50	3,50	6,50	7,50	8,50
DK30	4,50	5,50	6,50	5,00	6,00	7,00	3,25	4,25	5,25	5,00	6,00	7,00	6,25	7,25	8,25
DK31	6,50	7,50	8,50	5,25	6,25	7,25	6,00	7,00	8,00	6,25	7,25	8,25	6,25	7,25	8,25
DK32	6,50	7,50	8,50	4,75	5,75	6,75	4,25	5,25	6,25	6,25	7,25	8,25	6,50	7,50	8,50
DK33	6,25	7,25	8,25	5,25	6,25	7,25	5,00	6,00	7,00	4,75	5,75	6,75	6,25	7,25	8,25
DK34	6,25	7,25	8,25	5,50	6,50	7,50	5,25	6,25	7,25	4,75	5,75	6,75	6,50	7,50	8,50
DK35	4,75	5,75	6,75	4,25	5,25	6,25	4,25	5,25	6,25	6,00	7,00	8,00	5,50	6,50	7,50
DK36	5,00	6,00	7,00	5,25	6,25	7,25	5,00	6,00	7,00	5,25	6,25	7,25	4,75	5,75	6,75
DK37	4,25	5,25	6,25	4,75	5,75	6,75	4,25	5,25	6,25	5,75	6,75	7,75	5,00	6,00	7,00
DK38	6,25	7,25	8,25	4,50	5,50	6,50	6,25	7,25	8,25	6,50	7,50	8,50	6,50	7,50	8,50
DK39	4,25	5,25	6,25	4,75	5,75	6,75	4,50	5,50	6,50	4,50	5,50	6,50	6,25	7,25	8,25
DK40	5,25	6,25	7,25	5,50	6,50	7,50	5,50	6,50	7,50	5,50	6,50	7,50	5,75	6,75	7,75
DK41	3,25	4,25	5,25	4,00	5,00	6,00	4,00	5,00	6,00	3,25	4,25	5,25	3,25	4,25	5,25
DK42	5,25	6,25	7,25	5,00	6,00	7,00	4,75	5,75	6,75	2,50	3,50	4,50	4,50	5,50	6,50
DK43	5,75	6,75	7,75	6,00	7,00	8,00	6,50	7,50	8,50	6,00	7,00	8,00	5,75	6,75	7,75
DK44	6,25	7,25	8,25	4,75	5,75	6,75	6,50	7,50	8,50	6,00	7,00	8,00	6,25	7,25	8,25
DK45	4,50	5,50	6,50	5,25	6,25	7,25	5,75	6,75	7,75	5,25	6,25	7,25	6,00	7,00	8,00
DK46	6,00	7,00	8,00	6,50	7,50	8,50	6,50	7,50	8,50	6,25	7,25	8,25	6,25	7,25	8,25
DK47	6,25	7,25	8,25	5,50	6,50	7,50	6,25	7,25	8,25	6,50	7,50	8,50	6,50	7,50	8,50
DK48	5,00	6,00	7,00	3,50	4,50	5,50	3,75	4,75	5,75	4,75	5,75	6,75	3,50	4,50	5,50
DK49	6,00	7,00	8,00	3,50	4,50	5,50	6,50	7,50	8,50	6,25	7,25	8,25	6,25	7,25	8,25
DK50	5,00	6,00	7,00	4,75	5,75	6,75	4,75	5,75	6,75	5,00	6,00	7,00	5,00	6,00	7,00
DK51	5,00	6,00	7,00	4,75	5,75	6,75	5,25	6,25	7,25	5,00	6,00	7,00	5,25	6,25	7,25
DK52	6,25	7,25	8,25	4,25	5,25	6,25	6,75	7,75	8,75	4,00	5,00	6,00	6,00	7,00	8,00
DK53	6,25	7,25	8,25	6,50	7,50	8,50	2,75	3,75	4,75	2,50	3,50	4,50	2,50	3,50	4,50
DK54	5,00	6,00	7,00	3,50	4,50	5,50	6,25	7,25	8,25	6,00	7,00	8,00	6,00	7,00	8,00
DK55	5,75	6,75	7,75	4,75	5,75	6,75	6,25	7,25	8,25	6,75	7,75	8,75	6,00	7,00	8,00
DK56	5,75	6,75	7,75	6,50	7,50	8,50	6,50	7,50	8,50	6,00	7,00	8,00	6,00	7,00	8,00
DK57	6,25	7,25	8,25	6,75	7,75	8,75	6,50	7,50	8,50	5,50	6,50	7,50	6,25	7,25	8,25
DK58	6,25	7,25	8,25	4,75	5,75	6,75	6,75	7,75	8,75	6,50	7,50	8,50	6,50	7,50	8,50
DK59	6,00	7,00	8,00	4,25	5,25	6,25	5,00	6,00	7,00	5,75	6,75	7,75	5,75	6,75	7,75
DK60	6,00	7,00	8,00	4,50	5,50	6,50	6,25	7,25	8,25	6,00	7,00	8,00	5,75	6,75	7,75
DK61	6,25	7,25	8,25	3,25	4,25	5,25	6,50	7,50	8,50	6,00	7,00	8,00	5,75	6,75	7,75
DK62	5,75	6,75	7,75	3,75	4,75	5,75	6,00	7,00	8,00	4,75	5,75	6,75	5,50	6,50	7,50
DK63	2,00	3,00	4,00	3,25	4,25	5,25	2,00	3,00	4,00	2,00	3,00	4,00	2,00	3,00	4,00
DK64	2,25	3,25	4,25	3,75	4,75	5,75	2,25	3,25	4,25	1,50	2,50	3,50	1,50	2,50	3,50
DK65	1,00	2,00	3,00	2,75	3,75	4,75	1,00	2,00	3,00	1,25	2,25	3,25	1,50	2,50	3,50
DK66	0,75	1,75	2,75	3,50	4,50	5,50	1,50	2,50	3,50	1,25	2,25	3,25	1,50	2,50	3,50
DK67	2,00	3,00	4,00	3,75	4,75	5,75	2,00	3,00	4,00	1,75	2,75	3,75	1,50	2,50	3,50
DK68	2,25	3,25	4,25	3,00	4,00	5,00	3,00	4,00	5,00	2,25	3,25	4,25	2,25	3,25	4,25
DK69	2,25	3,25	4,25	3,25	4,25	5,25	5,25	6,25	7,25	2,50	3,50	4,50	2,25	3,25	4,25
DK70	1,50	2,50	3,50	3,25	4,25	5,25	1,75	2,75	3,75	1,75	2,75	3,75	1,50	2,50	3,50
DK71	1,75	2,75	3,75	3,25	4,25	5,25	1,50	2,50	3,50	1,75	2,75	3,75	1,75	2,75	3,75
DK72	1,50	2,50	3,50	3,00	4,00	5,00	2,00	3,00	4,00	1,75	2,75	3,75	1,50	2,50	3,50
DK73	1,50	2,50	3,50	3,00	4,00	5,00	1,50	2,50	3,50	1,50	2,50	3,50	1,50	2,50	3,50
DK74	1,50	2,50	3,50	3,75	4,75	5,75	1,75	2,75	3,75	2,25	3,25	4,25	1,75	2,75	3,75

EK-8. Bulanık normalize karar matrisi

Çizelge 8.1. Elde edilen bulanık normalize karar matrisi

	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3			Alternatif 4			Alternatif 5		
DK1	0,50	0,64	0,79	0,68	0,82	0,96	0,64	0,79	0,93	0,71	0,86	1,00	0,64	0,79	0,93
DK2	0,50	0,64	0,79	0,71	0,86	1,00	0,68	0,82	0,96	0,64	0,79	0,93	0,68	0,82	0,96
DK3	0,63	0,78	0,93	0,70	0,85	1,00	0,67	0,81	0,96	0,67	0,81	0,96	0,67	0,81	0,96
DK4	0,68	0,82	0,96	0,68	0,82	0,96	0,68	0,82	0,96	0,61	0,75	0,89	0,71	0,86	1,00
DK5	0,64	0,79	0,93	0,64	0,79	0,93	0,68	0,82	0,96	0,54	0,68	0,82	0,71	0,86	1,00
DK6	0,44	0,67	0,89	0,56	0,78	1,00	0,44	0,67	0,89	0,50	0,72	0,94	0,56	0,78	1,00
DK7	0,35	0,55	0,75	0,60	0,80	1,00	0,45	0,65	0,85	0,55	0,75	0,95	0,60	0,80	1,00
DK8	0,43	0,62	0,81	0,62	0,81	1,00	0,43	0,62	0,81	0,48	0,67	0,86	0,57	0,76	0,95
DK9	0,45	0,65	0,85	0,60	0,80	1,00	0,40	0,60	0,80	0,45	0,65	0,85	0,40	0,60	0,80
DK10	0,50	0,63	0,77	0,67	0,80	0,93	0,37	0,50	0,63	0,53	0,67	0,80	0,73	0,87	1,00
DK11	0,56	0,70	0,85	0,70	0,85	1,00	0,41	0,56	0,70	0,56	0,70	0,85	0,59	0,74	0,89
DK12	0,48	0,61	0,73	0,76	0,88	1,00	0,24	0,36	0,48	0,45	0,58	0,70	0,30	0,42	0,55
DK13	0,74	0,87	1,00	0,71	0,84	0,97	0,61	0,74	0,87	0,68	0,81	0,94	0,71	0,84	0,97
DK14	0,34	0,48	0,62	0,72	0,86	1,00	0,14	0,28	0,41	0,07	0,21	0,34	0,21	0,34	0,48
DK15	0,21	0,42	0,63	0,58	0,79	1,00	0,26	0,47	0,68	0,16	0,37	0,58	0,21	0,42	0,63
DK16	0,20	0,40	0,60	0,60	0,80	1,00	0,25	0,45	0,65	0,30	0,50	0,70	0,30	0,50	0,70
DK17	0,33	0,50	1,00	0,21	0,27	0,36	0,31	0,44	0,80	0,31	0,44	0,80	0,31	0,44	0,80
DK18	0,15	0,30	0,44	0,37	0,52	0,67	0,70	0,85	1,00	0,19	0,33	0,48	0,22	0,37	0,52
DK19	0,21	0,42	0,63	0,58	0,79	1,00	0,32	0,53	0,74	0,26	0,47	0,68	0,26	0,47	0,68
DK20	0,42	0,58	0,75	0,63	0,79	0,96	0,67	0,83	1,00	0,63	0,79	0,96	0,54	0,71	0,88
DK21	0,60	0,75	1,00	0,44	0,52	0,63	0,50	0,60	0,75	0,57	0,71	0,92	0,60	0,75	1,00
DK22	0,59	0,74	0,89	0,70	0,85	1,00	0,63	0,78	0,93	0,48	0,63	0,78	0,63	0,78	0,93
DK23	0,71	0,84	0,97	0,65	0,77	0,90	0,48	0,61	0,74	0,55	0,68	0,81	0,74	0,87	1,00
DK24	0,73	0,85	0,97	0,73	0,85	0,97	0,76	0,88	1,00	0,67	0,79	0,91	0,70	0,82	0,94
DK25	0,67	0,79	0,91	0,76	0,88	1,00	0,73	0,85	0,97	0,76	0,88	1,00	0,76	0,88	1,00
DK26	0,59	0,72	0,84	0,75	0,88	1,00	0,75	0,88	1,00	0,72	0,84	0,97	0,69	0,81	0,94
DK27	0,71	0,82	0,94	0,59	0,71	0,82	0,62	0,74	0,85	0,71	0,82	0,94	0,76	0,88	1,00
DK28	0,70	0,82	0,94	0,61	0,73	0,85	0,73	0,85	0,97	0,76	0,88	1,00	0,76	0,88	1,00
DK29	0,62	0,74	0,85	0,47	0,59	0,71	0,15	0,26	0,38	0,18	0,29	0,41	0,76	0,88	1,00
DK30	0,50	0,59	0,72	0,46	0,54	0,65	0,62	0,76	1,00	0,46	0,54	0,65	0,39	0,45	0,52
DK31	0,76	0,88	1,00	0,62	0,74	0,85	0,71	0,82	0,94	0,74	0,85	0,97	0,74	0,85	0,97
DK32	0,76	0,88	1,00	0,56	0,68	0,79	0,50	0,62	0,74	0,74	0,85	0,97	0,76	0,88	1,00
DK33	0,76	0,88	1,00	0,64	0,76	0,88	0,61	0,73	0,85	0,58	0,70	0,82	0,76	0,88	1,00
DK34	0,74	0,85	0,97	0,65	0,76	0,88	0,62	0,74	0,85	0,56	0,68	0,79	0,76	0,88	1,00
DK35	0,59	0,72	0,84	0,53	0,66	0,78	0,53	0,66	0,78	0,75	0,88	1,00	0,69	0,81	0,94
DK36	0,69	0,83	0,97	0,72	0,86	1,00	0,69	0,83	0,97	0,72	0,86	1,00	0,66	0,79	0,93
DK37	0,55	0,68	0,81	0,61	0,74	0,87	0,55	0,68	0,81	0,74	0,87	1,00	0,65	0,77	0,90
DK38	0,74	0,85	0,97	0,53	0,65	0,76	0,74	0,85	0,97	0,76	0,88	1,00	0,76	0,88	1,00
DK39	0,52	0,64	0,76	0,58	0,70	0,82	0,55	0,67	0,79	0,55	0,67	0,79	0,76	0,88	1,00
DK40	0,68	0,81	0,94	0,71	0,84	0,97	0,71	0,84	0,97	0,71	0,84	0,97	0,74	0,87	1,00
DK41	0,54	0,71	0,88	0,67	0,83	1,00	0,67	0,83	1,00	0,54	0,71	0,88	0,54	0,71	0,88
DK42	0,72	0,86	1,00	0,69	0,83	0,97	0,66	0,79	0,93	0,34	0,48	0,62	0,62	0,76	0,90
DK43	0,74	0,85	1,00	0,72	0,82	0,96	0,68	0,77	0,88	0,72	0,82	0,96	0,74	0,85	1,00
DK44	0,58	0,66	0,76	0,70	0,83	1,00	0,56	0,63	0,73	0,59	0,68	0,79	0,58	0,66	0,76
DK45	0,69	0,82	1,00	0,62	0,72	0,86	0,58	0,67	0,78	0,62	0,72	0,86	0,56	0,64	0,75
DK46	0,75	0,86	1,00	0,71	0,80	0,92	0,71	0,80	0,92	0,73	0,83	0,96	0,73	0,83	0,96
DK47	0,74	0,85	0,97	0,65	0,76	0,88	0,74	0,85	0,97	0,76	0,88	1,00	0,76	0,88	1,00
DK48	0,71	0,86	1,00	0,50	0,64	0,79	0,54	0,68	0,82	0,68	0,82	0,96	0,50	0,64	0,79
DK49	0,71	0,82	0,94	0,41	0,53	0,65	0,76	0,88	1,00	0,74	0,85	0,97	0,74	0,85	0,97
DK50	0,71	0,86	1,00	0,68	0,82	0,96	0,68	0,82	0,96	0,71	0,86	1,00	0,71	0,86	1,00
DK51	0,69	0,83	0,97	0,66	0,79	0,93	0,72	0,86	1,00	0,69	0,83	0,97	0,72	0,86	1,00
DK52	0,71	0,83	0,94	0,49	0,60	0,71	0,77	0,89	1,00	0,46	0,57	0,69	0,69	0,80	0,91
DK53	0,74	0,85	0,97	0,76	0,88	1,00	0,32	0,44	0,56	0,29	0,41	0,53	0,29	0,41	0,53
DK54	0,50	0,58	0,70	0,64	0,78	1,00	0,42	0,48	0,56	0,44	0,50	0,58	0,44	0,50	0,58
DK55	0,66	0,77	0,89	0,54	0,66	0,77	0,71	0,83	0,94	0,77	0,89	1,00	0,69	0,80	0,91
DK56	0,74	0,85	1,00	0,68	0,77	0,88	0,68	0,77	0,88	0,72	0,82	0,96	0,72	0,82	0,96
DK57	0,67	0,76	0,88	0,63	0,71	0,81	0,65	0,73	0,85	0,73	0,85	1,00	0,67	0,76	0,88
DK58	0,58	0,66	0,76	0,70	0,83	1,00	0,54	0,61	0,70	0,56	0,63	0,73	0,56	0,63	0,73
DK59	0,53	0,61	0,71	0,68	0,81	1,00	0,61	0,71	0,85	0,55	0,63	0,74	0,55	0,63	0,74
DK60	0,73	0,85	0,97	0,55	0,67	0,79	0,76	0,88	1,00	0,73	0,85	0,97	0,70	0,82	0,94
DK61	0,39	0,45	0,52	0,62	0,76	1,00	0,38	0,43	0,50	0,41	0,46	0,54	0,42	0,48	0,57
DK62	0,72	0,84	0,97	0,47	0,59	0,72	0,75	0,88	1,00	0,59	0,72	0,84	0,69	0,81	0,94
DK63	0,38	0,57	0,76	0,62	0,81	1,00	0,38	0,57	0,76	0,38	0,57	0,76	0,38	0,57	0,76
DK64	0,35	0,46	0,67	0,26	0,32	0,40	0,35	0,46	0,67	0,43	0,60	1,00	0,43	0,60	1,00
DK65	0,21	0,42	0,63	0,58	0,79	1,00	0,21	0,42	0,63	0,26	0,47	0,68	0,32	0,53	0,74
DK66	0,14	0,32	0,50	0,64	0,82	1,00	0,27	0,45	0,64	0,23	0,41	0,59	0,27	0,45	0,64
DK67	0,35	0,52	0,70	0,65	0,83	1,00	0,35	0,52	0,70	0,30	0,48	0,65	0,26	0,43	0,61
DK68	0,45	0,65	0,85	0,60	0,80	1,00	0,60	0,80	1,00	0,45	0,65	0,85	0,45	0,65	0,85
DK69	0,31	0,45	0,59	0,45	0,59	0,72	0,72	0,86	1,00	0,34	0,48	0,62	0,31	0,45	0,59
DK70	0,29	0,48	0,67	0,62	0,81	1,00	0,33	0,52	0,71	0,33	0,52	0,71	0,29	0,48	0,67
DK71	0,33	0,52	0,71	0,62	0,81	1,00	0,29	0,48	0,67	0,33	0,52	0,71	0,33	0,52	0,71
DK72	0,30	0,50	0,70	0,60	0,80	1,00	0,40	0,60	0,80	0,35	0,55	0,75	0,30	0,50	0,70
DK73	0,30	0,50	0,70	0,60	0,80	1,00	0,30	0,50	0,70	0,30	0,50	0,70	0,30	0,50	0,70
DK74	0,26	0,43	0,61	0,65	0,83	1,00	0,30	0,48	0,65	0,39	0,57	0,74	0,30	0,48	0,65

EK-9. Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi

Çizelge 9.1. Elde edilen ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi

		Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3			Alternatif 4			Alternatif 5		
DK1	0,00808	0,004	0,005	0,006	0,005	0,007	0,008	0,005	0,006	0,007	0,006	0,007	0,008	0,005	0,006	0,007
DK2	0,00808	0,004	0,005	0,006	0,006	0,007	0,008	0,005	0,007	0,008	0,005	0,006	0,007	0,005	0,007	0,008
DK3	0,00734	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007
DK4	0,00734	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,004	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007
DK5	0,00734	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,004	0,005	0,006	0,005	0,006	0,007
DK6	0,00160	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002
DK7	0,00160	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002
DK8	0,00160	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002
DK9	0,00160	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
DK10	0,00616	0,003	0,004	0,005	0,004	0,005	0,006	0,002	0,003	0,004	0,003	0,004	0,005	0,005	0,005	0,006
DK11	0,00616	0,003	0,004	0,005	0,004	0,005	0,006	0,003	0,003	0,004	0,003	0,004	0,005	0,004	0,005	0,005
DK12	0,00616	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,001	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,003	0,003
DK13	0,00916	0,007	0,008	0,009	0,006	0,008	0,009	0,006	0,007	0,008	0,006	0,007	0,009	0,006	0,008	0,009
DK14	0,00469	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,001	0,001	0,002	0,000	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002
DK15	0,00469	0,001	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003
DK16	0,00469	0,001	0,002	0,003	0,003	0,004	0,005	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003
DK17	0,00469	0,002	0,002	0,005	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,004	0,001	0,002	0,004	0,001	0,002	0,004
DK18	0,00387	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002
DK19	0,00387	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003
DK20	0,01695	0,007	0,010	0,013	0,011	0,013	0,016	0,011	0,014	0,017	0,011	0,013	0,016	0,009	0,012	0,015
DK21	0,01695	0,010	0,013	0,017	0,008	0,009	0,011	0,008	0,010	0,013	0,010	0,012	0,016	0,010	0,013	0,017
DK22	0,03462	0,021	0,026	0,031	0,024	0,029	0,035	0,022	0,027	0,032	0,017	0,022	0,027	0,022	0,027	0,032
DK23	0,02226	0,016	0,019	0,022	0,014	0,017	0,020	0,011	0,014	0,017	0,012	0,015	0,018	0,017	0,019	0,022
DK24	0,02226	0,016	0,019	0,022	0,016	0,019	0,022	0,017	0,020	0,022	0,015	0,018	0,020	0,016	0,018	0,021
DK25	0,02490	0,017	0,020	0,023	0,019	0,022	0,025	0,018	0,021	0,024	0,019	0,022	0,025	0,019	0,022	0,025
DK26	0,02490	0,015	0,018	0,021	0,019	0,022	0,025	0,019	0,022	0,025	0,018	0,021	0,024	0,017	0,020	0,023
DK27	0,01254	0,009	0,010	0,012	0,007	0,009	0,010	0,008	0,009	0,011	0,009	0,010	0,012	0,010	0,011	0,013
DK28	0,01254	0,009	0,010	0,012	0,008	0,009	0,011	0,009	0,011	0,012	0,010	0,011	0,013	0,010	0,011	0,013
DK29	0,01957	0,012	0,014	0,017	0,009	0,012	0,014	0,003	0,005	0,007	0,003	0,006	0,008	0,015	0,017	0,020
DK30	0,02008	0,010	0,012	0,015	0,009	0,011	0,013	0,012	0,015	0,020	0,009	0,011	0,013	0,008	0,009	0,010
DK31	0,02477	0,019	0,022	0,025	0,015	0,018	0,021	0,017	0,020	0,023	0,018	0,021	0,024	0,018	0,021	0,024
DK32	0,01725	0,013	0,015	0,017	0,010	0,012	0,014	0,009	0,011	0,013	0,013	0,015	0,017	0,013	0,015	0,017
DK33	0,01725	0,013	0,015	0,017	0,011	0,013	0,015	0,010	0,013	0,015	0,010	0,012	0,014	0,013	0,015	0,017
DK34	0,04295	0,032	0,037	0,042	0,028	0,033	0,038	0,027	0,032	0,037	0,024	0,029	0,034	0,033	0,038	0,043
DK35	0,01717	0,010	0,012	0,014	0,009	0,011	0,013	0,009	0,011	0,013	0,013	0,015	0,017	0,012	0,014	0,016
DK36	0,00865	0,006	0,007	0,008	0,006	0,007	0,009	0,006	0,007	0,008	0,006	0,007	0,009	0,006	0,007	0,008
DK37	0,00865	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,008	0,005	0,006	0,007	0,006	0,008	0,009	0,006	0,007	0,008
DK38	0,00932	0,007	0,008	0,009	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,009	0,007	0,008	0,009	0,007	0,008	0,009
DK39	0,00932	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,008	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,009
DK40	0,01905	0,013	0,015	0,018	0,014	0,016	0,018	0,014	0,016	0,018	0,014	0,016	0,018	0,014	0,017	0,019
DK41	0,01079	0,006	0,008	0,009	0,007	0,009	0,011	0,007	0,009	0,011	0,006	0,008	0,009	0,006	0,008	0,009
DK42	0,01079	0,008	0,009	0,011	0,007	0,009	0,010	0,007	0,009	0,010	0,004	0,005	0,007	0,007	0,008	0,010
DK43	0,01735	0,013	0,015	0,017	0,012	0,014	0,017	0,012	0,013	0,015	0,012	0,014	0,017	0,013	0,015	0,017
DK44	0,01735	0,010	0,011	0,013	0,012	0,014	0,017	0,010	0,011	0,013	0,010	0,012	0,014	0,010	0,011	0,013
DK45	0,01213	0,008	0,010	0,012	0,008	0,009	0,010	0,007	0,008	0,009	0,008	0,009	0,010	0,007	0,008	0,009
DK46	0,01501	0,011	0,013	0,015	0,011	0,012	0,014	0,011	0,012	0,014	0,011	0,012	0,014	0,011	0,012	0,014
DK47	0,00543	0,004	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005
DK48	0,00543	0,004	0,005	0,005	0,003	0,003	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,003	0,003	0,004
DK49	0,00543	0,004	0,004	0,005	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005
DK50	0,00543	0,004	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005
DK51	0,00543	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,004	0,005	0,005
DK52	0,01103	0,008	0,009	0,010	0,005	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,005	0,006	0,008	0,008	0,009	0,010
DK53	0,01103	0,008	0,009	0,011	0,008	0,010	0,011	0,004	0,005	0,006	0,003	0,005	0,006	0,003	0,005	0,006
DK54	0,02860	0,014	0,017	0,020	0,018	0,022	0,029	0,012	0,014	0,016	0,013	0,014	0,017	0,013	0,014	0,017
DK55	0,02860	0,019	0,022	0,025	0,016	0,019	0,022	0,020	0,024	0,027	0,022	0,025	0,029	0,020	0,023	0,026
DK56	0,00844	0,006	0,007	0,008	0,006	0,006	0,007	0,006	0,006	0,007	0,006	0,007	0,008	0,006	0,007	0,008
DK57	0,00844	0,006	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,006	0,007	0,008	0,006	0,006	0,007
DK58	0,00844	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,008	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,006
DK59	0,00844	0,004	0,005	0,006	0,006	0,007	0,008	0,005	0,006	0,007	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,006
DK60	0,03484	0,025	0,030	0,034	0,019	0,023	0,027	0,026	0,031	0,035	0,025	0,030	0,034	0,024	0,029	0,033
DK61	0,03484	0,014	0,016	0,018	0,022	0,027	0,035	0,013	0,015	0,017	0,014	0,016	0,019	0,015	0,017	0,020
DK62	0,03484	0,025	0,029	0,034	0,016	0,021	0,025	0,026	0,030	0,035	0,021	0,025	0,029	0,024	0,028	0,033
DK63	0,01926	0,007	0,011	0,015	0,012	0,016	0,019	0,007	0,011	0,015	0,007	0,011	0,015	0,007	0,011	0,015
DK64	0,01926	0,007	0,009	0,013	0,005	0,006	0,008	0,007	0,009	0,013	0,008	0,012	0,019	0,008	0,012	0,019
DK65	0,01150	0,002	0,005	0,007	0,007	0,009	0,011	0,002	0,005	0,007	0,003	0,005	0,008	0,004	0,006	0,008
DK66	0,01150	0,002	0,004	0,006	0,007	0,009	0,011	0,003	0,005	0,007	0,003	0,005	0,007	0,003	0,005	0,007
DK67	0,00915	0,003	0,005	0,006	0,006	0,008	0,009	0,003	0,005	0,006	0,003	0,004	0,006	0,002	0,004	0,006
DK68	0,01227	0,006	0,008	0,010	0,007	0,010	0,012	0,007	0,010	0,012	0,006	0,008	0,010	0,006	0,008	0,010
DK69	0,01227	0,004	0,006	0,007	0,006	0,007	0,009	0,009	0,011	0,012	0,004	0,006	0,008	0,004	0,006	0,007
DK70	0,01227	0,004	0,006	0,008	0,008	0,010	0,012	0,004	0,006	0,009	0,004	0,006	0,009	0,004	0,006	0,008
DK71	0,01744	0,006	0,009	0,012	0,011	0,014	0,017	0,005	0,008	0,012	0,006	0,009	0,012	0,006	0,009	0,012
DK72	0,01744	0,005	0,009	0,012	0,010	0,014	0,017	0,007	0,010	0,014	0,006	0,010	0,013	0,005	0,009	0,012
DK73	0,01097	0,003	0,005	0,008	0,007	0,009	0,011	0,003	0,005	0,008	0,003	0,005	0,008	0,003	0,005	0,008
DK74	0,01097	0,003	0,005	0,007	0,007	0,009	0,011	0,003	0,005	0,007	0,004	0,006	0,008	0,003	0,005	0,007

EK-10. BPİÇ ve BNİÇ bulanık değerleri

Çizelge 10.1. Elde edilen BPİÇ ve BNİÇ bulanık değerleri

	Pozitif			Negatif		
DK1	0,008	0,008	0,008	0,004	0,004	0,004
DK2	0,008	0,008	0,008	0,004	0,004	0,004
DK3	0,007	0,007	0,007	0,005	0,005	0,005
DK4	0,007	0,007	0,007	0,004	0,004	0,004
DK5	0,007	0,007	0,007	0,004	0,004	0,004
DK6	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
DK7	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
DK8	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
DK9	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
DK10	0,006	0,006	0,006	0,002	0,002	0,002
DK11	0,006	0,006	0,006	0,003	0,003	0,003
DK12	0,006	0,006	0,006	0,001	0,001	0,001
DK13	0,009	0,009	0,009	0,006	0,006	0,006
DK14	0,005	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000
DK15	0,005	0,005	0,005	0,001	0,001	0,001
DK16	0,005	0,005	0,005	0,001	0,001	0,001
DK17	0,005	0,005	0,005	0,001	0,001	0,001
DK18	0,004	0,004	0,004	0,001	0,001	0,001
DK19	0,004	0,004	0,004	0,001	0,001	0,001
DK20	0,017	0,017	0,017	0,007	0,007	0,007
DK21	0,017	0,017	0,017	0,008	0,008	0,008
DK22	0,035	0,035	0,035	0,017	0,017	0,017
DK23	0,022	0,022	0,022	0,011	0,011	0,011
DK24	0,022	0,022	0,022	0,015	0,015	0,015
DK25	0,025	0,025	0,025	0,017	0,017	0,017
DK26	0,025	0,025	0,025	0,015	0,015	0,015
DK27	0,013	0,013	0,013	0,007	0,007	0,007
DK28	0,013	0,013	0,013	0,008	0,008	0,008
DK29	0,020	0,020	0,020	0,003	0,003	0,003
DK30	0,020	0,020	0,020	0,008	0,008	0,008
DK31	0,025	0,025	0,025	0,015	0,015	0,015
DK32	0,017	0,017	0,017	0,009	0,009	0,009
DK33	0,017	0,017	0,017	0,010	0,010	0,010
DK34	0,043	0,043	0,043	0,024	0,024	0,024
DK35	0,017	0,017	0,017	0,009	0,009	0,009
DK36	0,009	0,009	0,009	0,006	0,006	0,006
DK37	0,009	0,009	0,009	0,005	0,005	0,005
DK38	0,009	0,009	0,009	0,005	0,005	0,005
DK39	0,009	0,009	0,009	0,005	0,005	0,005
DK40	0,019	0,019	0,019	0,013	0,013	0,013
DK41	0,011	0,011	0,011	0,006	0,006	0,006
DK42	0,011	0,011	0,011	0,004	0,004	0,004
DK43	0,017	0,017	0,017	0,012	0,012	0,012
DK44	0,017	0,017	0,017	0,010	0,010	0,010
DK45	0,012	0,012	0,012	0,007	0,007	0,007
DK46	0,015	0,015	0,015	0,011	0,011	0,011
DK47	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004
DK48	0,005	0,005	0,005	0,003	0,003	0,003
DK49	0,005	0,005	0,005	0,002	0,002	0,002
DK50	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004
DK51	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004
DK52	0,011	0,011	0,011	0,005	0,005	0,005
DK53	0,011	0,011	0,011	0,003	0,003	0,003
DK54	0,029	0,029	0,029	0,012	0,012	0,012
DK55	0,029	0,029	0,029	0,016	0,016	0,016
DK56	0,008	0,008	0,008	0,006	0,006	0,006
DK57	0,008	0,008	0,008	0,005	0,005	0,005
DK58	0,008	0,008	0,008	0,005	0,005	0,005
DK59	0,008	0,008	0,008	0,004	0,004	0,004
DK60	0,035	0,035	0,035	0,019	0,019	0,019
DK61	0,035	0,035	0,035	0,013	0,013	0,013
DK62	0,035	0,035	0,035	0,016	0,016	0,016
DK63	0,019	0,019	0,019	0,007	0,007	0,007
DK64	0,019	0,019	0,019	0,005	0,005	0,005
DK65	0,011	0,011	0,011	0,002	0,002	0,002
DK66	0,011	0,011	0,011	0,002	0,002	0,002
DK67	0,009	0,009	0,009	0,002	0,002	0,002
DK68	0,012	0,012	0,012	0,006	0,006	0,006
DK69	0,012	0,012	0,012	0,004	0,004	0,004
DK70	0,012	0,012	0,012	0,004	0,004	0,004
DK71	0,017	0,017	0,017	0,005	0,005	0,005
DK72	0,017	0,017	0,017	0,005	0,005	0,005
DK73	0,011	0,011	0,011	0,003	0,003	0,003
DK74	0,011	0,011	0,011	0,003	0,003	0,003

EK-11. Kriterlerin en iyi ve en kötü bulanık değerleri

Çizelge 11.1. Elde edilen kriterlerin en iyi ve en kötü bulanık değerleri

	f*			f-		
DK1	5,00	6,00	7,00	3,50	4,50	5,50
DK2	5,00	6,00	7,00	3,50	4,50	5,50
DK3	4,75	5,75	6,75	4,25	5,25	6,25
DK4	5,00	6,00	7,00	4,25	5,25	6,25
DK5	5,00	6,00	7,00	3,75	4,75	5,75
DK6	2,50	3,50	4,50	2,00	3,00	4,00
DK7	3,00	4,00	5,00	1,75	2,75	3,75
DK8	3,25	4,25	5,25	2,25	3,25	4,25
DK9	3,00	4,00	5,00	2,00	3,00	4,00
DK10	5,50	6,50	7,50	2,75	3,75	4,75
DK11	4,75	5,75	6,75	2,75	3,75	4,75
DK12	6,25	7,25	8,25	2,00	3,00	4,00
DK13	5,75	6,75	7,75	4,75	5,75	6,75
DK14	5,25	6,25	7,25	0,50	1,50	2,50
DK15	2,75	3,75	4,75	0,75	1,75	2,75
DK16	3,00	4,00	5,00	1,00	2,00	3,00
DK17	1,00	2,00	3,00	2,75	3,75	4,75
DK18	4,75	5,75	6,75	1,00	2,00	3,00
DK19	2,75	3,75	4,75	1,00	2,00	3,00
DK20	4,00	5,00	6,00	2,50	3,50	4,50
DK21	3,00	4,00	5,00	4,75	5,75	6,75
DK22	4,75	5,75	6,75	3,25	4,25	5,25
DK23	5,75	6,75	7,75	3,75	4,75	5,75
DK24	6,25	7,25	8,25	5,50	6,50	7,50
DK25	6,25	7,25	8,25	5,50	6,50	7,50
DK26	6,00	7,00	8,00	4,75	5,75	6,75
DK27	6,50	7,50	8,50	5,00	6,00	7,00
DK28	6,25	7,25	8,25	5,00	6,00	7,00
DK29	6,50	7,50	8,50	1,25	2,25	3,25
DK30	3,25	4,25	5,25	6,25	7,25	8,25
DK31	6,50	7,50	8,50	5,25	6,25	7,25
DK32	6,50	7,50	8,50	4,25	5,25	6,25
DK33	6,25	7,25	8,25	4,75	5,75	6,75
DK34	6,50	7,50	8,50	4,75	5,75	6,75
DK35	6,00	7,00	8,00	4,25	5,25	6,25
DK36	5,25	6,25	7,25	4,75	5,75	6,75
DK37	5,75	6,75	7,75	4,25	5,25	6,25
DK38	6,50	7,50	8,50	4,50	5,50	6,50
DK39	6,25	7,25	8,25	4,25	5,25	6,25
DK40	5,75	6,75	7,75	5,25	6,25	7,25
DK41	4,00	5,00	6,00	3,25	4,25	5,25
DK42	5,25	6,25	7,25	2,50	3,50	4,50
DK43	5,75	6,75	7,75	6,50	7,50	8,50
DK44	4,75	5,75	6,75	6,50	7,50	8,50
DK45	4,50	5,50	6,50	6,00	7,00	8,00
DK46	6,00	7,00	8,00	6,50	7,50	8,50
DK47	6,50	7,50	8,50	5,50	6,50	7,50
DK48	5,00	6,00	7,00	3,50	4,50	5,50
DK49	6,50	7,50	8,50	3,50	4,50	5,50
DK50	5,00	6,00	7,00	4,75	5,75	6,75
DK51	5,25	6,25	7,25	4,75	5,75	6,75
DK52	6,75	7,75	8,75	4,00	5,00	6,00
DK53	6,50	7,50	8,50	2,50	3,50	4,50
DK54	3,50	4,50	5,50	6,25	7,25	8,25
DK55	6,75	7,75	8,75	4,75	5,75	6,75
DK56	5,75	6,75	7,75	6,50	7,50	8,50
DK57	5,50	6,50	7,50	6,75	7,75	8,75
DK58	4,75	5,75	6,75	6,75	7,75	8,75
DK59	4,25	5,25	6,25	6,00	7,00	8,00
DK60	6,25	7,25	8,25	4,50	5,50	6,50
DK61	3,25	4,25	5,25	6,50	7,50	8,50
DK62	6,00	7,00	8,00	3,75	4,75	5,75
DK63	3,25	4,25	5,25	2,00	3,00	4,00
DK64	1,50	2,50	3,50	3,75	4,75	5,75
DK65	2,75	3,75	4,75	1,00	2,00	3,00
DK66	3,50	4,50	5,50	0,75	1,75	2,75
DK67	3,75	4,75	5,75	1,50	2,50	3,50
DK68	3,00	4,00	5,00	2,25	3,25	4,25
DK69	5,25	6,25	7,25	2,25	3,25	4,25
DK70	3,25	4,25	5,25	1,50	2,50	3,50
DK71	3,25	4,25	5,25	1,50	2,50	3,50
DK72	3,00	4,00	5,00	1,50	2,50	3,50
DK73	3,00	4,00	5,00	1,50	2,50	3,50
DK74	3,75	4,75	5,75	1,50	2,50	3,50

EK-12. w_j x $\tilde{d}_{ij}$ sonuçları ile $\tilde{S}_i$ ve $\tilde{R}_i$ değerleri

Çizelge 12.1. Elde edilen w_j x $\tilde{d}_{ij}$ sonuçları ile $\tilde{S}_i$ ve $\tilde{R}_i$ değerleri

	Alternatif 1			Alternatif 2			Alternatif 3			Alternatif 4			Alternatif 5		
DK1	0,0081	0,0081	0,0081	0,0013	0,0013	0,0013	0,0027	0,0027	0,0027	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027	0,0027
DK2	0,0081	0,0081	0,0081	0,0000	0,0000	0,0000	0,0013	0,0013	0,0013	0,0027	0,0027	0,0027	0,0013	0,0013	0,0013
DK3	0,0073	0,0073	0,0073	0,0000	0,0000	0,0000	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037	0,0037
DK4	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0024	0,0073	0,0073	0,0073	0,0000	0,0000	0,0000
DK5	0,0029	0,0029	0,0029	0,0029	0,0029	0,0029	0,0015	0,0015	0,0015	0,0073	0,0073	0,0073	0,0000	0,0000	0,0000
DK6	0,0016	0,0016	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0016	0,0016	0,0008	0,0008	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000
DK7	0,0016	0,0016	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0003	0,0003	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000
DK8	0,0016	0,0016	0,0016	0,0000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0016	0,0016	0,0012	0,0012	0,0012	0,0004	0,0004	0,0004
DK9	0,0012	0,0012	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0016	0,0016	0,0016	0,0012	0,0012	0,0012	0,0016	0,0016	0,0016
DK10	0,0039	0,0039	0,0039	0,0011	0,0011	0,0011	0,0062	0,0062	0,0062	0,0034	0,0034	0,0034	0,0000	0,0000	0,0000
DK11	0,0031	0,0031	0,0031	0,0000	0,0000	0,0000	0,0062	0,0062	0,0062	0,0031	0,0031	0,0031	0,0023	0,0023	0,0023
DK12	0,0033	0,0033	0,0033	0,0000	0,0000	0,0000	0,0062	0,0062	0,0062	0,0036	0,0036	0,0036	0,0054	0,0054	0,0054
DK13	0,0000	0,0000	0,0000	0,0023	0,0023	0,0023	0,0092	0,0092	0,0092	0,0046	0,0046	0,0046	0,0023	0,0023	0,0023
DK14	0,0027	0,0027	0,0027	0,0000	0,0000	0,0000	0,0042	0,0042	0,0042	0,0047	0,0047	0,0047	0,0037	0,0037	0,0037
DK15	0,0041	0,0041	0,0041	0,0000	0,0000	0,0000	0,0035	0,0035	0,0035	0,0047	0,0047	0,0047	0,0041	0,0041	0,0041
DK16	0,0047	0,0047	0,0047	0,0000	0,0000	0,0000	0,0041	0,0041	0,0041	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
DK17	0,0000	0,0000	0,0000	0,0047	0,0047	0,0047	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
DK18	0,0039	0,0039	0,0039	0,0023	0,0023	0,0023	0,0000	0,0000	0,0000	0,0036	0,0036	0,0036	0,0034	0,0034	0,0034
DK19	0,0039	0,0039	0,0039	0,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,0028	0,0028	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033
DK20	0,0169	0,0169	0,0169	0,0028	0,0028	0,0028	0,0000	0,0000	0,0000	0,0028	0,0028	0,0028	0,0085	0,0085	0,0085
DK21	0,0000	0,0000	0,0000	0,0169	0,0169	0,0169	0,0097	0,0097	0,0097	0,0024	0,0024	0,0024	0,0000	0,0000	0,0000
DK22	0,0173	0,0173	0,0173	0,0000	0,0000	0,0000	0,0115	0,0115	0,0115	0,0346	0,0346	0,0346	0,0115	0,0115	0,0115
DK23	0,0028	0,0028	0,0028	0,0083	0,0083	0,0083	0,0223	0,0223	0,0223	0,0167	0,0167	0,0167	0,0000	0,0000	0,0000
DK24	0,0074	0,0074	0,0074	0,0074	0,0074	0,0074	0,0000	0,0000	0,0000	0,0223	0,0223	0,0223	0,0148	0,0148	0,0148
DK25	0,0249	0,0249	0,0249	0,0000	0,0000	0,0000	0,0083	0,0083	0,0083	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DK26	0,0249	0,0249	0,0249	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0050	0,0050	0,0050	0,0100	0,0100	0,0100
DK27	0,0042	0,0042	0,0042	0,0125	0,0125	0,0125	0,0105	0,0105	0,0105	0,0042	0,0042	0,0042	0,0000	0,0000	0,0000
DK28	0,0050	0,0050	0,0050	0,0125	0,0125	0,0125	0,0025	0,0025	0,0025	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DK29	0,0047	0,0047	0,0047	0,0093	0,0093	0,0093	0,0196	0,0196	0,0196	0,0186	0,0186	0,0186	0,0000	0,0000	0,0000
DK30	0,0084	0,0084	0,0084	0,0117	0,0117	0,0117	0,0000	0,0000	0,0000	0,0117	0,0117	0,0117	0,0201	0,0201	0,0201
DK31	0,0000	0,0000	0,0000	0,0248	0,0248	0,0248	0,0099	0,0099	0,0099	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050
DK32	0,0000	0,0000	0,0000	0,0134	0,0134	0,0134	0,0172	0,0172	0,0172	0,0019	0,0019	0,0019	0,0000	0,0000	0,0000
DK33	0,0000	0,0000	0,0000	0,0115	0,0115	0,0115	0,0144	0,0144	0,0144	0,0172	0,0172	0,0172	0,0000	0,0000	0,0000
DK34	0,0061	0,0061	0,0061	0,0245	0,0245	0,0245	0,0307	0,0307	0,0307	0,0429	0,0429	0,0429	0,0000	0,0000	0,0000
DK35	0,0123	0,0123	0,0123	0,0172	0,0172	0,0172	0,0172	0,0172	0,0172	0,0000	0,0000	0,0000	0,0049	0,0049	0,0049
DK36	0,0043	0,0043	0,0043	0,0000	0,0000	0,0000	0,0043	0,0043	0,0043	0,0000	0,0000	0,0000	0,0087	0,0087	0,0087
DK37	0,0087	0,0087	0,0087	0,0058	0,0058	0,0058	0,0087	0,0087	0,0087	0,0000	0,0000	0,0000	0,0043	0,0043	0,0043
DK38	0,0012	0,0012	0,0012	0,0093	0,0093	0,0093	0,0012	0,0012	0,0012	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DK39	0,0093	0,0093	0,0093	0,0070	0,0070	0,0070	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0082	0,0000	0,0000	0,0000
DK40	0,0190	0,0190	0,0190	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0095	0,0000	0,0000	0,0000
DK41	0,0108	0,0108	0,0108	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108	0,0108
DK42	0,0000	0,0000	0,0000	0,0010	0,0010	0,0010	0,0020	0,0020	0,0020	0,0108	0,0108	0,0108	0,0029	0,0029	0,0029
DK43	0,0000	0,0000	0,0000	0,0058	0,0058	0,0058	0,0174	0,0174	0,0174	0,0058	0,0058	0,0058	0,0000	0,0000	0,0000
DK44	0,0149	0,0149	0,0149	0,0000	0,0000	0,0000	0,0174	0,0174	0,0174	0,0124	0,0124	0,0124	0,0149	0,0149	0,0149
DK45	0,0000	0,0000	0,0000	0,0061	0,0061	0,0061	0,0101	0,0101	0,0101	0,0061	0,0061	0,0061	0,0121	0,0121	0,0121
DK46	0,0000	0,0000	0,0000	0,0150	0,0150	0,0150	0,0150	0,0150	0,0150	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075	0,0075
DK47	0,0014	0,0014	0,0014	0,0054	0,0054	0,0054	0,0014	0,0014	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DK48	0,0000	0,0000	0,0000	0,0054	0,0054	0,0054	0,0045	0,0045	0,0045	0,0009	0,0009	0,0009	0,0054	0,0054	0,0054
DK49	0,0009	0,0009	0,0009	0,0054	0,0054	0,0054	0,0000	0,0000	0,0000	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
DK50	0,0000	0,0000	0,0000	0,0054	0,0054	0,0054	0,0054	0,0054	0,0054	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DK51	0,0027	0,0027	0,0027	0,0054	0,0054	0,0054	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0027	0,0027	0,0000	0,0000	0,0000
DK52	0,0020	0,0020	0,0020	0,0100	0,0100	0,0100	0,0000	0,0000	0,0000	0,0110	0,0110	0,0110	0,0030	0,0030	0,0030
DK53	0,0007	0,0007	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0103	0,0103	0,0103	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110
DK54	0,0156	0,0156	0,0156	0,0000	0,0000	0,0000	0,0286	0,0286	0,0286	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260	0,0260
DK55	0,0143	0,0143	0,0143	0,0286	0,0286	0,0286	0,0071	0,0071	0,0071	0,0000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0107	0,0107
DK56	0,0000	0,0000	0,0000	0,0084	0,0084	0,0084	0,0084	0,0084	0,0084	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028	0,0028
DK57	0,0051	0,0051	0,0051	0,0084	0,0084	0,0084	0,0068	0,0068	0,0068	0,0000	0,0000	0,0000	0,0051	0,0051	0,0051
DK58	0,0063	0,0063	0,0063	0,0000	0,0000	0,0000	0,0084	0,0084	0,0084	0,0074	0,0074	0,0074	0,0074	0,0074	0,0074
DK59	0,0084	0,0084	0,0084	0,0000	0,0000	0,0000	0,0036	0,0036	0,0036	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072	0,0072
DK60	0,0050	0,0050	0,0050	0,0348	0,0348	0,0348	0,0000	0,0000	0,0000	0,0050	0,0050	0,0050	0,0100	0,0100	0,0100
DK61	0,0322	0,0322	0,0322	0,0000	0,0000	0,0000	0,0348	0,0348	0,0348	0,0295	0,0295	0,0295	0,0268	0,0268	0,0268
DK62	0,0039	0,0039	0,0039	0,0348	0,0348	0,0348	0,0000	0,0000	0,0000	0,0194	0,0194	0,0194	0,0077	0,0077	0,0077
DK63	0,0193	0,0193	0,0193	0,0000	0,0000	0,0000	0,0193	0,0193	0,0193	0,0193	0,0193	0,0193	0,0193	0,0193	0,0193
DK64	0,0064	0,0064	0,0064	0,0193	0,0193	0,0193	0,0064	0,0064	0,0064	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
DK65	0,0115	0,0115	0,0115	0,0000	0,0000	0,0000	0,0115	0,0115	0,0115	0,0099	0,0099	0,0099	0,0082	0,0082	0,0082
DK66	0,0115	0,0115	0,0115	0,0000	0,0000	0,0000	0,0084	0,0084	0,0084	0,0094	0,0094	0,0094	0,0084	0,0084	0,0084
DK67	0,0071	0,0071	0,0071	0,0000	0,0000	0,0000	0,0071	0,0071	0,0071	0,0081	0,0081	0,0081	0,0091	0,0091	0,0091
DK68	0,0123	0,0123	0,0123	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123	0,0123
DK69	0,0123	0,0123	0,0123	0,0082	0,0082	0,0082	0,0000	0,0000	0,0000	0,0112	0,0112	0,0112	0,0123	0,0123	0,0123
DK70	0,0123	0,0123	0,0123	0,0000	0,0000	0,0000	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0105	0,0123	0,0123	0,0123
DK71	0,0150	0,0150	0,0150	0,0000	0,0000	0,0000	0,0174	0,0174	0,0174	0,0150	0,0150	0,0150	0,0150	0,0150	0,0150
DK72	0,0174	0,0174	0,0174	0,0000	0,0000	0,0000	0,0116	0,0116	0,0116	0,0145	0,0145	0,0145	0,0174	0,0174	0,0174
DK73	0,0110	0,0110	0,0110	0,0000	0,0000	0,0000	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110	0,0110
DK74	0,0110	0,0110	0,0110	0,0000	0,0000	0,0000	0,0097	0,0097	0,0097	0,0073	0,0073	0,0073	0,0097	0,0097	0,0097
Si	0,5127	0,5127	0,5127	0,4294	0,4294	0,4294	0,5600	0,5600	0,5600	0,5679	0,5679	0,5679	0,4329	0,4329	0,4329
Ri	0,0322	0,0322	0,0322	0,0348	0,0348	0,0348	0,0348	0,0348	0,0348	0,0429	0,0429	0,0429	0,0268	0,0268	0,0268



GAZİ GELECEKTİR...