

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
AKILLI SİSTEMLER MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**KÜRESEL BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI İLE
TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN YAŞAM ENDEKSLERİ
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Damla KARA

Danışman

Doç. Dr. Aslı ÇALIŞ BOYACI

SAMSUN
2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Damla KARA tarafından, Doç. Dr. Aslı ÇALIŞ BOYACI danışmanlığında hazırlanan “KÜRSEL BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI İLE TÜRKİYE’DEKİ İLLERİN YAŞAM ENDEKSLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 13.10.2023 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Fatih YAPICI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yöneylem Araştırması Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye	Dr. Öğr. Üyesi Aycan PEKPAZAR Samsun Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret
Üye (Danışman)	Doç. Dr. Aslı ÇALIŞ BOYACI Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yöneylem Araştırması Ana Bilim Dalı	☒ Kabul ☐ Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

Prof. Dr. Ahmet TABAK
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi?

Evet ☐ (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır ☒

19 /06/ 2023
Damla KARA

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı: KÜRESEL BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI İLE TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN YAŞAM ENDEKSLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 19/06/2023 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 21

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

19 /06 / 2023
Doç. Dr. Aslı ÇALIŞ BOYACI

ÖZET

KÜRESEL BULANIK KARAR VERME YAKLAŞIMI İLE TÜRKİYE'DEKİ İLLERİN YAŞAM ENDEKSLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Damla KARA

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Akıllı Sistemler Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans, Ekim/2023

Danışman: Doç. Dr. Aslı ÇALIŞ BOYACI

Yaşamın değerlendirilmesinde refah ölçümü kavramı önemli bir olgudur. Refahın ölçümüyle bireylerin ve toplumların gelişmişliklerini değerlendirmek için bir ölçek oluşturulmaktadır. Önceleri, refahın artırılması yalnızca ekonomik büyümeyle ilişkilendirilmiştir. Değişen dünya koşulları, ekonomik büyümenin yanı sıra doğal çevre ve bireylerin temel ihtiyaçlarının karşılanması da dikkate alınmasını sağlayarak çok boyutlu çalışmaların gelişmesine yardımcı olmuştur. Çok boyutlu değerlendirme çalışmaları sürdürülebilir kalkınma kavramının ortaya çıkmasıyla hız kazanmıştır. Bu kavramla yaşam; sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarda ulusal ve uluslararası çalışmalarla değerlendirilmeye başlanmıştır. Uluslararası çalışmalar kapsamında Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (Organisation for Economic Co-Operation and Development-OECD) 2011 yılında Daha İyi Yaşam Endeksi (DİYE) olarak adlandırılan kapsamlı bir endeks geliştirmiştir. Ülkemizde de Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ulusal düzeyde çalışmalar kapsamında 2015 yılında 11 boyut ve 41 göstergeden oluşan illerde yaşam endeksi çalışmasını gerçekleştirmiştir. Yaşam endeksi çalışmasında boyutlar ve göstergeler hiyerarşik olarak eşit ağırlıklandırılarak genel endeks elde edilip iller sıralanmıştır. Bu çalışmada, yaşam endeksi verilerindeki 11 boyut kriter olarak dikkate alınarak önem ağırlıklarının belirlenmesi ve illerin yaşam endeksleri açısından sıralanması amaçlanmıştır. Kriterler sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları açısından gruplandırılarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme için farklı meslek gruplarına mensup beş kişiden uzman ekip oluşturulmuştur. Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (KB-AHP) yöntemiyle değerlendirmeler yapılarak kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Kriterlere ilişkin değerlendirmelerde sosyal boyutun ekonomik ve çevresel boyuta göre daha önemli olduğu görülmüştür. Sosyal boyutta eğitim kriterinin diğer kriterlere göre; ekonomik boyutta ise gelir ve servet kriterinin çalışma hayatı kriterine göre daha yüksek öneme sahip olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen ağırlıklar kullanılarak CoCoSo ve TOPSIS yöntemleriyle illerin sıralamaları yapılmıştır. CoCoSo yöntemine göre ilk sıradaki il Isparta olurken, TOPSIS yönteminde ilk sırada İstanbul yer almıştır. Son olarak duyarlılık analizi ile nihai sıralamanın esnekliği değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: İllerde yaşam endeksi, KB-AHP, CoCoSo, TOPSIS

ABSTRACT

EVALUATION OF PROVINCES IN TURKEY IN TERM OF LIFE INDICES WITH SPHERICAL FUZZY DECISION MAKING APPROACH

Damla KARA

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Intelligent Systems Engineering

Master, October/2023

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Aslı ÇALIŞ BOYACI

The concept of well-being measurement is an important phenomenon in the evaluation of life. By measuring well-being, a scale is created to evaluate the development of individuals and societies. At first, increasing well-being was associated only with economic growth. Changing world conditions have helped to the development of multidimensional studies by taking into account the meeting the basic needs of the natural environment and individuals as well as economic growth. Multidimensional assessment studies have gained momentum with the emergence of the concept of sustainable development. With this concept, life has started to be evaluated in social, economic and environmental dimensions through national and international studies. Within the scope of international studies, Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) developed a comprehensive index called Better Life Index (BLI) in 2011. In Turkey, within the scope of national studies, TurkStat performed a life index study in provinces consisting of 11 dimensions and 41 indicators in 2015. In the life index study, dimensions and indicators were weighted equally hierarchically, the general index was obtained and provinces were ranked. In this study, it is aimed to determine the criteria importance weights by considering 11 dimensions in the life index data as criteria and to rank the provinces in terms of life indices. The criteria were grouped and evaluated in terms of social, economic and environmental dimensions of sustainable development. A five-member expert team consisting of people from different professional groups was formed for the evaluation. Criteria weights were obtained by evaluations using the Spherical Fuzzy Analytical Hierarchy Process (SF-AHP) method. In the evaluations regarding the criteria, it was seen that the social dimension is more important than the economic and environmental dimensions. In the social dimension, it has been seen that the criterion of education is more important than the other criteria, and in the economic dimension, the criterion of income and wealth is more important than the criterion of working life. Using the criteria weights, the provinces were ranked using CoCoSo and TOPSIS methods. According to the CoCoSo method, Isparta took the first place. In the TOPSIS method, İstanbul was the first province. Finally, the flexibility of the final ranking was evaluated by sensitivity analysis.

Keywords: Life index in Provinces, SF-AHP, CoCoSo, TOPSIS

ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışma sürecimde fikirleriyle bakış açımı genişleten, düşünmeye ve öğrenmeye açık hale getiren birlikte çalışmaktan onur duyduğum danışman hocam Doç. Dr. Aslı ÇALIŞ BOYACI 'ya, yüksek lisansım süresince bilgi ve deneyimlerini açık yüreklilikle paylaşan Ondokuz Mayıs Üniversitesi Akıllı Sistemler Mühendisliği Ana Bilim Dalı hocalarıma, tezimin son halini almasına katkıda bulunan hocalarım Prof. Dr. Fatih YAPICI ve Dr. Öğr. Üyesi Aycan PEKPAZAR 'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, hayatımda ve eğitimimde özgür kararlar almamı öğütleyen maddi, manevi hep yanımda hissettiğim annem, babam, biricik ablam ve özellikle sorularıma her zaman farklı fikirleriyle cevap bulmamı sağlayan abime sonsuz teşekkür ederim.

Damla KARA

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE YAŞAM ENDEKSİ OLUŞUMU....	4
2.1. Sürdürülebilirlik	4
2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı	5
2.2.1. Sürdürülebilir Kalkınmanın Sosyal Ekonomik ve Çevresel Boyutları.....	6
2.2.2. Uluslararası Düzeyde Yapılan Bazı Önemli Çalışmalar.....	7
2.2.3. Sürdürülebilir Kalkınma Ölçüm Çalışmaları.....	8
2.3. OECD DİYE Çalışmaları	10
2.4. Türkiye’de Yaşam Endeksi Oluşumu.....	13
2.4.1. TÜİK İllerde Yaşam Endeksi Çalışmaları.....	14
2.4.2. TÜİK İllerde Yaşam Endeksi Hesaplama.....	15
3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME	17
3.1. Karar Verme	17
3.2. Çok Kriterli Karar Verme.....	18
3.3. ÇKKV Yöntemleri	18
3.4. ÇKKV Avantaj ve Dezavantajları	20
4. BULANIK MANTIK.....	22
4.1. Bulanık Mantık Tanımı	22
4.2. Bulanık Küme Görüşü.....	23
4.3. Bulanık Kümelerle İlgili Tanımlamalar	24
4.3.1. Bulanık Kümelerde Üyelik Fonksiyonları.....	25
4.3.2. Bulanık Küme İşlevleri.....	26
4.3.3. Bulanık Küme Aritmetiği	27
4.3.4. Bulanık Küme Uzantıları.....	28
4.3.5. Küresel Bulanık Küme Setleri	32
5. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	36
6. METODOLOJİ.....	41
6.1. Küresel Bulanık AHP	41
6.2. CoCoSo Yöntemi	43
6.3. TOPSIS Yöntemi.....	44
7. UYGULAMA	46

8. SONUÇ	64
KAYNAKLAR	66
EKLER.....	70
EK 1 Binyıl (Milenyum) Kalkınma Hedefleri	70
EK 2 Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri Ön Seti.....	73
EK 3 TÜİK Yaşam Endeksi Genel Endeks Değerleri ve İl Sıralamaları, 2015	74
EK 4 Sıralamalar Tablosu	75
EK 5 Duyarlılık Analizi Değerleri	77
ÖZ GEÇMİŞ.....	79



SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	:Avrupa Birliği
AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
BM	:Birleşmiş Milletler
CoCoSo	: Combined Compromise Solution (Bileşik Uzlaşım Çözümü)
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL	:The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı)
DIYE	:Daha İyi Yaşam Endeksi
DSR	:Driving Force-State-Response (İtici Güç-Durum-Cevap)
EDAS	: Evaluation based on Distance from Average Solution (Ortalama Çözümünden Uzaklığa Dayalı Değerlendirme)
GİA	: Gri İlişkisel Analiz
HFS	: Hesitant Fuzzy Sets (Kararsız Bulanık Kümeler)
IFS	: Intuitionistic Fuzzy Sets (Sezgisel Bulanık Kümeler)
KB-AHP	: Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi
MOORA	: Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis
MULTIMOORA	: The Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis
NFS	: Neutrosophic Fuzzy Sets (Nötrosofik Bulanık Kümeler)
NS	: Nötrosofik Set
OECD	:Organisation for Economic Co-Operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı)
OPEC	: Organization of Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç Eden Ülkeler Organizasyonu)
PFS	: Pythagorean Fuzzy Sets (Pisagor Bulanık Kümeler)
PROMETHEE	: The Preference Ranking Organization METHod for Enrichment
SFS	: Spherical Fuzzy Sets (Küresel Bulanık Kümeler)
SWAM	: Spherical Weighted Arithmetic Mean (Küresel Ağırlıklı Aritmetik Ortalama)
SWARA	: Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis
SWGMM	: Spherical Weighted Geometric Mean (Küresel Ağırlıklı Geometrik Ortalama)
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıra Tercihi Tekniği)

TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
UNCSD	:United Nations Commission on Sustainable Development (Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu)
VIKOR	: Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Çoklu Kriter Optimizasyonu ve Uzlaşma Çözümü)
WASPAS	: Weighted Aggregated Sum Product Assessment
WCED	:World Commission on Environment and Development (Dünya Çevre Kalkınma Komisyonu)



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çok Kriterli Karar Verme Süreci Adımları	19
Şekil 3.2 Alternatif Sayılarına Göre ÇKKV Yöntemleri	19
Şekil 3.3 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması	20
Şekil 4.1 Üyelik Fonksiyonu Bölümleri	24
Şekil 4.2 Bulanık Küme Uzantıları	32
Şekil 4.3 Bazı Bulanık Küme Uzantılarının Uzay Geometrisinde Gösterimi.....	32
Şekil 6.1 KB-AHP Hiyerarşik Yapı.....	41
Şekil 7.1 Uygulama Akış Diyagramı	47
Şekil 7.2 Problemin Hiyerarşik Yapısı	48
Şekil 7.3 Duyarlılık Analizi Sonuçları.....	62



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı Tanımları	4
Tablo 2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Tanımları	5
Tablo 2.3 Sürdürülebilir Kalkınma Üzerine Yapılan Bazı Uluslararası Çalışmalar	8
Tablo 2.4 Daha İyi Yaşam Endeksi Uygulayan Ülkeler	10
Tablo 2.5 OECD Refah Çerçevesi	11
Tablo 2.6 OECD Daha İyi Yaşam Endeksi Kapsamı (2018).....	13
Tablo 2.7 TÜİK İllerde Yaşam Endeksi Kapsamı	15
Tablo 5.1 Türkiye’de Daha İyi Yaşam Endeksi Verileriyle Yapılan Çalışmalar.....	37
Tablo 5.2 Ulusal Tez Merkezi Küresel Bulanık Kümelerin Bulunduğu Çalışmalar.....	38
Tablo 5.3 Küresel Bulanık Kümelerin Kullanıldığı Bazı Çalışmalar	38
Tablo 6.1 Küresel Bulanık Dilsel Terimler ve Karşılık Gelen Sayılar	41
Tablo 7.1 Uzman Ekip Bilgileri.....	49
Tablo 7.2 Sürdürülebilir kalkınma boyutları için uzmanların dilsel değerlendirmeleri.....	49
Tablo 7.3 Ekonomik boyut kriterleri için uzmanların dilsel değerlendirmeleri.....	49
Tablo 7.4 Sosyal boyut kriterleri için uzmanların dilsel değerlendirmeleri.....	50
Tablo 7.5 Sürdürülebilir kalkınma boyutları için değerlendirmelerin tutarlılıkları	51
Tablo 7.6 Sosyal boyut kriterleri için değerlendirmelerin tutarlılıkları	51
Tablo 7.7 Sürdürülebilir kalkınma boyutları için küresel bulanık değerler	52
Tablo 7.8 Sürdürülebilir kalkınma boyutları için birleştirilmiş küresel bulanık değerler.....	52
Tablo 7.9 Ekonomik boyut için küresel bulanık değerler	52
Tablo 7.10 Ekonomik boyut için birleştirilmiş küresel bulanık değerler.....	53
Tablo 7.11 Sosyal boyut kriterleri için küresel bulanık değerler	54
Tablo 7.12 Sosyal boyut kriterleri için birleştirilmiş küresel bulanık değerler.....	56
Tablo 7.13 Sürdürülebilir kalkınma boyutları ağırlıkları.....	57
Tablo 7.14 Ekonomik boyut kriterleri ağırlıkları.....	57
Tablo 7.15 Sosyal boyut kriterleri ağırlıkları	57
Tablo 7.16 CoCoSo Yöntemi S_i ve P_i Değerleri	58
Tablo 7.17 CoCoSo Göreli Ağırlık Değerleri	58
Tablo 7.18 CoCoSo Sıralamalar	59
Tablo 7.19 Sürdürülebilir Kalkınma Boyutları İçin Duyarlılık Analizinde Kullanılan Ağırlıklar	60
Tablo 7.20 Ekonomik Boyut Kriterleri İçin Duyarlılık Analizinde Kullanılan Ağırlıklar	61
Tablo 7.21 Sosyal Boyut Kriterleri İçin Duyarlılık Analizinde Kullanılan Ağırlıklar	61

1. GİRİŞ

Refah kavramının tanımlanması ve iyileştirilmesi teknolojiyle birlikte değişen dünyada oldukça büyük bir öneme sahiptir. Refahın ölçülmesi ile bireylerin, toplumların ve ülkelerin ilerlemeleri değerlendirilebildiğinden, son yıllarda refahın ölçülmesi ve arttırılmasına yönelik çalışmaların ulusal ve uluslararası düzeyde önem kazandığını söylemek mümkündür.

Önceleri ekonomik büyüme refahı artırmada tek başına bir ölçüt olarak kullanılmaktaydı. Teknolojinin gelişimiyle birlikte üretimin artması, doğal kaynakların hızlı bir şekilde tüketilmesine yol açmıştır. Ekonomik büyüme sağlanırken beraberinde gelen hızlı tüketimin neden olduğu çevre sorunları dikkate alınmamıştır. Başlangıçta bu sorunlar yerel olarak görünse de sonraları uluslararası düzeyde önem kazanmıştır (Ay, 2017). Böylelikle refahı artırırken çevresel açıdan da sürdürülebilirliğin sağlanması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte beslenme, barınma, eğitim, sağlık gibi bireylerin temel ve sosyal ihtiyaçlarının karşılanması da refahı etkileyen temel faktörler olarak değerlendirilmiş ve çalışmalara birer gösterge olarak dâhil edilmiştir.

Dünyada 1950’lerde gelirin artış hızı refah göstergesi kabul edilirken, 1960’larda ekonomik büyümenin doğal kaynaklara verdiği tahribat anlaşılmaya başlanmış ve daha çevreci yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. 1970’lere gelindiğinde ise bu yeni yaklaşımlar uluslararası boyut kazanmıştır. Bunun neticesinde 1983 yılında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (World Commission on Environment and Development-WCED) kurulmuştur (Alpaykut, 2017; Özmehmet, 2008). 1987 yılında WCED “Ortak Geleceğimiz” başlıklı Brundtland Raporu ile dünyayı “sürdürülebilir kalkınma” kavramıyla tanıştırmıştır. Genel anlamda ekonomiyi çevreyle uyumlu bir şekilde harmanlayıp geliştirmeyi hedefleyen sürdürülebilir kalkınma, Brundtland Raporu’nda gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılamalarından ödün vermeden günümüzün ihtiyaçlarının karşılanabilmesi olarak tanımlanmıştır (WCED, 1987). Raporda, ihtiyaçlar üzerine odaklanmanın, ekonomik büyüme ve kalkınmanın vazgeçilmez bir parçası olduğu varsayılırken, farklı ekonomik yapılar üzerinde ayırım yapılmadığından, çevreye zarar verebilen ekonomik büyüme biçimlerinin de desteklendiği görülmektedir. Raporun genelinde ihtiyaçların karşılanmasının doğal çevrenin korunmasını içerdiği görülse de doğal çevreden açıkça bahsedilmemektedir (Diesendorf, 1999). Bu sebeple

sürdürülebilir kalkınma göstergelerinin geliştirilmesi için çalışmalarda bulunularak 1993 yılında Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu (UNCSD-United Nations Commissions on Sustaniable Development) kurulmuştur (Yıkma, 2011).

Uluslararası düzeyde başlayan sürdürülebilir kalkınmayı ölçme ve daha iyi değerlendirmeye yönelik çalışmalar, ülkelerin kendi yürüttüğü gösterge ve endeks geliştirme çalışmalarıyla devam etmiştir. Bu çalışmalar ihtiyaç duyulan çok boyutlu değerlendirme için detaylı bir kapsam sunmakta ve genel olarak birbiriyle etkileşim halinde üç boyut etrafında şekillenmektedir. Bunlar; ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarda sürdürülebilir olmayı içermektedir.

Ekonomik boyutta sürdürülebilir olmak, sürekli olarak mal ve hizmet üretimi yapabilmeyi, yönetebileceği seviyede dış borcu tutabilmeyi ve tarımsal veya endüstriyel üretime zarar verebilecek sektörel dengesizliklerden kaçınabilmeyi içermektedir (Harris, 2000).

Çevresel boyutta sürdürülebilir olmak, doğal kaynakların aşırı kullanımından kaçınarak yenilenebilir olmayan kaynakların, yatırımların gerekli ölçüde tüketilerek istikrarlı bir kaynak tabanı sağlamayı gerektirmektedir. Bununla birlikte biyolojik çeşitliliğin ve ekosistem işlevlerinin korunmasını da içermektedir.

Sosyal boyutta sürdürülebilir olmak ise dağıtımsal eşitliği, sağlık ve eğitim gibi sosyal hizmetlerin yeterli anlamda sağlanmasını, cinsiyet eşitliğini ve siyasi hesap verilebilirlik ve katılımı içermektedir.

OECD tarafından uygulamaya konulan DİYE çalışmaları, tüm bu boyutları hesaba katarak çok ölçütlü değerlendirme yapmaya olanak sağlamaktadır. DİYE, ülkelerin kendi mevcut koşullarına uyarlanarak uygulanmaktadır. Oluşturulan endeksle ülkelerin kendi içlerinde ve diğer ülkelerle refah karşılaştırmaları yapmaları kolaylaşmıştır (Kasparian ve Rolland, 2012).

Ülkemizde de TÜİK tarafından DİYE doğrultusunda İllerde Yaşam Endeksi çalışması yapılmıştır. Çalışma ülkemiz koşullarınca hazırlanan 11 boyut ve 41 göstergeden oluşmaktadır.

Bu tez çalışmasında, Türkiye'deki illerin yaşam endeksleri açısından değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda ilk olarak uzman ekibin görüşü ve literatürdeki çalışmalar ışığında TÜİK İllerde Yaşam Endeksi göstergelerinden elde

edilen kriterler, sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları açısından gruplandırılmaktadır. Ardından, uzman görüşleri alınarak Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (KB-AHP) yöntemi ile kriterler değerlendirilmektedir. Kriter ağırlıkları elde edildikten sonra TÜİK verileri ışığında Türkiye'deki iller Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden CoCoSo ve TOPSIS ile sıralanmaktadır.

Çalışmanın geri kalanı şu şekilde organize edilmektedir: İkinci bölümde sürdürülebilir kalkınma ve yaşam endeksi oluşumundan, üçüncü bölümde ÇKKV yaklaşımından, dördüncü bölümde ise bulanık mantık ve bulanık küme teorilerinden bahsedilmektedir. Beşinci bölümde literatür araştırması sunulmaktadır. Altıncı bölümde uygulamada kullanılacak metodoloji açıklanmaktadır. Yedinci bölümde uygulamaya yer verilmektedir. Sekizinci bölümde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilerek gelecek çalışmalar için öneriler sunulmaktadır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE YAŞAM ENDEKSİ OLUŞUMU

2.1. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik temelde ekonomik faaliyetlerin çevresel sonuçlarını önemseyen, kaynakların tüketilmeden kullanılmasını benimseyen bir yaklaşımdır. Oxford Sözlüğü'ne göre “sürdürülebilirlik, doğal kaynakların ve enerjinin çevreye zarar vermeyecek şekilde kullanılması ve uzun süre devam etme yeteneği” şeklinde tanımlanmaktadır (Oxford, 2022).

Sürdürülebilirlik kavramı yaygın olarak kullanılsa da içeriğe göre farklı tanımlamalar yapıldığından ortak bir tanımda bulunulması güçleşmektedir. Tablo 2.1.'de literatürde sürdürülebilirlik kavramı için yapılmış bazı tanımların özeti sunulmaktadır.

Tablo 2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı Tanımları (Ahi ve Searcy, 2013; Bhanot vd, 2019)

Yazar(lar)	Yıl	Tanım
Swaney	1987	İşletmeler için sürdürülebilirlik, güçlü bir finansal yapı sağlarken doğal çevreyi bozmayan ve yok etmeyen uygulamaları benimsemektir.
Costanza, Daly ve Bartholomew	1991	Dinamik insan ekonomik sistemleri ile daha yavaş gelişen ekolojik sistemler arasında bir ilişki olup, burada süresiz devam eden insan yaşamı, gelişen kültürler ve değişen ekolojik sistemin çeşitliliğini, karmaşıklığını ve işlevini yok etmemek için insan faaliyetlerinin etkilerinin belirli sınırlar içerisinde kalmasıdır.
Hawken	1993	İnsanların ve ticaretin çevreye olan taleplerinin, çevrenin gelecek nesiller için üretim kapasitesini azaltmadan karşılanabildiği bir ekonomik durumdur.
Starik ve Rands	1995	Bir veya daha fazla varlığın bireysel ya da toplu olarak uzun zamanlar boyunca diğer birey ya da toplulukların gelişmesine izin verecek şekilde var olma ve gelişme yeteneğidir.
Shrivastava	1995	Kaynakların tükenmesi, enerji maliyetlerindeki dalgalanmalar, ürün yükümlülükleri, kirlilik ve atık yönetimi ile ilişkili uzun vadeli riskleri azaltma potansiyeli sağlamaktır.
Dyllick ve Hockerts	2002	Kurumsal sürdürülebilirlik, bir firmanın paydaşlarının gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamasından ödün vermeden ihtiyaçlarını karşılamasıdır.
Carter ve Roger	2008	İşletmenin ve tedarik zincirlerinin uzun vadeli ekonomik performansını iyileştirmek için organizasyonlar arası iş süreçlerinin koordinasyonunda organizasyonun sosyal, çevresel ve ekonomik hedeflerine entegrasyonudur.
Eltayeb, Zailani ve Filho	2010	Firmaların faaliyetlerinin insan ırkı üzerinde olumsuz etkilerini azaltmak için enerji kullanımı ve atık üretimini azaltmayı teşvik eden uygulamadır.
Jones ve Kramer	2010	Sosyal ve beşerî sürdürülebilirlik, insan ihtiyaçlarının karşılanmasını içerir. Çevresel sürdürülebilirlik ise mevcut ve gelecek kuşaklar için biyosferin korunması ve yenilenmesini içerirken finansal sürdürülebilirlik, kuruluş sahiplerinin ihtiyaçlarını şimdi ve gelecekte karşılayabilme yeteneğini içerir.

Tablo 2.1. (devamı)

Slawinski ve Bansal	2010	İş sürdürülebilirliği, firmaların uzun vadeli finansal, sosyal ve çevresel performanslarından ödün vermeden kısa vadeli finansal, sosyal ve çevresel taleplere yanıt verme yeteneğidir.
Chabowski, Mena Ve Gonzalez	2011	Sürdürülebilirlik: Geleceğe odaklanacak yetenekler geliştirirken şimdiki ihtiyaçları karşılamak için benimsenen bir yaklaşımdır.
Hassini vd.	2012	Sürdürülebilirlik: Ekonomi çevre ve toplum refahını sürdürmek için uzun vadeli planlanan iş yapma yeteneği olarak tanımlanmıştır.

2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Kavramı

Sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk olarak WCED’in 1987 yılında yayınladığı Bruntland Raporu ile dünyaya tanıtılmıştır. WCED’e göre “sürdürülebilir kalkınma, gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılama yeteneklerinden ödün vermeksizin günümüz ihtiyaçlarını karşılama yeteneği” şeklindedir. Bu rapor sürdürülebilir kalkınma kavramının uluslararası tanınırlığını sağlamış ve geliştirilmesi için çalışmalar yapılmasına vesile olmuştur. Raporda sürdürülebilir kalkınma kavramı içerisinde iki anahtar kavram barındırmaktadır (Barkemeyer vd, 2014). Bunların ilki dünyadaki yoksul insanların temel ihtiyaçlarına öncelik verilmesini içeren ihtiyaçlar kavramı; ikincisi ise teknolojik durum ve sosyal yapının, şimdiki ve gelecekteki ihtiyaçları karşılama yeteneğine getirdiği sınırlamalar fikri şeklinde tanımlanmaktadır. Literatürde yer alan bazı sürdürülebilir kalkınma tanımları Tablo 2.2.’de verilmektedir.

Tablo 2.2. Sürdürülebilir Kalkınma Tanımları (Bhanot vd, 2019; Wiese vd, 2012)

Yazar(lar)	Yıl	Tanım
WCED	1987	Gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden, şimdinin ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma biçimidir.
Gladwin, Kennelly ve Krause	1995	Biyolojik çeşitlilik kaybı, iklim değişikliği, tatlı su kıtlığı, gıda güvensizliği ve nüfus artışı dâhil kronik tehditlerden ve zararlı bozulmalardan korunma talep eden bir güvenlik kavramını kapsamaktadır.
Berglund	2005	Biyosferin insan kullanımının gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama potansiyelini korurken şimdiki nesillerin en büyük sürdürülebilir faydayı sağlaması için yönetimidir.
Birleşmiş Milletler Genel Kurulu	2005	Ekonomik, sosyal ve çevresel yönleriyle Birleşmiş Milletler faaliyetlerinin kapsayıcı çerçevesinin kilit bir unsurunu oluşturmaktadır.

Tablo 2.2. (devamı)

Avrupa Komisyonu	2007	Acil ve ilerleyen dönemki ihtiyaçları, yerel ve küresel ihtiyaçları bütünleştiren ve çevresel, ekonomik ve sosyal ihtiyaçları insani ilerlemenin ayrılmaz ve bağımlı bileşenleri olarak gören ilerlemedir.
------------------	------	--

Tablo 2.2 incelendiğinde, sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel açılardan çok yönlü bir değerlendirmeyi gerektirdiği söylenebilir.

2.2.1. Sürdürülebilir Kalkınmanın Sosyal Ekonomik ve Çevresel Boyutları

Sürdürülebilir kalkınmanın sosyal boyutu temelinde, bir topluma mensup bireylerin sosyal kaynaklardan eşit şekilde yararlanmasını, gelecek kuşakların da bu kaynaklardan yararlanabilmesini ve mensup olunan toplumun sınırları dışarısında da aynı olanakların eşitliğini içermektedir. Yaygın tanımlarından biri, topluluklar içinde olumlu bir koşul ve bu koşula ulaşabilme süreci şeklindedir (Morelli, 2011). Bu tanımın içeriği ile ilgili maddeler:

- Temel hizmetlere erişim eşitliği,
- Nesiller arası eşitlik,
- Farklı kültürlere değer veren ilişkiler sistemi,
- Yerel düzeyde vatandaşların siyasi katılımı,
- Topluluk aidiyet duygusu,
- Sosyal sürdürülebilirlik bilincini iletebilmek için bir sistem,
- Topluluğun mümkün mertebe kendi ihtiyaçlarını karşılaması için mekanizmalar,
- Topluluk eylemiyle karşılanamayan ihtiyaçları karşılamak için siyasi savunuculuk şeklindedir.

Sosyal olarak sürdürülebilirlik sağlıklı ve yaşanabilir topluluklar yaratma kapasitesini desteklemektedir. Buna uygun topluluklar eşitlikçi, çeşitli, bağlantılı, demokratik ve iyi yaşam kalitesi sağlamaktadır (McKenzie, 2004).

Sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik boyutunun genel anlamda kabul gören tanımı, sermayenin korunması ve bozulmasının engellenmesi şeklindedir.

Sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik olarak yorumlanmasında refah kavramının etkisi büyüktür. Bunun nedeni bazı ekonomik modellerin mal ve hizmet gibi ekonomik bir değere sahip olmayı refahın doğrudan bir göstergesi olarak kabul etmesidir. Kuşaklar arası ekonomik sermayenin eşit şekilde iletilmesi sağlanmalıdır.

Bunun için şimdi ne kadar sermaye tüketileceğine ve gelecek kuşaklara ne kadar sermaye biriktirilip korunacağına karar verilmesi gerekmektedir (Markulev ve Long, 2013).

Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutu, fiziksel çevrede ihtiyaç duyulan, değer verilen niteliklerin korunması yeteneği şeklinde ifade edilebilmektedir (Sutton, 2004). İnsan faaliyetlerinin gerçekleştiği alan olan çevrede sürdürülebilirlik için ekosistem sağlığından ödün vermeden insan ihtiyaçlarını karşılamak, yol gösterici bir ilke olarak önerilmektedir (Morelli, 2011).

Çevresel bütünlük ilkesi ile insan faaliyetlerinin toprak, hava ve su kaynaklarını tüketmemesi sağlanmaktadır (Bansal, 2005). Nüfusun artması ile oluşan aşırı tüketim, kirlilik artışı, doğal kaynakların tükenmesi çevresel bütünlüğü tehdit etmektedir (WCED, 1987). Çevrenin bütünlüğünün tehlikeye girmesi insan hayatının devamı için gerekli temel kaynakların (su, hava, yiyecek gibi) tehlikeye girmesi anlamına gelmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma bağlamında OECD çevre stratejilerini gerçekleştirmek için birbiriyle bağlantılı beş hedef tanımlamaktadır (OECD, 2001a). Bunlar:

- Doğal kaynakları etkin yöneterek ekosistem bütünlüğünü korumak,
- Çevresel baskıları ekonomik büyümeden ayırmak,
- Karar vermek için bilgileri iyileştirmek,
- Yaşam kalitesini artırmak,
- Yönetim ve iş birliğini geliştirmek şeklinde sıralanabilmektedir.

2.2.2. Uluslararası Düzeyde Yapılan Bazı Önemli Çalışmalar

Sürdürülebilir kalkınma ile ilgili çalışmalar yapıldıkça kavramın birçok boyutuyla ele alınması gereği ortaya çıkmıştır. Ayrıca sürekliliğin sağlanabilmesinin uluslararası ortak çalışmalar ile mümkün olacağı görülmüştür.

Sürdürülebilir kalkınma çalışmaları tüm ülkeleri kapsasa da son yıllarda yapılan çalışmalar uluslararası kuruluşlar ve gelişmiş ülkeler tarafından gerçekleştirilmiştir. (Yıkmaç, 2011). Tablo 2.3' de uluslararası platformlarda gerçekleştirilmiş bazı önemli çalışmalar sunulmaktadır.

Tablo 2.3 Sürdürülebilir Kalkınma Üzerine Yapılan Bazı Uluslararası Çalışmalar

Çalışmanın Adı	Yılı	İçeriği
Ortak Geleceğimiz Raporu (Brundtland Raporu)	1987	Sürdürülebilir kalkınma kavramı dünyaya ilk kez Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu için hazırlanan “Ortak Geleceğimiz Raporu” ile tanıtılmıştır.
Rio Zirvesi	1992	Rio Konferansı yeni ve küresel bir ortaklığın kurulabilmesi amacıyla devletlerin, sektörlerin, yönetimlerin, sivil toplum örgütlerinin iş birliğiyle küresel çevre ve kalkınma sisteminin korunması için düzenlenmiştir. 21. Yüzyıla yönelik eylem planı olarak “Gündem 21” kabul edilmiştir.
Habitat II Zirvesi	1996	İstanbul’da gerçekleştirilmiştir. Birleşmiş Milletler Sözleşmesi’nden esin alınarak herkes için yeterli yerleşme ve konut olan bir dünyada sürdürülebilir insan yerleşmesi üzerinde görüşlerde bulunulmuştur.
Rio+5 Zirvesi	1997	Somut girişimlerde bulunulması gerekliliği üzerinde durulmuştur. Tüm ülkelerin ulusal Gündem 21’lerini oluşturmalarına karar verilmiştir.
Johannesburg Zirvesi	2002	Son on yıllık değerlendirme yapmak ve ileriye dönük strateji belirlemek amacıyla yapılmıştır. Devlet temsilcileri, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, özel sektörler ve birçok toplumsal oluşumun katılım sağladığı kapsamlı bir toplantı olmuştur.
Küresel İnsani Gelişme Forumu	2012	İstanbul’da Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı kapsamında gerçekleştirilmiştir. Forumda kalkınmanın insanlar için daha kapsayıcı ve hakkaniyetli olması, daha sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için zorlukların aşılması, çözümler üretilmesi için finansman sağlayacak ek kaynakların gerekliliği vurgulanmıştır. Sürdürülebilir kalkınmanın ölçüm zorluklarına vurgu yapılmıştır. Sonuç bildirgesinde “Ölçebildiğimizi yönetiriz” ifadeleri yer almıştır.

2.2.3. Sürdürülebilir Kalkınma Ölçüm Çalışmaları

Sürdürülebilir kalkınma sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarıyla oldukça geniş kapsamda ve çok yönlü bir şekilde değerlendirilmesi gereken bir kavramdır. Bu geniş kapsam ve çok yönlülük değerlendirme çalışmalarını zorlaştırmaktadır. Bu sebeple geniş bir yelpazede değerlendirme yapılabilmesine olanak sağlayacak göstergelerin kullanılması gerekmektedir.

Sürdürülebilir kalkınmanın uluslararası alanda tanımlanması ve geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılmasına başlanmasıyla birlikte uluslararası anlaşmalar yapılmış ve kalkınmanın izlenmesi küresel bir plan haline getirilmiştir. 1993 yılında sürdürülebilir kalkınmanın ilerlemesinin nasıl ölçüleceğine, değerlendirileceğine ve izleneceğine yönelik uluslararası düzeyde çalışmalar yapmak üzere UNCSO kurulmuştur. Daha sonraları ölçüm çalışmaları kamu sektörü içerisinde yaygınlaştırılmış, sağlık ve eğitimin yanı sıra rekabet gücü, yaşam kalitesi, refah ve

kentsel hizmetler gibi şehirlerin çeşitli yönlerini izlemek ve değerlendirmek üzere kullanılacak gösterge setleri oluşturulması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda oluşturulan gösterge setleri şehirlerin performanslarının karşılaştırılması ve sıralanmasına da olanak sağlamıştır (Kitchin vd, 2015).

UNCSD gösterge çalışmaları için uluslararası kurumlar ve deneyimli ülke temsilcilerinden oluşan Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri Uzman Grubunu oluşturmuştur. Ardından, Gündem 21’de yer verilen sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarıyla, İtici Güç (Driving Force-D)-Durum (State-S)-Cevap (Response-R) (DSR) kapsamına göre geliştirilmiş 134 göstergeden oluşan bir gösterge seti uzman grup tarafından oluşturulmuştur. Bu kapsamda İtici Güç (D) insani faaliyet, süreç ve eğitimlerinin sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkilerini; Durum (S) mevcut durumu; Cevap (R) ise uygulanan politikalar ve değişiklikleri ifade etmektedir. Deneme aşaması sonrası gösterge seti üzerine yapılandırmalar uygulanmıştır. Gösterge setinin yapılandırılmış hali Binyıl (Milenyum) Kalkınma Hedefleri Raporunda yayınlanarak analitik olarak izlenmesi sağlanmıştır. 2008 yılında son bir revize ile 21 hedef ve 60 gösterge şeklinde güncellenmiştir (BM, 2008). Bu revize gösterge seti Ek 1’de verilmiştir.

Sürdürülebilir kalkınma için gösterge hazırlama çalışmalarında OECD üye ülkelerinin gelişimini izlemek için gösterge setleri geliştirmiştir. 1991 yılında temel bir gösterge seti hazırlamıştır. OECD tarafından önerilen göstergeler iki grup altında toplanmaktadır. Varlıkların sürdürülmesi ve şimdiki ihtiyaçların sağlanması şeklinde bu gruplar altında 15 tema ve 21 adet göstergeden oluşan tematik çerçeve oluşturulmuştur (OECD, 2001b). Oluşturulan bu tematik çerçeve Ek 2’de verilmiştir.

Gösterge çalışmalarında birçok uluslararası kuruluşun katkısı olmakla birlikte BM ve OECD kuruluşlarının hazırladığı gösterge setleri temel olarak baz alınmaktadır.

Gösterge setlerindeki her bir gösterge, değerlendirme yapabilmek için ölçülen veya gözlenen birer parametreyi ifade etmektedir. Bu göstergelerin daha kolay değerlendirilmesi ve karşılaştırılması için göstergelerin toplulaştırılması ve ağırlıklandırılmasıyla elde edilen parametre setleri endeks olarak adlandırılmaktadır (UNDESA, 2000).

Toplulaştırma ortak özellikteki birimin tüm diğer bileşenlerini temsil eden ortalama bir sayı elde edecek şekilde toplanması anlamına gelmektedir Endeks

oluşturulurken toplulaştırma işlemi farklı olsa dahi değişkenlerin seçimi, dönüştürme, ağırlıklandırma ve değer biçme aşamaları ortak olarak gerçekleştirilmektedir (Yıkma, 2011). Değişken seçimi gösterge oluşturma çalışmasında daha öznel bir aşamadır ve göstergeyi neyin daha iyi ifade edeceği kararına bağlıdır. Dönüşüm aşaması ise parametreye yönelik toplanan verinin farklı birimlerde olması gibi durumlarda endeks puanının daha iyi temsil kabiliyetinde olabilmesi için yapılan işlemleri içermektedir. Bu aşamada belli bir değer üstü veya altı eleme yapılması, normalizasyon, standardizasyon gibi işlemler kullanılabilir. Ağırlıklandırma aşamasında ise değişkenlerin birbiri arasında önemlerini gösteren ağırlıklar verilmektedir. Değişkenlere sıklıkla eşit ağırlık verilmektedir. Değer biçme aşamasında endeks puanına göre iyi ve kötü değerleri sınıflandırma işlemi yapılmaktadır.

2.3. OECD DİYE Çalışmaları

OECD 2004 yılı itibariyle sürdürülebilir kalkınma ölçüm çalışmaları için refahı daha geniş bir çerçeveye değerlendirmeyi sağlayacak DİYE çalışmalarına başlamıştır (Alpaykut, 2017). OECD tarafından başlatılan bu çalışma (DİYE) 24 Mayıs 2011 tarihinde uygulamaya konulmuştur. Endeks, ülkelerde refah düzeyini ve refah düzeyinde meydana gelen değişimleri ölçmeyi hedeflemektedir (OECD, 2022b). DİYE 0 ile 1 arasında değer almaktadır ve 1'e yaklaştıkça daha iyi yaşam düzeyini göstermektedir. Böylece çoklu ölçütlerin kullanımı ve ülkelerin endekslerinin birbiriyle karşılaştırılması kolaylaşmaktadır (Kasparian ve Rolland, 2012). DİYE kullanımı günümüz itibariyle üye olmayan bazı ülkelerin endeks kullanımı ve yeni üye olan ülkelerle birlikte 41 ülkeye yükselmiştir. DİYE uygulayan ülkelere Tablo 2.4' de yer verilmektedir (OECD, 2022a).

Tablo 2.4 Daha İyi Yaşam Endeksi Uygulayan Ülkeler

OECD Üyesi Ülkeler				
Almanya	Estonya	İsveç	Letonya	Slovak Cumhuriyeti
ABD	Finlandiya	İsviçre	Litvanya	Slovenya
Avustralya	Fransa	İtalya	Lüksemburg	Şili
Avusturya	Güney Kore	İzlanda	Macaristan	Türkiye
Belçika	Hollanda	Japonya	Meksika	Yeni Zelanda
Birleşik Krallık	İrlanda	Kanada	Norveç	Yunanistan
Çek Cumhuriyeti	İspanya	Kolombiya	Polonya	
Danimarka	İsrail	Kosta Rika	Portekiz	
OECD Üyesi Olmayan Ülkeler				
Brezilya	Güney Afrika	Rusya		

OECD endeks çalışmalarını gerçekleştirirken refah için oluşturdukları kavramsal çerçeveyi göz önünde bulundurmaktadır. OECD tarafından oluşturulan refah çerçevesi Tablo 2.5’ de gösterilmektedir.

Tablo 2.5 OECD Refah Çerçevesi (OECD, 2020)

Mevcut Refah		
Anahtar Boyutlar		Nasıl Ölçülür?
Gelir ve Servet	Kişisel Refah	Ortalamalar
Çalışma ve İş Kalitesi	Güvenlik	Gruplar Arası Eşitsizlikler
Konut	İş-Yaşam Dengesi	En İyi ve En Kötü Performans
Sağlık	Sosyal İlişkiler	Göstergeler Arası Eşitsizlikler
Bilgi ve Beceriler	Sosyal Katılım	Yoksunluklar
Çevre Kalitesi		
Gelecek Refahı İçin Kaynaklar		
Anahtar Boyutlar		Nasıl Ölçülür?
Doğal Sermaye		Stoklar
Ekonomik Sermaye		Risk Faktörleri
Beşeri Sermaye		Akışlar
Sosyal Sermaye		Dayanıklılık

OECD tarafından oluşturulan refah çerçevesinden de görüleceği üzere mevcut refahın sağlanması ekonomik, sosyal, çevresel tabanlı anahtar boyutların çıktılarının ölçülmesi ve değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Gelecekteki refah ise doğal, ekonomik, beşerî ve sosyal sermayenin varlığı, esnekliği ve tüketimi ile ölçülebilmektedir. Daha İyi Yaşam Endeksi’nde kullanılan 11 boyut ve kapsamıyla ilgili aşağıda detaylı bilgi verilmektedir (Kerenyi, 2011; OECD, 2020; Petek ve Cebecioğlu, 2021).

Gelir ve Servet: Gelir ve servet, yaşam memnuniyeti için temel bileşenlerdendir. İnsanların ihtiyaç duyduğu kaynaklara ulaşmasını sağlayarak olanaklarını genişletmektedir.

Çalışma ve İş Kalitesi: Bireylerin gelir sağlayan bir işe sahip olması refahlarına katkıda bulunmaktadır. Yüksek istihdam seviyesine erişmiş toplumlar daha zengin ve politik olarak istikrarlı olma eğilimindedirler. İş kaybetmek bireyler için yıkıcı olabilir ve yeniden iş gücüne dahil olmanın uzun sürmesi psikolojik olarak bireylere zarar verebilmektedir.

Konut: Kötü iklim koşullarından korunmak gibi temel bir ihtiyacı karşılarken kişisel güvenlik, mahremiyet ve kişisel alan duygularını da bireylere sağlaması konusunda önemlidir. Kötü barınma şartlarında yaşayan bireyler dış tehlikelerden daha kolay etkilenebilir ve bu yaşam kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

Sağlık: Sağlık, insan yaşamı için en önemli etkenlerden biridir. Ayrıca bir işe sahip olabilme ve sosyal yaşamda aktif rol oynama gibi durumları da etkileyen bir unsurdur. İnsan sağlığının fiziksel ve zihinsel birçok yönden değerlendirilmesi gerekliliği ölçümünü de zorlaştırmaktadır.

Bilgi ve Beceriler: Eğitim, bireyler için bir ihtiyaç olup bireysel refah üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Eğitim sayesinde bireyler daha iyi çalışma ortamları elde edebilmektedir. Becerilerin geliştirilmesi değişen çevreye yanıt vermede etkili olmaktadır.

Çevre Kalitesi: Yaşam kalitesi, sağlıklı bir fiziksel çevreden etkilenmektedir. Artan hava ve su kirliliği bireylerin sağlığı üzerinde olumsuz rol oynamakta ve bu da refahı azaltmaktadır. Yaşadığı gezegenin bozulmamasını ve doğal kaynakların tükenmemesini önemseyen insanlar için çevre büyük önem taşımaktadır.

Kişisel Refah: Kişisel refah bireylerin yaşamlarından memnun olmalarıyla ilgilidir. Bireyler ne kadar mutlu olursa refahları da o ölçüde artmaktadır.

Güvenlik: Suç oranının fazla olması, bireylerin güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Suç hem kısa hem de uzun vadede can ve mal kaybına, fiziksel acı, stres ve anksiyete gibi olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir.

İş-Yaşam Dengesi: İnsanların yaşamının merkezini iş hayatındaki sorumluluklar ve kişisel yaşamları arasında doğru dengeyi kurmak oluşturmaktadır. İnsanların az çalışması yaşamı için gereken geliri elde edememesine neden olurken çok fazla çalışması da sağlık problemlerini beraberinde getirerek refahlarını azaltmaktadır.

Sosyal İlişkiler: İnsanlar sosyal varlıklardır. Sevdikleriyle ve aileleriyle vakit geçirmekten zevk alırlar. Sosyal ağlar ayrıca ihtiyaç durumunda insanlar için maddi ve manevi destek sağlamaktadır.

Sivil Katılım: Sivil katılım insanların politik seslerini ifade edebilmelerine ve toplumun politik işleyişine katkıda bulunmalarına imkân tanımaktadır.

OECD Daha İyi Yaşam Endeksi ana tema ve göstergelerine ilişkin detaylar Tablo 2.6’da verilmektedir (OECD, 2018).

Tablo 2.6 OECD Daha İyi Yaşam Endeksi Kapsamı (2018)

Ana Tema	Göstergeler	Ölçüm Birimi
Gelir ve Servet	Hane Geliri	ABD doları
	Hane halkı Net Değeri	ABD doları
	Görelî Yoksulluk Sınırı	Yüzde
	Finansal Güvensizlik	Yüzde
İş Gücü ve İş Kalitesi	İstihdam Oranı	Yüzde
	Cinsiyet Ücret Farkı	Yüzde
	Uzun Süreli İşsizlik Oranı	Yüzde
	İşsiz ve Eğitimsiz Gençler	Yüzde
	Uzun Çalışma Saatleri (Ücretli)	Yüzde
	Ücretler (Yıllık)	ABD doları
Konut	Aşırı Kalabalık Oranı	Yüzde
	Konutun Karşılabilirliği	Yüzde
	Barınma Maliyeti Aşırı Yük Oranı	Yüzde
	Temel Sıhhi Tesislere Erişimi Olmayan Yoksul Haneler	Yüzde
	İnternet Erişimi Olan Haneler	Yüzde
İş-Yaşam Dengesi	Zaman Kullanımından Memnuniyet	Not Ortalaması
Sağlık	Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi	Yıl
	Algılanan Sağlık Durumu	Yüzde
	İntihar, Alkol Kullanımı ve Uyuşturucu Kullanımından Ölüm Oranı	Yüzde
Bilgi ve Beceriler	Öğrenci Becerileri (Okuma)	Not Ortalaması
	Öğrenci Becerileri (Matematik)	Not Ortalaması
	Öğrenci Becerileri (Bilim)	Not Ortalaması
Sosyal İlişkiler	Sosyal Destek	Yüzde
	Kişisel İlişkilerde Memnuniyet	Not Ortalaması
Sivil Katılım	Seçmen Katılımı	Yüzde
Çevre Kalitesi	Hava Kirliliği	Yüzde
Güvenlik	Cinayetler	Oran (100 bin nüfusta)
	Geceleri Güvende Hissetme	Yüzde
	Yol Kazaları	Oran (100 bin nüfusta)
Kişisel Refah	Hayattan Memnuniyet	Not Ortalaması
	Negatif Duygusal Denge	Yüzde

2.4. Türkiye’de Yaşam Endeksi Oluşumu

Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma temel plan ve politikalara “sürdürülebilir büyüme” ve “sürdürülebilir ekonomi” kavramlarıyla dahil olmaya başlamıştır. Türkiye için sürdürülebilir kalkınma ile ilgili planlar, ekonomik ve sosyal kalkınmayı gerçekleştirmeye yönelik temel bir çerçeve oluşturan, tedbirler alan, devlet politikalarının belirlendiği politika belgeleri olan Kalkınma Planlarında ortaya konulmaktadır. Şuan On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) yürürlükte olmak üzere toplam 11 kalkınma planı mevcuttur (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2022).

Kalkınma Planlarında önceleri çevre, kalkınmada temel bir sektör olarak ele alınmamıştır. Daha sonraları ise Avrupa Birliği (AB) uyumlaştırma çabaları gereği çevreye olan ilgi artmıştır. 1972 Stockholm Konferansı ile kalkınma planlarında çevreye yer verilmeye başlanmıştır. Çevre, kalkınma planlarına kaynakların korunması ve kirliliğin giderilmesi amaçlarının gerçekleştirilmesi için dâhil olmuştur. Daha sonra kaynaklardan gelecek kuşakların da yararlanabilmesini sağlamak için politikalar oluşturulmasına yönelik planlar geliştirilmiştir. Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000) ile sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı doğrultusunda çevre, ekonomi ve sosyal alanlardaki politikaların birbirine entegre olduğu planlar geliştirilmeye başlanmıştır. Dokuzuncu Kalkınma Planı'ndan (2007-2013) itibaren de izleme ve değerlendirme mekanizması olan planlar oluşturulması gerekliliği ortaya konulmuş ve sürdürülebilir kalkınma için gösterge oluşturulma çalışmaları başlamıştır (Yıkılmaz, 2011).

Türkiye'de sürdürülebilir kalkınma gösterge seti hazırlama TÜİK tarafından gerçekleştirilmektedir.

2.4.1. TÜİK İllerde Yaşam Endeksi Çalışmaları

TÜİK bireylerin ve hane halkının yaşamlarını objektif ve sübjektif ölçütler kullanarak yerel düzeyde ölçmek, karşılaştırmak ve zaman içinde izleyebilmek amaçlarıyla İllerde Yaşam Endeksi çalışmasını yürütmektedir. Çalışmada;

- Birey, hane halkı ve sonuç odaklı,
- O ilde yaşayanların yaşam düzeyini ölçmeye ve zaman içinde izlemeye imkân veren,
- Politikalara duyarlı, iyileştirilebilir göstergelerle temsil edilen,
- İyi yaşamı oluşturan farklı yaşam kalitesi boyutlarını tek bir boyuta indirgeyen,

bir endeks elde etmek hedeflenmektedir.

İllerde Yaşam Endeksi çalışmasının boyut ve göstergeleri belirlenirken OECD DİYE çerçevesi ve ülkemiz koşulları dikkate alınmıştır. Tüm bunlar doğrultusunda 11 boyut altında 41 gösterge belirlenmiştir (TÜİK, 2017). TÜİK İllerde Yaşam Endeksi çalışmasının kapsamı Tablo 2.7'de verilmiştir.

Tablo 2.7 TÜİK İllerde Yaşam Endeksi Kapsamı (TÜİK, 2017)

BOYUTLAR		GÖSTERGELER	KATKI YÖNÜ
1-KONUT	1	Fert Başına Düşen Oda Sayısı (Ortalama Değer)	Pozitif
	2	Konutun İçinde Tuvalet Mevcudiyeti Oranı (%)	Pozitif
	3	Konutun Kalitesinde Problem Yaşayanların Oranı (%)	Negatif
2-ÇALIŞMA HAYATI	1	İstihdam Oranı (%)	Pozitif
	2	İşsizlik Oranı (%)	Negatif
	3	Ortalama Günlük Kazanç (TL)	Pozitif
	4	İşinden Memnuniyet Oranı (%)	Pozitif
3-GELİR VE SERVET	1	Kişi Başına Düşen Tasarruf Mevduatı (TL)	Pozitif
	2	Orta ve Üstü Gelir Grubundaki Hanelerin Oranı (%)	Pozitif
	3	Temel İhtiyaçlarını Karşılayamadığını Beyan Eden Hanelerin Oranı (%)	Negatif
4-SAĞLIK	1	Bebek Ölüm Hızı(binde)	Negatif
	2	Doğuşta Beklenen Yaşam Süresi (Yıl)	Pozitif
	3	Hekim Başına Düşen Müracaat Sayısı	Negatif
	4	Sağlığından Memnuniyet Oranı (%)	Pozitif
	5	Kamu Sağlık Hizmetinden Memnuniyet Oranı (%)	Pozitif
5-EĞİTİM	1	Okul Öncesi Eğitimde (3-5 yaş) Net Okullaşma Oranı (%)	Pozitif
	2	TEOG Sistemi Yerleştirmeye Esas Puan Ortalaması(puan)	Pozitif
	3	YGS Puan Ortalaması(puan)	Pozitif
	4	Fakülte veya Yüksekokul Mezunları Oranı (%)	Pozitif
	5	Kamunun Eğitim Hizmetlerinden Memnuniyet Oranı (%)	Pozitif
6-ÇEVRE	1	PM10 İstasyon Değerleri Ortalaması (Hava Kirliliği) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Negatif
	2	km^2 'ye düşen orman alanı (%)	Pozitif
	3	Atık Hizmeti Verilen Nüfusun Oranı (%)	Pozitif
	4	Sokaktan gelen Gürültü Problemi Yaşayanların Oranı (%)	Pozitif
	5	Belediyenin Temizlik Hizmetlerinden Memnuniyet Oranı (%)	Pozitif
7-GÜVENLİK	1	Cinayet Oranı (bir milyon kişide)	Negatif
	2	Ölümlü ve Yaralanmalı Trafik Kazası Sayısı (bin kişide)	Negatif
	3	Gece Yalnız Yürürken Kendini Güvende Hissedenlerin Oranı (%)	Pozitif
	4	Kamunun Asayiş Hizmetlerinden Memnuniyet Oranı (%)	Pozitif
8-SİVİL KATILIM	1	Mahalli İdareler Seçimlerine Katılım Oranı	Pozitif
	2	Siyasi Partilere Üyelik Oranı	Pozitif
	3	Sendika /Dernek Faaliyetleri ile İlgili Oranların Oranı	Pozitif
9-ALTYAPI HİZMETLERİN E ERİŞİM	1	İnternet Abone Sayısı (yüz kişide)	Pozitif
	2	Kanalizasyon ve Şebeke Suyuna Erişim Oranı (%)	Pozitif
	3	Hava Limanına Erişim Oranı	Pozitif
	4	Belediyenin Toplu Taşıma Hizmetlerinden Memnuniyet Oranı (%)	Pozitif
10-SOSYAL YAŞAM	1	Sinema ve Tiyatro Seyirci Sayısı (yüz kişide)	Pozitif
	2	Bin Kişi Başına Düşen Alışveriş Merkezi Alanı	Pozitif
	3	Sosyal İlişkilerden Memnuniyet Oranı (%)	Pozitif
	4	Sosyal Hayatından Memnuniyet Oranı (%)	Pozitif
11-YAŞAM MEMNUNİYETİ	1	Mutluluk Düzeyi (%)	Pozitif

2.4.2. TÜİK İllerde Yaşam Endeksi Hesaplama

İllerde yaşam endeksi, yaşamın 11 boyutunu 41 göstergeyle temsil eden bileşik bir endekstir. Bu bileşik endeks uygulaması gösterge seçimi, gösterge değerlerinin normalleştirilmesi, ağırlıklandırılması ve toplulaştırılması aşamalarından oluşmaktadır (TÜİK, 2017).

Veri setinde farklı ölçü birimlerinden olan gösterge değerlerinin karşılaştırılabilir olabilmesi için öncelikle normalleştirilmesi gerekmektedir. İllerde yaşam endeksi göstergeleri normalize edilirken min-maks yöntemi kullanılmaktadır. Min-maks yöntemi, göstergeleri (0,1) aralığında değerlere dönüştüren bir yöntemdir. Endekse katkı yönü negatif olan (işsizlik oranı, cinayet oranı gibi) göstergeler endeks hesabına ters kodlanmış olarak aşağıdaki gibi dâhil edilmektedir:

$$G_i = (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min}) \quad (2.1)$$

$$\check{G}_i = 1 - (X_i - X_{min}) / (X_{max} - X_{min}) \quad (2.2)$$

X_i : Gösterge değeri

X_{min} : Göstergenin aldığı minimum değer

X_{max} : Göstergenin aldığı maksimum değer

Bileşik endeks hesabı yapılırken boyutlar ve aynı boyutlar altındaki göstergelerin eşit ağırlıklar aldığı hiyerarşik eşit ağırlıklandırma yöntemi kullanılmaktadır. Boyut ve gösterge ağırlıkları şu şekildedir;

Boyut Sayısı (N) $\longrightarrow W_B = 1/N$

Gösterge Sayısı (n) $\longrightarrow W_G = 1/n$

Normalize edilmiş gösterge değeri ile gösterge ağırlıklarının çarpılıp toplulaştırılması ile boyut skoru Denklem (2.3)'teki gibi elde edilmektedir:

$$\text{Boyut Skor Değeri} = \sum (W_{Gi} * G_i) \quad (2.3)$$

W_{Gi} : Göstergenin ağırlığı

G_i : Normalize edilmiş gösterge değeri

Normalize edilmiş gösterge değeri ile gösterge ağırlığı ve boyut ağırlığı çarpılıp toplulaştırılarak genel skor değeri Denklem (2.4)'teki gibi elde edilmektedir:

$$\text{Genel Skor Değeri} = \sum (W_{Bi} * W_{Gi} * G_i) \quad (2.4)$$

W_{Bi} : Boyutun ağırlığı

W_{Gi} : Göstergenin ağırlığı

G_i : Normalize edilmiş gösterge değeri

TÜİK'in 2015 yılında gerçekleştirmiş olduğu çalışmaya ilişkin genel skor değerleri ve il bazında elde edilen sıralama Ek 3'te verilmektedir.

3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

3.1. Karar Verme

Karar verme, bir amaca ulaşmak veya bir problemi çözmek için çeşitli kriterleri değerlendirerek sonuca ulaşma sürecini ifade etmektedir. Başka bir tanıma göre en az bir amaç doğrultusunda bir kritere dayanarak seçenekler kümesi içerisinde olası bir veya birkaç seçeneği seçme süreci şeklindedir (Özcan, 2017).

Karar verme süreci karar vericilerin belirlenmesi ve problemin tanımlanması ile başladığı söylenmektedir. Genel bir karar verme süreci için belirlenmiş adımlar aşağıda açıklanmaktadır (Fülöp, 2005).

- **Problemi Tanımlama:** Başlangıç koşulları ve istenen koşulları açıklayıcı bir veya birkaç problem cümlesi ile karar verici ve paydaşlarca kabul gören kısa ve net yazılı materyaller oluşturulmasıdır.
- **Gereksinimleri Belirleme:** Problemin çözümünün karşılaması gereken koşulları ifade eder. Matematiksel formda problemin çözümler kümesini tanımlayan kısıtlardır.
- **Hedefleri Belirleme:** İstenilen değerlerin ifade edilmesidir. Gereksinimlerin sınırlamalarıyla çelişebilir fakat bu karar durumunun doğal sonucudur.
- **Alternatifleri Tanımlama:** Alternatifler gereksinimleri karşılamalıdır. Alternatifler sonlu ise gereksinimleri karşılayıp karşılamadığı kontrol edilir. Sonsuz sayıda ise matematiksel biçimde kısıtları karşılayan çözümler kümesi şeklinde kabul edilir.
- **Kriterleri Tanımlama:** Alternatiflerin hedeflere ne kadar iyi ulaştığını ölçebilmek için kriterler tanımlanır. Hedefler kriterler şeklinde ifade edileceği için en az bir kriter oluşturulmalıdır.
- **Karar Verme Aracı Seçme:** Karar vericilerin hedeflerine ve karar problemine bağlıdır. Yöntemin basit olması iyidir fakat karmaşık problemler karmaşık yöntemler gerektirebilir.
- **Alternatifleri Kriterlere Göre Değerlendirme:** Kriterlere Bağlı olarak değerlendirme nesnel veya öznel olarak yapılabilir. Değerlendirmeler neticesinde karar verme aracı alternatifleri sıralamak veya en olurlu alternatifi seçmek için uygulanabilir.

- **Çözümleri Probleme Göre Doğrulama:** Çözümler karar probleminin gereksinimlerine ve amaçlarına göre doğrulanmalıdır. Buradaki doğrulama karar modeline daha fazla hedef veya gereksinim eklenmesine dikkat çekebilir.

3.2. Çok Kriterli Karar Verme

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) karar biliminin bir alt bilimi olarak birbiriyle çelişen, birden çok karar kriterine sahip, birden çok alternatif arasında değerlendirme yaparak en iyi alternatife ulaşmayı amaçlar.

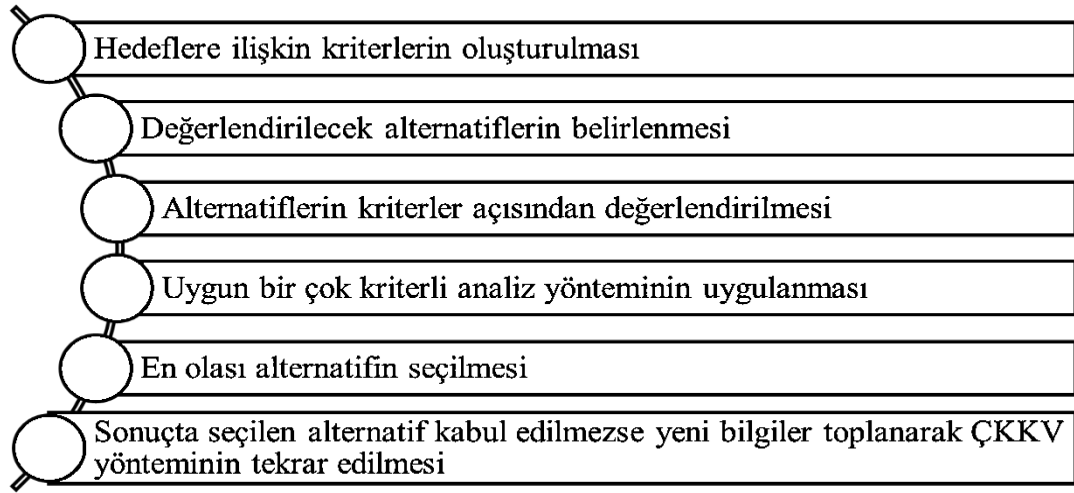
ÇKKV Yöneylem Araştırmasının sistem düşüncüsü, çok disiplinlilik ve bilimsel yaklaşım karakterlerini besleyen bir dalını temsil etmektedir. Çalışmaların odağı karar vericilerin problemi yapılandırması ve çözüme ulaşmaya yardımcı olması noktasında yoğunlaşmaktadır (Sezer, 2008).

Karar verme sadece kişisel bir gereksinim olmamakla birlikte kuruluşların da günümüz gelişmeleri ve rekabet koşullarına uyum sağlayabilmeleri için etkili ve doğru kararlar verme zorunlulukları bulunmaktadır (Yavaş vd, 2014). Böylelikle oldukça zorlu olan karar verme sürecinde birçok alternatifin bulunduğu ve bu alternatifleri etkileyen birçok unsurun bulunduğu ortamlara çözümler üretmeyi kolaylaştırmak için çeşitli ÇKKV yöntemleri geliştirilmiştir.

3.3. ÇKKV Yöntemleri

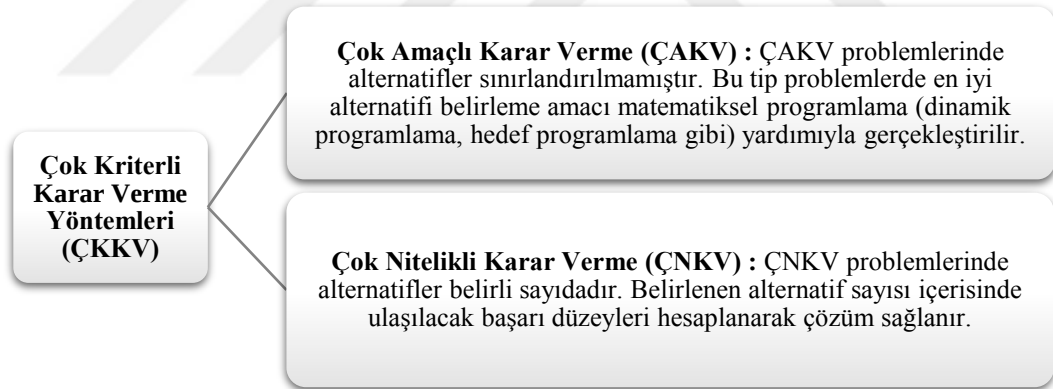
ÇKKV birbirini etkileyen çoklu kriterlere sahip alternatif seçenekleri arasından en olası seçeneği belirleyebilmek şeklinde tanımlanabilmektedir. Çok kriterli seçme, sıralama, değerlendirme yöntemleri şeklinde literatürde yer almaktadır (Özbek ve Engür, 2019).

ÇKKV sürecinde gerçekleştirilen adımlar Şekil 3.1'de gösterilmektedir (Jahanshahloo vd, 2006).



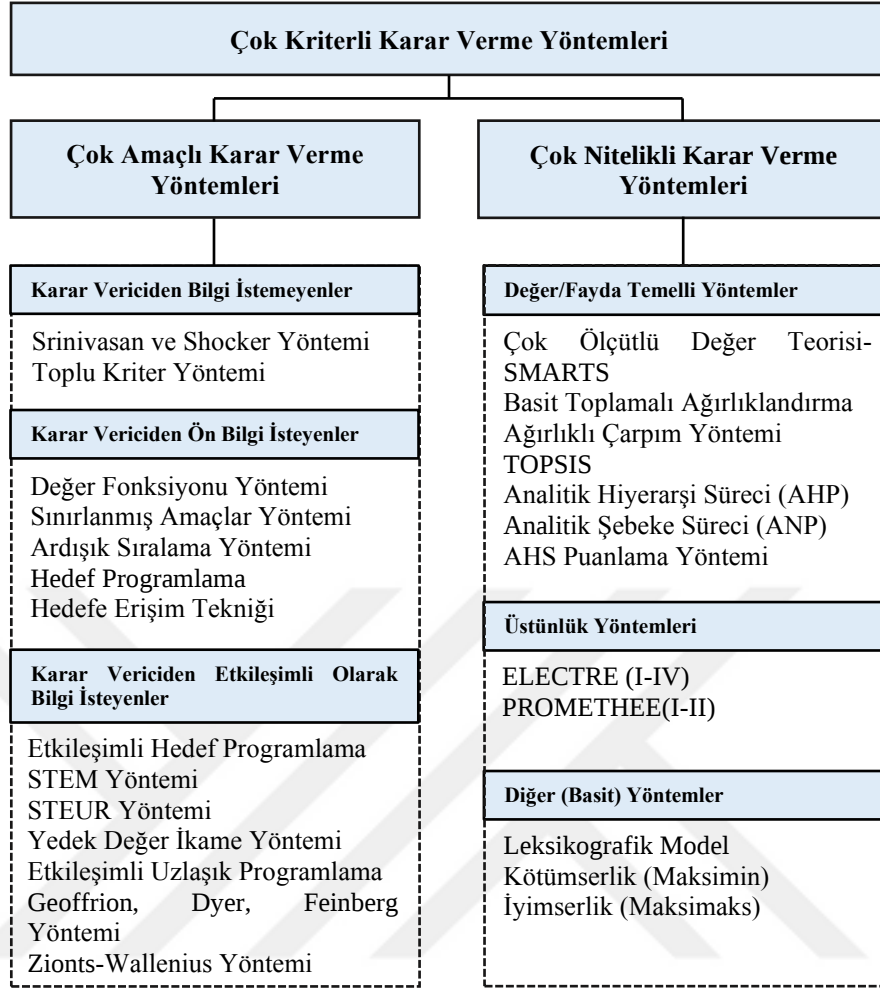
Şekil 3.1 Çok Kriterli Karar Verme Süreci Adımları

ÇKKV problemleri en az iki kriter ve en az iki alternatif çözüme sahip problemler olmalıdırlar (Cengiz, 2012). Literatürde yer alan ÇKKV yöntemleri kendilerine ait karakteristik özellikleri ile birbirlerinden ayrılmaktadırlar. Alternatif sayılarına bakılarak iki gruba ayrılabilmekte olup bu durum Şekil 3.2’de verilmektedir.



Şekil 3.2 Alternatif Sayılarına Göre ÇKKV Yöntemleri

ÇKKV yöntemleri için örnek bir sınıflandırma Şekil 3.3’te verilmektedir (Ersöz ve Kabak, 2010).



Şekil 3.3 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırılması

3.4. ÇKKV Avantaj ve Dezavantajları

ÇKKV yöntemlerinin avantajları aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Cengiz, 2012).

- Büyük ve karmaşık veri setleriyle çalışmaya olanak sağlar.
- Birbiriyle çelişen çok sayıda kriteri birlikte değerlendirme ortamı sağlar. Sayısal ve kavramsal kriterleri eş zamanlı değerlendirme yapmaya olanak sağlar.
- Karmaşıklığı kolay çözümlemeyi sağlar ve süreci sistematik hale getirir.

ÇKKV yöntemlerinin dezavantajları aşağıdaki gibi ifade edilebilmektedir (Cengiz, 2012).

- Bir alternatif bir kritere göre seçilebilirlik açısından üstünlük gösterirken diğer bir kriter aksine seçilebilirliği negatif etkileyebilir. Bu gibi durumlar alternatiflerin karşılaştırılması zorluğunu ortaya çıkarmaktadır.

Değerlendirmeler için karar vericilere bağılı olarak ek bilgiler ve modellere ihtiyaç duyulabilir.

- Karar problemlerinde alternatiflerin tüm kriterlerinin seçilebilir üstünlüğünün olması durumu olamayacağı için matematiksel anlamda net tanımlamalar yapılamaz. Bu da karar vericiye bağılı öznel uzlaşık çözümlere ulaşılmasına yol açar.

ÇKKV yöntemlerinin bu dezavantajlı yönleriyle başa çıkabilmek için çalışmacılar bulanık mantık yaklaşımlarından faydalanmaktadırlar.



4. BULANIK MANTIK

4.1. Bulanık Mantık Tanımı

Bulanık mantık yaklaşımını anlayabilmek için ilk olarak bulanık mantık öncesi kullanılan mantık yaklaşımlarından bahsetmek gerekmektedir. Mantığın bilimsel olarak incelenmeye başlanması ve sistematik olarak ele alınması yani klasik mantık süreci Aristoteles (M.Ö. 384-322) ile başlamaktadır (Mürtezaoglu, 2021). Klasik mantıkta iki değerli bir yaklaşım mevcuttur. Bu yaklaşımı incelediğimizde ise bir önermeyi doğruluk durumuna göre değerlendirirken “doğru” ya da “yanlış” olarak ifade edebildiğimiz görülmektedir. Klasik mantık sisteminde evet/hayır, var/yok, iyi/kötü, siyah/beyaz ya da 0-1 gibi değerler mevcuttur (Dağdeviren ve Yüksel, 2010). Gerçek hayat problemlerini bu ikili cevap sistemiyle karşılamak oldukça zordur. Hayatın içerisinde birçok benzerlik ve karşıtlıklar birlikte bulunmaktadır. Bu sürekli sistemi kesikli değer sistemiyle açıklamak yeterli değildir. Bundan dolayı klasik mantık sistemi geçerliliğini yitirirken belirsizliği barındıran birçok mantık sistemi ortaya çıkmıştır. Belirsizliğin mantık sistemine dâhil olmasıyla birlikte ilk n değerli mantık sistemi Lukasiewicz tarafından 1930 yılında ortaya atılmıştır (Gökdeniz ve Erdal, 2017). Lukasiewicz’ in teorisine göre doğruluk değeri doğru (1), yanlış (0) ve belirsiz (0 ile 1 arasında bir değer) olarak tanımlanmaktadır (İbil, 2021).

Bulanık mantık teorisi n değerli mantık teorisinin geliştirilmesiyle literatüre dâhil olmuştur. Belirsizliği derecelendirme düşüncesiyle geliştirilmiştir. Azerbaycan asıllı matematikçi ve bilgisayar bilimci Profesör Lotfi A. Zadeh (1965) “kesin olmayan genişlik kümeleri” anlamına gelen “dereceli kümeler” kavramını ortaya atmıştır (Ünlükal, 2019). Zadeh ’in bulanık mantığında doğruluğun bir derece meselesi olduğu insani akıl yürütme sağlayan bir model bulunmaktadır. Bulanık mantığın özellikleri aşağıdaki şekilde maddeleştirilebilmektedir (Karataş, 2018).

- Kesin sebeplere dayanan düşünme yerine yaklaşık değerlere dayalı düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta değerler $[0,1]$ aralığında üyelik derecesi ile gösterilir.
- Mantıksal sistemlerin tümü bulanıklaştırılabilir.
- Bulanık çıkarım işlemi sözel ifadeler arası kurallar ile yapılır.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, az, çok gibi sözel ifadeler kullanılarak belirtilir.

- Matematiksel modeli karmaşık olan sistemler için çok uygundur.

4.2. Bulanık Küme Görüşü

Bulanık mantıkta üyeliği bir derece olarak ifade etme düşüncesini savunan Zadeh bulanık kümeler ile bunu açıklamaya çalışmıştır (Karataş, 2018). Klasik küme teorisinde bir kümeye ait olunması veya olunmaması gibi iki değerli üyelik sistemi bulanık küme kavramı ile çok değerliliğe taşınmaktadır. Matematiksel olarak ifade edersek X evrensel kümesinde bir A klasik kümesi ($A \subseteq X$) için bir x elemanı; $x \in A$ veya $x \notin A$ şeklinde iki durumla ifade edilebilmektedir. Bu durum ise karakteristik fonksiyon ile gösterilmektedir. Karakteristik fonksiyon değeri 0 ve 1 değerlerini almaktadır. Matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (İbil, 2021; Mürtezaoglu, 2021; Tzeng ve Huang, 2011)

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases} \quad (4.1)$$

Bulanık küme teorisi ile tanımlama yapılırken ise bir $\tilde{A}$ kümesi için x elemanının üyeliği $[0,1]$ aralığında değer almaktadır. Bu değer üyelik fonksiyonu ile ifade edilmektedir. $\tilde{A}$ bulanık kümesi için üyelik fonksiyonu aşağıdaki Denklem (4.2)'deki gibi gösterilir (Tzeng ve Huang, 2011).

$$\mu_{\tilde{A}}(x): X \rightarrow [0,1] \quad (4.2)$$

X evrensel kümesinde tanımlı bulanık $\tilde{A}$ kümesinin bir x elemanı ve üyelik derecesi ile gösterimi Denklem (4.3)'te verilmektedir (Tzeng ve Huang, 2011).

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) \mid x \in X\} \quad (4.3)$$

$\tilde{A}$ Bulanık kümesi sınırlı ve sonlu x elemanlarından oluşuyorsa (Sattarov, 2008);

$$\tilde{A} = \{\mu_{\tilde{A}}(x_1)/x_1 + \mu_{\tilde{A}}(x_2)/x_2 + \dots\}$$

$$\text{Kesikli durumda; } \tilde{A} = \{\sum \mu_{\tilde{A}}(x_i)/x_i\} \quad (4.4)$$

$$\text{Sürekli durumda; } \tilde{A} = \{\int \mu_{\tilde{A}}(x_i)/x_i\} \quad (4.5)$$

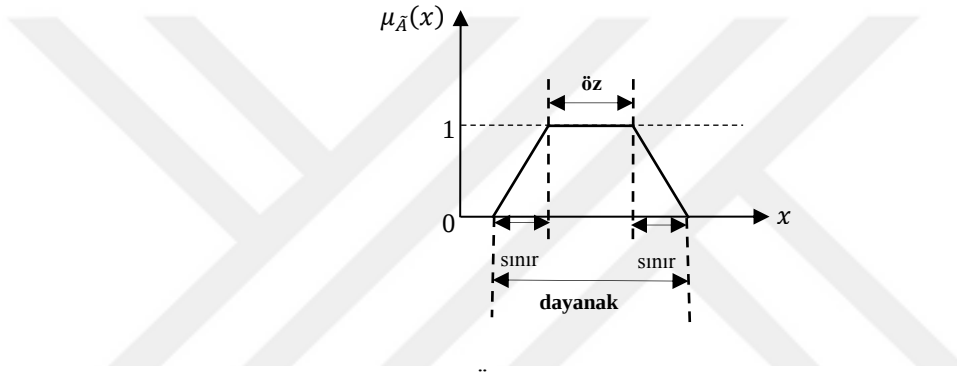
şeklinde gösterilmektedir. Gösterimdeki toplama ve bölme işaretleri aritmetik anlamlarını taşımamaktadır. Bölme işareti paydadaki elemanın paydaki üyelik derecesine sahip olduğunu, toplama işareti ise aynı kümede bulunduklarını göstermek için kullanılmaktadır.

4.3. Bulanık Kümelerle İlgili Tanımlamalar

Bir bulanık $\tilde{A}$ kümesi için üyelik derecesi 0'dan büyük yani pozitif olan tüm elemanları içeren küme, $\tilde{A}$ kümesinin desteği veya dayanağı olarak ifade edilmektedir ve Denklem (4.6)'daki gibi gösterilmektedir (Mürtezaoğlu, 2021; Tzeng ve Huang, 2011).

$$\text{supp}\tilde{A} = \{x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) > 0\} \quad (4.6)$$

Üyelik derecesinin 1'e eşit olduğu alt kümeye öz; tam üyeliği olmayan bütün x noktalarının oluşturduğu kümeye sınır veya geçiş bölgeleri denilmektedir. Aşağıda Şekil 4.1'de gösterilmektedir.



Şekil 4.1 Üyelik Fonksiyonu Bölümleri

X evrensel kümesinde $\tilde{A}$ bulanık kümesinin α -keseni, üyelik derecesi α 'dan büyük veya eşit olan tüm elemanları içeriyorsa $\tilde{A}_\alpha$ şeklinde Denklem (4.7)'deki gibi gösterilmektedir (Mürtezaoğlu, 2021; Tzeng ve Huang, 2011).

$$\tilde{A}_\alpha = \{x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha, 0 \leq \alpha \leq 1\} \quad (4.7)$$

$\tilde{A}$ Bulanık kümesinin üyelik fonksiyonunun en yüksek değeri yüksekliğidir ve 1'e eşit olması durumunda $\tilde{A}$ bulanık kümesi normaldir denir. Matematiksel olarak gösterirsek, $x \in X$ için $\sup \mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ ise bulanık küme normal olarak adlandırılır (Tzeng ve Huang, 2011).

$\tilde{A}$ Bulanık kümesinin dışbükeylik özelliğine sahip olabilmesi için x_1 ve x_2 herhangi iki elemanı arasındaki noktaların üyelik derecelerinin minimumundan büyük

ya da eşit olması gerekmektedir. Matematiksel olarak $\lambda \in [0,1]$ olmak üzere $\mu_{\tilde{A}}(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min [\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)]$ şartını sağlamalıdır.

$\tilde{A}$ Bulanık kümesinde bir eleman normalize edilirken üyelik derecesi en yüksek değere sahip elemanın üyelik derecesine bölünerek normalize edilmektedir (İbil, 2021; Tzeng ve Huang, 2011). Denklem (4.8)’de matematiksel olarak gösterilmektedir.

$$\mu_{\tilde{A}}NORM = \mu_{\tilde{A}}(x)/\max (\mu_{\tilde{A}}(x)) \quad (4.8)$$

Bir bulanık sayı oluşturulabilmesi için $\tilde{A}$ bulanık kümesi aşağıdaki maddeleri karşılamalıdır (İbil, 2021).

- $\tilde{A}$ bulanık kümesinin yüksekliği 1’e eşit olmalı yani normal olmalıdır.
- Dışbükeylik özelliğine sahip olmalıdır.
- α -keseni için $\alpha \in (0,1]$ için kapalı bir aralık ifade etmelidir.
- $\tilde{A}$ bulanık kümesinin kuvveti sınırlı olmalıdır.

4.3.1. Bulanık Kümelerde Üyelik Fonksiyonları

Bulanık kümelerin değerlendirilmelerinde kullanılmak üzere üyelik fonksiyonları için çeşitli tanımlamalar yapılmıştır. Sıkça kullanılan bazı üyelik fonksiyonları devam eden başlıklar altında tanımlanmaktadır.

4.3.1.1. Üçgen üyelik fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu, parçalı doğrusal eşitliklerle Denklem (4.9)’daki gibi ifade edilmektedir (Temürlenk, 2019).

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a \text{ ise} \\ \frac{x-a}{m-a}, & a \leq x \leq m \text{ ise} \\ \frac{b-x}{b-m}, & m \leq x \leq b \text{ ise} \\ 0, & x > b \text{ ise} \end{cases} \quad (4.9)$$

Kısaca $\mu_{\tilde{A}}(x) = \max \left\{ \min \left[\frac{x-a}{m-a}, \frac{b-x}{b-m} \right], 0 \right\}$ şeklinde gösterilmektedir. Burada “m” modal (tipik) değeri gösterirken “a” ve “b” alt ve üst sınırları göstermektedir. Üç parametre kullanılarak tam olarak tanımlanabildikleri için oldukça basit üyelik fonksiyonlarıdır.

4.3.1.2. Yamuk üyelik fonksiyonu

Dört parametreyle tanımlanan işlevlerdir (Temürlenk, 2019). Denklem (4.10) ile gösterilmektedir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a \text{ ise} \\ \frac{x-a}{m-a}, & a \leq x \leq m \text{ ise} \\ 1, & m \leq x \leq n \text{ ise} \\ \frac{b-x}{b-n}, & n \leq x \leq b \text{ ise} \\ 0, & x > b \text{ ise} \end{cases} \quad (4.10)$$

Kısaca $\mu_{\tilde{A}} = \max \left\{ \min \left[\frac{x-a}{m-a}, 1, \frac{b-x}{b-n} \right], 0 \right\}$ şeklinde ifade edilmektedir.

4.3.1.3. Gaussian üyelik fonksiyonu

$\tilde{A}$ 'nın tipik bir elemanı “m” ve yayılımını temsil eden σ parametreleri ile tanımlanmaktadır (Temürlenk, 2019). Denklem (4.11)’de gösterilmektedir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \exp \left(-\frac{(x-m)^2}{\sigma} \right) \quad (4.11)$$

4.3.1.4. S üyelik fonksiyonu

Denklem (4.12)’te gösterilmektedir. $a < m < b$ olacak şekilde $m = (a + b)/2$ noktası s işlevinin çapraz noktası olmaktadır (Temürlenk, 2019).

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ 2 \left(\frac{x-a}{m-a} \right)^2, & a \leq x \leq m \\ 1 - 2 \left(\frac{x-a}{b-a} \right)^2, & m \leq x \leq b \\ 1, & x > b \end{cases} \quad (4.12)$$

4.3.2. Bulanık Küme İşlevleri

Bulanık kümelerin sahip olduğu bazı küme işlevleri aşağıda başlıklar altında tanımlanmıştır.

4.3.2.1. Bulanık kümelerin birleşimi

Bir X evrensel kümesinde tanımlı $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümeleri için $\forall x \in X$ ve $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{B}}(x)$ bu kümelerin üyelik derecelerini ifade edecek şekilde birleşim ($\cup$) işlevi Denklem (4.13)’de gösterilmektedir (Tzeng ve Huang, 2011).

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \quad \forall x \in X \quad (4.13)$$

4.3.2.2. Bulanık kümelerin kesişimi

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümeleri için kesişim ($\cap$) işlevi Denklem (4.14)'de gösterildiği şekilde ifade edilmektedir (Tzeng ve Huang, 2011).

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)) \quad \forall x \in X \quad (4.14)$$

4.3.2.3. Bulanık kümelerin tümleyeni

Bir bulanık $\tilde{A}$ kümesinin tümleyeni $\tilde{A}^c$ ile gösterilir ve Denklem (4.15)'deki şekilde üyelik fonksiyonu ifade edilir (Tzeng ve Huang, 2011).

$$\mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) \quad \forall x \in X \quad (4.15)$$

4.3.2.4. Bulanık kümenin altkümesi

Bir bulanık $\tilde{A}$ kümesinin altkümesi olan $\tilde{B}$ bulanık kümesi ile üyelik fonksiyonları ilişkileri Denklem (4.16)'da verildiği şekildedir (Mürtezaoglu, 2021).

$$\tilde{A} \subseteq \tilde{B} \rightarrow \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x) \quad \forall x \in X \quad (4.16)$$

4.3.3. Bulanık Küme Aritmetiği

$\tilde{m}$ ve $\tilde{n}$ birer bulanık sayıyı ve z 'de bir durumu temsil ediyor olsun. Bu iki bulanık sayı için aritmetik işlemlere ait üyelik fonksiyonları aşağıdaki denklemlerle açıklanmaktadır (Tzeng ve Huang, 2011).

Bulanık kümelerde toplama;

$$\mu_{\tilde{m} + \tilde{n}}(z) = \sup_{x,y} \{ \min(\tilde{m}(x), \tilde{n}(y)) \mid x + y = z \} \quad (4.17)$$

Bulanık kümelerde çıkarma;

$$\mu_{\tilde{m} - \tilde{n}}(z) = \sup_{x,y} \{ \min(\tilde{m}(x), \tilde{n}(y)) \mid x - y = z \} \quad (4.18)$$

Bulanık kümelerde çarpma;

$$\mu_{\tilde{m} \times \tilde{n}}(z) = \sup_{x,y} \{ \min(\tilde{m}(x), \tilde{n}(y)) \mid x \times y = z \} \quad (4.19)$$

Bulanık kümelerde bölme;

$$\mu_{\tilde{m} \div \tilde{n}}(z) = \sup_{x,y} \{ \min(\tilde{m}(x), \tilde{n}(y)) \mid x \div y = z \} \quad (4.20)$$

$\tilde{m} = [m^l, m^m, m^u]$ ve $\tilde{n} = [n^l, n^m, n^u]$ iki bulanık kümede l, m, u sırasıyla en düşük (infimum), tipik (mod), en yüksek (supremum) değerlerini gösteriyor olsun. Bu durum için α -kesim aritmetik işlemleri aşağıdaki kümelerde verilmiştir (Tzeng ve Huang, 2011).

$$\tilde{m}(a) + \tilde{n}(a) = [m^l(a) + n^l(a), m^u(a) + n^u(a)] \quad (4.21)$$

$$\tilde{m}(a) - \tilde{n}(a) = [m^l(a) - n^u(a), m^u(a) - n^l(a)] \quad (4.22)$$

$$\tilde{m}(a) \div \tilde{n}(a) \approx [m^l(a), m^u(a)] \times [1/n^u(a), 1/n^l(a)] \quad (4.23)$$

$$\tilde{m}(a) \times \tilde{n}(a) \approx [M, N] \quad (4.24)$$

a işlemi yaklaşık ($\approx$) ve a -kesim işlemini ifade etmektedir.

$$M = \min\{m^l(a)n^l(a), m^l(a)n^u(a), m^u(a)n^l(a), m^u(a)n^u(a)\}$$

$$N = \max\{m^l(a)n^l(a), m^l(a)n^u(a), m^u(a)n^l(a), m^u(a)n^u(a)\}$$

4.3.4. Bulanık Küme Uzantıları

Gerçek hayat problemlerindeki belirsizliği ifade etmede oldukça etkili olduğu yapılan çalışmalarla ortaya çıkan bulanık mantık teorileri zaman içerisinde geliştirilerek farklı uzantıları keşfedilmiştir. Zadeh'in 1965'te kullanıma sunduğu klasik bulanık küme teorisiyle gelişmiş bulanık küme uzantılarının başlangıcı oluşmuştur. Klasik bulanık küme teorisinde daha önce de bulanık küme teorilerini açıklarken bahsedildiği gibi üyelik fonksiyonu $[0,1]$ aralığında değer alan üst sınırı sonlu ve pozitif reel sayılardan oluşan bir bulanık kümeden yararlanılmaktadır. Klasik bulanık küme teorisinde kümeye ait olup olunmaması durumları bulunmaktadır. Yani buna kümenin bir üyesi olup olmaması durumları için yukarıda verildiği gibi bir aralıkta değerler alması durumu da denilebilir.

Klasik bulanık kümeler yeni bir serbestlik derecesi tanımlanarak 3 boyutlu bir yapı haline getirilerek Tip-2 bulanık kümeler geliştirilmiştir. Zadeh tarafından 1975'te geliştirilen Tip-2 bulanık kümelerde üyelik fonksiyonu etrafındaki noktaların kaydırılarak bulanıklaştırılması ve belirli bir genlikte birden fazla değer alabilmesi söz konusudur. Üyelik fonksiyonunun tanımlanmasının zor olduğu durumlarda avantajlı olsa da işlem zorluğu ve karmaşıklığı içermektedir. Bu karmaşıklığı giderebilmek ve belirsizliği daha iyi ifade edebilmek için Tip-2 bulanık kümelerin özel bir durumu olan Aralık Değerli Bulanık Kümler geliştirilmiştir. Aralık değerli bulanık kümeler üyelik fonksiyonundaki tanımlama zorluğunu giderebilmek için üyelik derecelerine alt ve üst sınır belirleyerek tanımlama temeline dayanmaktadır.

$\mu_A^L(x)$ üyelik derecesinin alt sınırı ve $\mu_A^U(x)$ üyelik derecesinin üst sınırı olmak üzere (Mürtezaoglu, 2021);

$$\begin{aligned} \tilde{A} &= \{x, [\mu_A^L(x), \mu_A^U(x)]\} \\ \mu_A^L(x), \mu_A^U(x): x &\rightarrow [0,1], \forall x \in X, \mu_A^L(x) < \mu_A^U(x) \end{aligned} \quad (4.25)$$

şeklinde gösterilmektedir.

Üye olma ve olmama derecelerine dayanan klasik bulanık küme sisteminde üyelik dereceleri toplamı 1'e eşit olmaktaydı. 1986 yılında Atanassov' un geliştirdiği Sezgisel Bulanık Kümeler (Intuitionistic Fuzzy Sets-IFS) ile üye olma ve olmama dereceleri toplamı 1'e eşit veya küçük olabilir şeklinde sunulmuştur. IFS' de üye olmama derecesi 1'den üye olma derecesinin çıkarılarak bulunamayacağı buna ek olarak bir tereddüt derecesi olabileceği düşüncesi bulunmaktadır. x bir elemanın bulanık bir $\tilde{A}$ kümesinde;

$$\text{Üye olma derecesi} = \mu_{\tilde{A}}(x)$$

$$\text{Üye olmama derecesi} = v_{\tilde{A}}(x)$$

$$\text{Tereddüt derecesi} = \pi_{\tilde{A}}(x)$$

Matematiksel olarak gösterimleri Denklem (4.26) ve (4.27)'de aşağıda verilmektedir (Atanassov, 1986; Mürtezaoğlu, 2021) .

$$\tilde{A} = \{ \langle x, \mu_{\tilde{A}}(x), v_{\tilde{A}}(x) \rangle \mid x \in X \}$$

$$\mu_{\tilde{A}}(x): x \rightarrow [0,1], v_{\tilde{A}}(x): x \rightarrow [0,1] \quad (4.26)$$

$$0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) + v_{\tilde{A}}(x) \leq 1$$

$$\pi_{\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) - v_{\tilde{A}}(x) \quad \forall x \in X \quad (4.27)$$

Smarandache tarafından 1999 yılında literatüre kazandırılan Nötrosofik Bulanık Kümeler (Neutrosophic Fuzzy Sets-NFS) ise üyelik fonksiyonlarını doğru üyelik fonksiyonu (T), belirsiz üyelik fonksiyonu (I) ve yanlış üyelik fonksiyonu (F) olarak ele almaktadır. Tek değerli nötrosofik kümelerle ait gösterimler Denklem (4.28) ile verilmektedir.

$$\tilde{A} = \{ \langle x, T_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}}(x) \rangle \mid x \in X \}$$

$$T_{\tilde{A}}(x), I_{\tilde{A}}(x), F_{\tilde{A}}(x) : X \rightarrow [0,1]$$

$$0 \leq T_{\tilde{A}}(x) + I_{\tilde{A}}(x) + F_{\tilde{A}}(x) \leq 3 \quad \forall x \in X \quad (4.28)$$

Garibaldi ve Özen tarafından 2007 yılında zamanla değişen durumların etkilerinin bulanık kümelerle dahil edilmesi çalışması ile Durağan Olmayan Bulanık Kümeler önerilmiştir. Bu düşünce aynı girdiler için farklı kararlar verebilmeyi sağlayarak belirsizlik için $\mu_{\tilde{A}}$ karakteristik fonksiyonu, T sınırsız sayıda t_i zaman noktaları olmak üzere $T \times X \rightarrow [0,1]$ fonksiyonu $T \times X$ 'de her (t, x) ikilisi için $\mu_{\tilde{A}}(x)$

üyelik fonksiyonunun zamana göre değişimini kapsamaktadır. Denklem (4.29)'da gösterilmektedir (Mürtezoğlu, 2021).

$$\tilde{A} = \int_{t \in T} \int_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(t, x) / x / t \quad (4.29)$$

Değişik üyelik fonksiyonlarının kullanılabilmesi ve küme elemanlarının farklı değerlere sahip olması düşüncesiyle birlikte geliştirilen, sezgisel bulanık kümelerin bir genellemesi olarak ortaya çıkan Kararsız Bulanık Kümeler (Hesitant Fuzzy Sets-HFS) Torra tarafından 2010 yılında literatüre sunulmuştur. M bir üyelik fonksiyonlarını gösteren küme olmak üzere $M = \{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n\}$

M ile ilgili kararsız bulanık küme $h_m(u)$ ile gösterilir ve Denklem (4.30)'da verilmektedir (Kahraman ve Kutlu Gündoğdu, 2021; Torra, 2010).

$$h_m(u) = \bigcup_{\mu \in M} \{\mu(u)\} \quad (4.30)$$

Sezgisel bulanık kümelerle üye olma ve olmama dereceleri toplamının 1'e eşit veya küçük olma düşüncesi, üye olma ve olmama dereceleri toplamının 1'den büyük olabilmesi ihtimali karşısında yetersiz kalmaktaydı. Bu sebeple üye olma ve olmama dereceleri kareleri toplamı 1'den küçük veya eşit olması dahil edilerek Tip-2 Sezgisel Bulanık Kümeler önerilmiştir. Yager 2013 yılında bu bulanık kümeleri Pisagor Bulanık Kümeler (Pythagorean Fuzzy Sets-PFS) adıyla literatüre sunmuştur. Her sezgisel bulanık küme aynı zamanda bir Pisagor bulanık kümeyi karşılarken bu durumun tersi mümkün olmayabilmektedir. Pisagor bulanık bulanık kümelere ait matematiksel gösterimler Denklem (4.31)'de verilmektedir (Yager, 2013).

$$\begin{aligned} \tilde{A} &= \{ \langle x, \mu_{\tilde{A}}(x), v_{\tilde{A}}(x) \rangle \mid x \in X \} \\ \mu_{\tilde{A}}(x) &: x \rightarrow [0,1], v_{\tilde{A}}(x) : x \rightarrow [0,1] \\ 0 &\leq (\mu_{\tilde{A}}(x))^2 + (v_{\tilde{A}}(x))^2 \leq 1 \\ \pi_{\tilde{A}}(x) &= \sqrt{1 - (\mu_{\tilde{A}}(x))^2 - (v_{\tilde{A}}(x))^2} \end{aligned} \quad (4.31)$$

İnsan değerlendirmelerini yansıtmada kullanımı uygun olan Görüntü Bulanık Kümeler (Picture Fuzzy Sets) ise Cuong ve Kreinovich tarafından 2013 yılında

sunulmuştur. Matematiksel olarak Denklem (4.32)'de gösterilmiştir. Z değeri reddetme derecesini tanımlamaktadır (Kahraman ve Kutlu Gündoğdu, 2021).

$$\begin{aligned}
\tilde{A}_s &= \{ \langle u, \mu_{\tilde{A}_s}(u), v_{\tilde{A}_s}(u), \pi_{\tilde{A}_s}(u) \rangle \mid u \in U \} \\
\mu_{\tilde{A}_s}(u) &: u \rightarrow [0,1] \\
v_{\tilde{A}_s}(u) &: u \rightarrow [0,1] \\
\pi_{\tilde{A}_s}(u) &: u \rightarrow [0,1] \\
0 &\leq \mu_{\tilde{A}}(u) + v_{\tilde{A}}(u) + \pi_{\tilde{A}}(u) \leq 1 \\
Z &= 1 - (\mu_{\tilde{A}}(u) + v_{\tilde{A}}(u) + \pi_{\tilde{A}}(u))
\end{aligned} \tag{4.32}$$

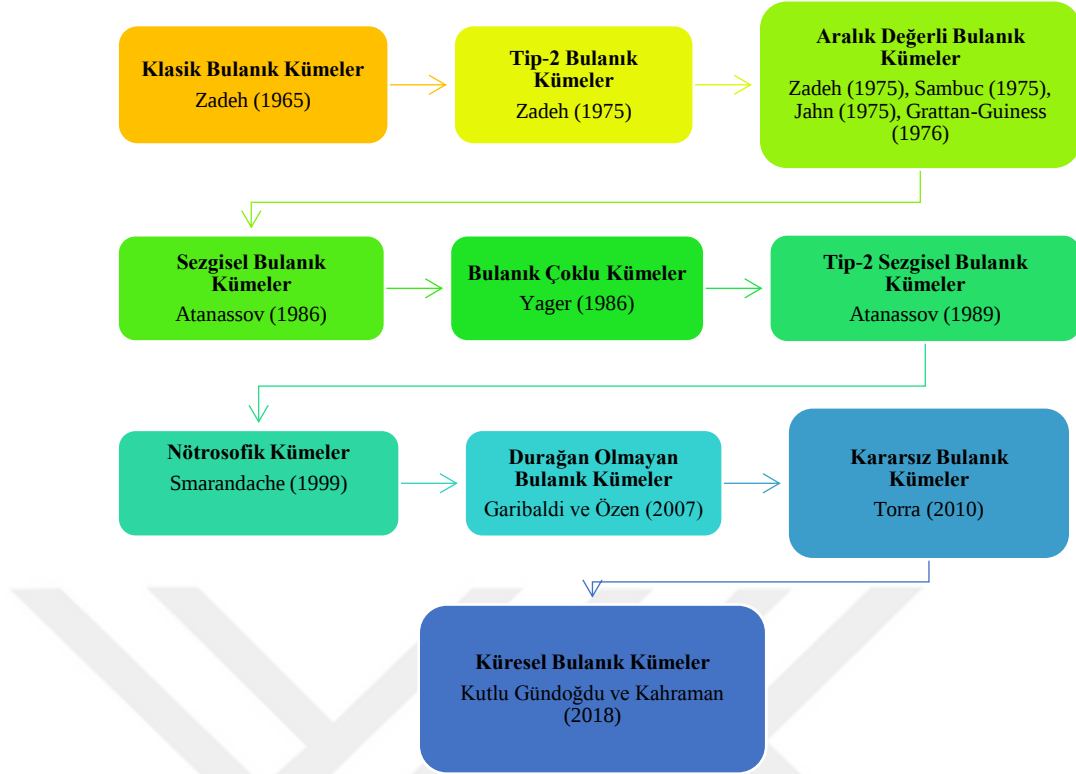
Yager 2017 yılında sezgisel ve Pisagor bulanık kümelerin genelleştirilmiş formu olan Q-Rung Orthopair bulanık kümeleri literatüre sunmuştur. Aşağıda Denklem (4.33)'de verildiği şekilde gösterilmiştir (Kahraman ve Kutlu Gündoğdu, 2021).

$$\begin{aligned}
\tilde{O} &= \{ \langle u, \mu_{\tilde{O}}(u), v_{\tilde{O}}(u) \rangle \mid u \in U \} \\
\mu_{\tilde{O}}(u) &: u \rightarrow [0,1] \text{ (üye olma derecesi)} \\
v_{\tilde{O}}(u) &: u \rightarrow [0,1] \text{ (üye olmama derecesi)} \\
0 &\leq \mu_{\tilde{O}}^q(u) + v_{\tilde{O}}^q(u) \leq 1 \\
\pi_{\tilde{O}}^q(u) &= \sqrt{1 - \mu_{\tilde{O}}^2(u) - v_{\tilde{O}}^2(u)} \text{ (kararsızlık derecesi)}
\end{aligned} \tag{4.33}$$

Gündoğdu ve Kahraman tarafından 2018 yılında literatüre kazandırılan görüntü bulanık kümelerin genişletilmiş hali olan Küresel Bulanık Kümeler (Spherical Fuzzy Sets-SFSs) küresel bir sistem üzerinde üyelik tanımlamaktadır.

Çalışmada yararlanılacak olan küresel bulanık kümeler bir sonraki başlık altında detaylı bir şekilde açıklanacaktır.

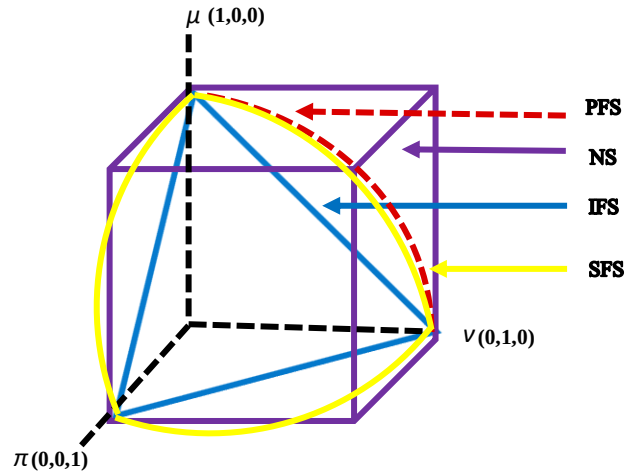
Bulanık küme uzantılarının zaman içerisinde gelişimi aşağıdaki Şekil 4.2'te verilmiştir (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2020).



Şekil 4.2 Bulanık Küme Uzantıları

4.3.5. Küresel Bulanık Küme Setleri

Küresel Bulanık Kümeler (Spherical Fuzzy Sets/SFS) üyelik dereceleri küresel bir düzlem üzerinde tanımlanan iki SFS arası mesafenin küresel yay mesafesi ölçümünden faydalanılarak hesaplanan bulanık küme uzantısıdır. SFS ile bazı bulanık küme uzantıları ((Intuitionistic Fuzzy Set/IFS), (Neutrosophic Set/NS), (Pythagorean Fuzzy Set/PFS)) arasındaki ölçüm farklarına ilişkin geometrik temsiller aşağıdaki Şekil 4.6’da verilmektedir (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2020).



Şekil 4.3 Bazı Bulanık Küme Uzantılarının Uzay Geometrisinde Gösterimi

Küresel Bulanık Kümeler μ, v, π üyelik derecelerinin toplamalarını 1'den küçük olmasını desteklerken NFS'deki bağımsızlığı geliştirmiş, Görüntü Bulanık Kümelerdeki kararsız üyelik derecesinin bağımsızlığını gidermek için bir formüle atamıştır (Kocakaya vd, 2021). Üye olma derecesi μ ve üye olmama derecesi v biliniyorsa kararsız üyelik derecesi küresel yay mesafesi hesabı ile bulunabilmektedir.

Bir U evreninde tanımlı küresel bulanık $\tilde{A}_s$ kümesi Denklem (4.34)'de verildiği gibi gösterilmektedir (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2020).

$$\begin{aligned}\tilde{A}_s &= \{ \langle u, \mu_{\tilde{A}_s}(u), v_{\tilde{A}_s}(u), \pi_{\tilde{A}_s}(u) \rangle \mid u \in U \} \\ \mu_{\tilde{A}_s}(u) &: U \rightarrow [0,1] \\ v_{\tilde{A}_s}(u) &: U \rightarrow [0,1] \\ \pi_{\tilde{A}_s}(u) &: U \rightarrow [0,1] \\ 0 \leq \mu_{\tilde{A}_s}^2(u) + v_{\tilde{A}_s}^2(u) + \pi_{\tilde{A}_s}^2(u) &\leq 1 \quad \forall u \in U\end{aligned}\tag{4.34}$$

İki küresel bulanık küme arasındaki mesafe Denklem (4.35)'de verildiği şekilde formüle edilmektedir (Kocakaya vd, 2021).

$$dis(\tilde{A}_s, \tilde{B}_s) = \frac{2}{\pi} \sum_{i=1}^n arccos = \left(\frac{\mu_{\tilde{A}_s}(u_i) \cdot \mu_{\tilde{A}_s}(u_i) + v_{\tilde{A}_s}(u_i) \cdot v_{\tilde{A}_s}(u_i) + \pi_{\tilde{A}_s}(u_i) \cdot \pi_{\tilde{A}_s}(u_i)}{\pi_{\tilde{A}_s}(u_i) \cdot \pi_{\tilde{A}_s}(u_i)} \right)\tag{4.35}$$

Normalleştirilmiş küresel mesafe ise Denklem (4.36)'da verilmiştir.

$$dis_n(\tilde{A}_s, \tilde{B}_s) = \frac{2}{n\pi} \sum_{i=1}^n arccos = \left(\frac{\mu_{\tilde{A}_s}(u_i) \cdot \mu_{\tilde{A}_s}(u_i) + v_{\tilde{A}_s}(u_i) \cdot v_{\tilde{A}_s}(u_i) + \pi_{\tilde{A}_s}(u_i) \cdot \pi_{\tilde{A}_s}(u_i)}{\pi_{\tilde{A}_s}(u_i) \cdot \pi_{\tilde{A}_s}(u_i)} \right)\tag{4.36}$$

İki SFS arasındaki küresel mesafe ve normalize küresel mesafenin 0 ile 1 arasında değer alması gerekmektedir.

SFS için aritmetik operatörler;

Toplama operatörü;

$$\tilde{A}_s \oplus \tilde{B}_s = \left\{ \begin{array}{c} (\mu_{\tilde{A}_s}^2 + \mu_{\tilde{B}_s}^2 - \mu_{\tilde{A}_s}^2 \mu_{\tilde{B}_s}^2)^{1/2}, \\ v_{\tilde{A}_s} v_{\tilde{B}_s}, \\ [(1 - \mu_{\tilde{B}_s}^2) \pi_{\tilde{A}_s}^2 + (1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2) \pi_{\tilde{B}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2 \pi_{\tilde{B}_s}^2]^{1/2} \end{array} \right\}\tag{4.37}$$

Çarpım operatörü;

$$\tilde{A}_s \otimes \tilde{B}_s = \left\{ \begin{array}{c} \mu_{\tilde{A}_s} \mu_{\tilde{B}_s}, \\ (v_{\tilde{A}_s}^2 + v_{\tilde{B}_s}^2 - v_{\tilde{A}_s}^2 v_{\tilde{B}_s}^2)^{1/2}, \\ [(1 - v_{\tilde{B}_s}^2) \pi_{\tilde{A}_s}^2 + (1 - v_{\tilde{A}_s}^2) \pi_{\tilde{B}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2 \pi_{\tilde{B}_s}^2]^{1/2} \end{array} \right\} \quad (4.38)$$

Bir sayı ile çarpım operatörü; $\lambda > 0$

$$\lambda \tilde{A}_s = \left\{ \begin{array}{c} [1 - (1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda]^{1/2}, \\ v_{\tilde{A}_s}^\lambda, \\ [(1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda - (1 - \mu_{\tilde{A}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda]^{1/2} \end{array} \right\} \quad (4.39)$$

Bir sayı ile kuvvet operatörü;

$$\tilde{A}_s^\lambda = \left\{ \begin{array}{c} \mu_{\tilde{A}_s}^\lambda, \\ [1 - (1 - v_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda]^{1/2}, \\ [(1 - v_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda - (1 - v_{\tilde{A}_s}^2 - \pi_{\tilde{A}_s}^2)^\lambda]^{1/2} \end{array} \right\} \quad (4.40)$$

Küresel Ağırlıklı Aritmetik Ortalama (Spherical Weighted Arithmetic Mean/SWAM) operatörü aşağıda Denklem (4.41)'de verilmektedir (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2020).

$$w = (w_1, \dots, w_n); w_i \in [0,1]$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ Olmak üzere;}$$

$$SWAM_W = w_1 \tilde{A}_{S_1} + w_2 \tilde{A}_{S_2} + \dots + w_n \tilde{A}_{S_n} \text{ olur ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.}$$

$$SWAM = \left\{ \begin{array}{c} (1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_{S_i}}^2)^{w_i})^{1/2}, \\ \prod_{i=1}^n v_{\tilde{A}_{S_i}}^{w_i}, \\ [\prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_{S_i}}^2)^{w_i} - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{A}_{S_i}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{S_i}}^2)^{w_i}]^{1/2} \end{array} \right\} \quad (4.41)$$

Küresel Ağırlıklı Geometrik Ortalama (Spherical Weighted Geometric Mean/SWGM) operatörü;

$$w = (w_1, \dots, w_n); w_i \in [0,1]$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ olmak üzere;}$$

$$SWGM_W = \tilde{A}_{S_1}^{w_1} + \tilde{A}_{S_2}^{w_2} + \dots + \tilde{A}_{S_n}^{w_n} \text{ olur ve Denklem (4.42)'deki şekilde hesaplanır.}$$

$$SWGM = \left\{ \begin{array}{c} \prod_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}_{S_i}}^{w_i}, \\ \left(1 - \prod_{i=1}^n \left(1 - v_{\tilde{A}_{S_i}}^2 \right)^{w_i} \right)^{1/2}, \\ \left[\prod_{i=1}^n \left(1 - v_{\tilde{A}_{S_i}}^2 \right)^{w_i} - \prod_{i=1}^n \left(1 - v_{\tilde{A}_{S_i}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{S_i}}^2 \right)^{w_i} \right]^{1/2} \end{array} \right\} \quad (4.42)$$

Puanlama işlevi (Score Function) Denklem (4.43)'te ve Doğruluk İşlevi (Accuracy Function) Denklem (4.44)'te verilmektedir.

$$Score(\tilde{A}_s) = (\mu_{\tilde{A}_s} - \pi_{\tilde{A}_s})^2 - (v_{\tilde{A}_s} - \pi_{\tilde{A}_s})^2 \quad (4.43)$$

$$Accuracy(\tilde{A}_s) = \mu_{\tilde{A}_s}^2 + v_{\tilde{A}_s}^2 + \pi_{\tilde{A}_s}^2 \quad (4.44)$$

Eğer $\tilde{A}_s < \tilde{B}_s$ ise;

- I. $Score(\tilde{A}_s) < Score(\tilde{B}_s)$ veya
- II. $Score(\tilde{A}_s) = Score(\tilde{B}_s)$ ve $Accuracy(\tilde{A}_s) < Accuracy(\tilde{B}_s)$

5. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde DİYE ile ilgili çalışmaların çeşitli amaçlar doğrultusunda farklı şekillerde uygulandığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmalar sürdürülebilir kalkınma doğrultusunda şehirlerin, bölgelerin, ülkelerin performanslarının değerlendirilmesini içermektedir. Dünyada yapılmış bazı çalışmalar şu şekildedir: Hu ve Tzeng, çalışmalarında Tayvan için daha iyi yaşamın gelişimine strateji geliştirmek amaçlı bulanık DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory-Karar verme deneme ve değerlendirme laboratuvarı) ve VIKOR(VİseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje-Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm) yöntemlerini kullanmışlar ve Tayvan için “çevre” boyutunda “hava kirliliği” kriterinin acil bir şekilde ele alınması gereken konu olduğunu belirlemişlerdir (Hu ve Tzeng, 2017). Kılıç Depren ve Bağdatlı Kalkan, çalışmalarında DİYE verilerine sahip 38 ülke için kriterleri entropi yöntemiyle ağırlıklandırmış ve MULTIMOORA (The Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis) yöntemini kullanarak ülkeleri sıralamışlardır (Kılıç Depren ve Bağdatlı Kalkan, 2018). Ecer ve ark. çalışmalarında 12 OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries-Petrol İhraç Eden Ülkeler Organizasyonu) üyesi ülke için ÇKKV yöntemlerini kullanarak sürdürülebilirlik değerlendirmesi yapmış ve kullanılan CoCoSo (Combined Compromise Solution-Bileşik Uzlaşım Çözümü) yönteminin daha etkili ve kullanışlı olduğunu göstermişlerdir (Ecer vd, 2019). Hu ve Tzeng (2019) bir diğer çalışmasında PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemi ile birleştirilmiş hibrit ÇKKV yöntemi önerisiyle sürdürülebilirliğin gelişimi ve daha iyi yaşam için bir örnek yapmışlar ve geleneksel yöntemle göre daha iyi performans gösterdiği sonucuna varmışlardır (Hu ve Tzeng, 2019). Murat’ın çalışmasında 38 ülke için DİYE 2017 yılı verileri kullanılarak objektif ağırlıklandırma yöntemleri ve Gri İlişkisel Analiz yöntemi ile değerlendirme yapılmış ve ülkeler gri katsayı skorlarına göre sıralanmıştır (Murat, 2020). Arsu ve Ayçin çalışmalarında OECD ülkelerini öncelikle kümeleme analizinden faydalanarak iki gruba ayırmış daha sonra ise ekonomik, sosyal, çevresel boyutlar altında belirlenen 12 kriter için ÇKKV yöntemlerinden faydalanarak gruplarda ülkeleri sıralayıp değerlendirmişlerdir (Arsu ve Ayçin, 2021). Stankovic ve ark. ise yaptıkları çalışmada Akdeniz’in Avrupa kısmında yer alan 7 ülke için 37 liman bölgesini sürdürülebilirliğin sosyal, ekonomik ve çevresel boyutlarında değerlendirme yapmak ve bileşik endeks oluşturmak için

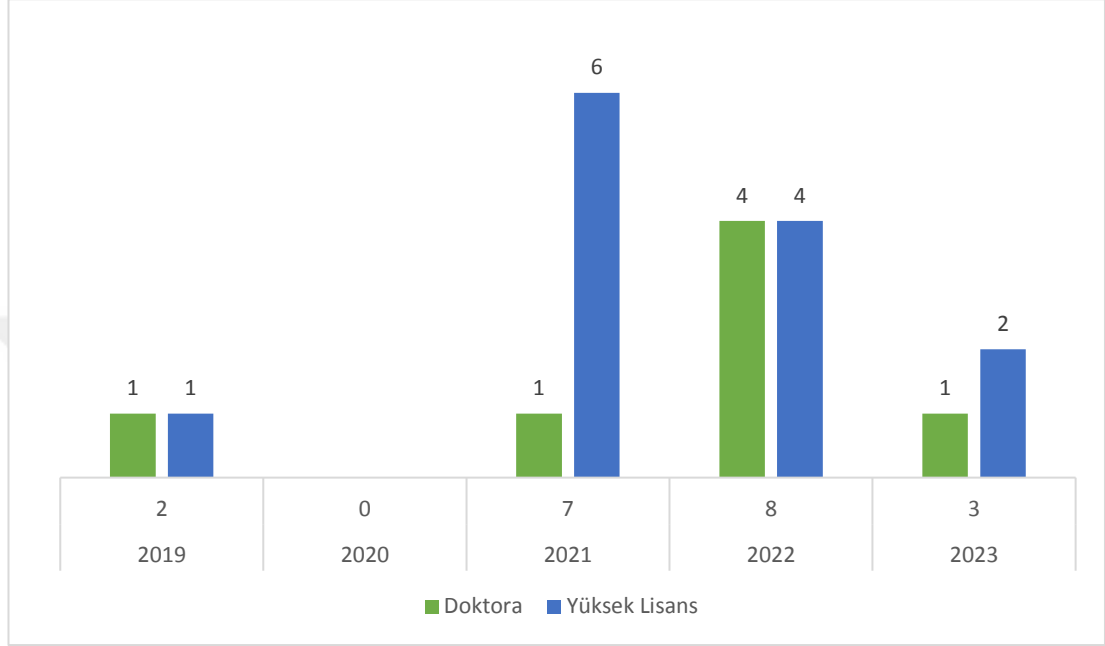
ÇKKV yöntemlerini kullanmışlardır (Stanković vd, 2021). Literatürde Türkiye’de illerde yaşam endeksi verileriyle yapılan çalışmalar Tablo 5.1’de gösterilmektedir.

Tablo 5.1 Türkiye’de Daha İyi Yaşam Endeksi Verileriyle Yapılan Çalışmalar

Yazar(lar)	Yıl	Kullanılan Yöntemler	Çalışma Çıktısı
Alpaykut	2017	Temel Bileşenler Analizi ve TOPSIS	Göstergelerin farklı ağırlıkta olduğu durumda iller için sıralamada: İlk üç il; İstanbul, Ankara ve İzmir Son üç il; Mardin, Şanlıurfa ve Siirt olarak bulunmuştur.
Uysal vd.	2017	Kümeleme Analizi	İller üç kümeye ayrılmış En çok birbirine benzerlik gösteren iller: Kütahya-Uşak En az birbirine benzerlik gösteren iller: Adana-Adıyaman olarak bulunmuştur.
Ayyıldız ve Demirci	2018	SWARA ve TOPSIS	Kullanılan yöntemlerle yapılan sıralamada: İlk üç il; İstanbul, Ankara ve İzmir Son üç il; Muş, Batman ve Mardin olarak bulunmuştur.
Yüce	2018	ARAS, VIKOR, TOPSIS	ARAS yöntemine göre İlk üç il; İstanbul, Isparta, Ankara VIKOR yöntemine göre İlk üç il; Isparta, Karabük, Trabzon TOPSIS yöntemine göre İlk üç il; İstanbul, Ankara, Isparta
Bulut	2019	Kümeleme Analizi	DİYE verileri kullanılarak iller iki farklı kümeleme analizi yöntemi ile iki ve beş kümeye ayrılarak endeks değerleri benzerlikleriyle ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.
Özbek	2019	EDAS ve WASPAS	EDAS yöntemine göre ilk üç il; İstanbul, Sakarya, Isparta Ağırlıklandırılmış EDAS yöntemine göre ilk üç il; İstanbul, Isparta, Sakarya WASPAS yöntemine göre ilk üç il; Isparta, Sakarya, Bolu Ağırlıklandırılmış WASPAS yöntemine göre ilk üç il; Isparta, Bolu, İstanbul
Çağlar	2020	Veri Zarflama	Ağırlık sınırlandırması olmadan elde edilen yaşam endeksi sıralama İlk üç il; Isparta, Uşak, Kütahya Ağırlık sınırlandırmasıyla elde edilen yaşam endeksi sıralama İlk üç il; İstanbul, Ankara, İzmir
Küçükcal vd.	2021	Gri İlişkisel Analiz (GİA), MOORA ve PROMETHEE	GİA yöntemine göre ilk üç il; Isparta, İstanbul, Uşak (ağırlıklandırılmış) MOORA yöntemine göre il üç il; İstanbul, Karabük, Yalova (ağırlıklandırılmış) PROMETHEE yöntemine göre ilk üç il; İstanbul, Ankara, İzmir (ağırlıklandırılmış)

Ulusal Tez Merkezinde Küresel Bulanık Kümelerin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde 2023 yılı eylül ayına kadar yayınlanmış 7 doktora ve 13 yüksek lisans tezi olmak üzere toplamda 20 çalışma bulunmuştur. Çalışmaların yıllara göre dağılımı Tablo 5.2’de verilmektedir.

Tablo 5.2 Ulusal Tez Merkezi Küresel Bulanık Kümelerin Bulunduğu Çalışmalar



Literatürde Küresel Bulanık Kümeler kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalardan bazıları Tablo 5.3’te gösterilmektedir.

Tablo 5.3 Küresel Bulanık Kümelerin Kullanıldığı Bazı Çalışmalar

Yazar(lar)	Yıl	Yöntem(ler)	Çalışma İçeriği	Ülke
Kutlu Gündoğdu	2019	KBK ve Karar Verme	Küresel Bulanık Kümelerin tanıtılması	Türkiye
Kutlu Gündoğdu & Kahraman	2019	KBK ve AHP	Yenilenebilir enerji üzerine uygulama	Türkiye
Ayyıldız & Taşkın	2020	KBK, AHP, WASPAS	Benzin istasyonu yer seçimi	Türkiye
Kutlu Gündoğdu & Kahraman	2020	KB-Kalite Fonksiyonu Dağılımı	Robot teknolojisi geliştirme uygulaması	Türkiye
Mathew vd.	2020	KBK, AHP, TOPSIS	Gelişmiş üretim sistemi seçimi	Hindistan & Avustralya
Çakır & Ulukan	2021	KBK, Güvenilirlik Analizi	Geri dönüşüm tesislerinin sistem güvenliği ölçümü	Türkiye
Doğan	2021	KB-AHP, Duyarlılık Analizi	Süreç madenciliği teknolojisi seçimi	Türkiye
İbil	2021	KB-AHP, Duyarlılık Analizi	En iyi ilaç kombinasyonunun oluşturulması	Türkiye

Tablo 5.3 devamı				
Kieu vd.	2021	KBK, AHP, CoCoSo	Tarımsal tedarik zincirinde vaka çalışması	Vietnam
Kocakaya vd.	2021	KB-AHP, TOPSIS	Türkiye’de bölgesel havayolları için uçak tipi seçimi	Türkiye
Mürtezaoglu	2021	KB-AHP, TOPSIS	Acil durum hastanesi seçimi	Türkiye
Buran & Erçek	2022	KB ve SB-AHP, Duyarlılık Analizi	Toplu taşıma iş modeli değerlendirilmesi	Türkiye
Dazhamyar	2022	GIA, KB-AHP	OECD ülkelerinin iş ortamlarının değerlendirilmesi	Türkiye
Güler	2022	KB-MULTIMOORA	Zırhlı askeri araçların performans değerlendirilmesi	Türkiye
İlhan & Kutlu Gündoğdu	2022	KB-AHP, KB-VIKOR	Türkiye uzay limanı yer seçimi	Türkiye
Özdemir	2022	KB-AHP, ELECTRE	Stok yönetimi	Türkiye
Jawad vd.	2023	KB-AHP	Portföy seçimi	Pakistan
Otay	2023	AD/KB-AHP, MULTIMOORA	Teknoloji merkezi konumu seçimi	Türkiye

KBK: Küresel Bulanık Kümeler, **KB-AHP:** Küresel Bulanık-AHP, **SB-AHP:** Sezgisel Bulanık AHP
AD/KB-AHP: Aralık Değerli/Küresel Bulanık-AHP

CoCoSo yöntemi için literatürü incelediğimizde bazı çalışmalar şu şekildedir: Yazdani vd. çalışmalarında CoCoSo yöntemini diğer ÇKKV yöntemleri ile karşılaştırmış; WASPAS, VIKOR, TOPSIS, CODAS, MOORA ve COPRAS yöntemleri ile aralarında kabul edilebilir korelasyona sahip olduğunu belirterek yeşil tedarikçi seçimi problemi örnek çalışmasını yapmışlardır (Yazdani vd, 2019). Topal yaptığı çalışmada elektrik üretim şirketlerinin finansal performans analizi için entropi tabanlı CoCoSo yöntemini kullanmıştır (Topal, 2021). Çiftaslan ve Rençber, sistemik önemli banka performans değerlendirilmesi için IDOCRIW ve CoCoSo yöntemlerini kullanarak analiz yapmışlardır (Çiftaslan ve Rençber, 2022). Xu vd. yaptıkları çalışmada Küresel Bulanık Kümelerle dayalı Kalite Fonksiyon Yayılımı ve CoCoSo yöntemini önererek müşteri gereksinimi ve mühendislik özellikleri arasında değerlendirme yapmıştır (Xu vd, 2022). Turanlı ve ark. ise çalışmalarında en iyi yaşanılabilir Avrupa ülkeleri başkentleri sıralaması için CoCoSo yöntemini kullanmışlardır (Turanlı vd, 2023).

Literatürde TOPSIS yönteminin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde bazıları şu şekildedir: Şimşek ve ark. çalışmalarında turizm sektöründe tedarikçi seçimi için alternatiflerin değerlendirilmesinde TOPSIS ve MOORA yöntemlerini kullanmışlardır (Şimşek vd, 2015). Uzun ve Kazan yaptıkları çalışmada gemi inşasında kullanılacak ana makine seçimi için AHP, TOPSIS, PROMETHEE yöntemlerini kullanarak

karşılaştırmışlardır (Uzun ve Kazan, 2016). Taş ve ark. çalışmalarında AHP entegreli TOPSIS yöntemini kullanarak hastane için poliklinik değerlendirmesi yapmışlardır (Taş vd, 2018). Altınkaya çalışmasında AHP, Bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak iyileştirme önerileri için karar destek sistemi oluşturmak amaçlı değerlendirmeler yapmıştır (Altınkaya, 2021). Chhibber ve ark. yaptıkları çalışmada doğrusal olmayan çok amaçlı taşıma ve üretim problemi için Sezgisel Bulanık TOPSIS yöntemi önermişlerdir (Chhibber vd, 2022). Naeemah ve Wong çalışmalarında yalın üretim araçları seçimi için sürdürülebilirlik kriterlerini BWM yöntemiyle ağırlıklandırarak Gri-TOPSIS yöntemiyle birleştirip tercihleri sıralamışlardır (Naeemah ve Wong, 2023).

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, Küresel Bulanık ÇKKV yöntemlerinden yararlanılarak DİYE ve illerde yaşam endeksi verileri ile gerçekleştirilen bir çalışma bulunmadığı görülmüştür. Bu yönüyle yapılan bu tez çalışmasının literatüre katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

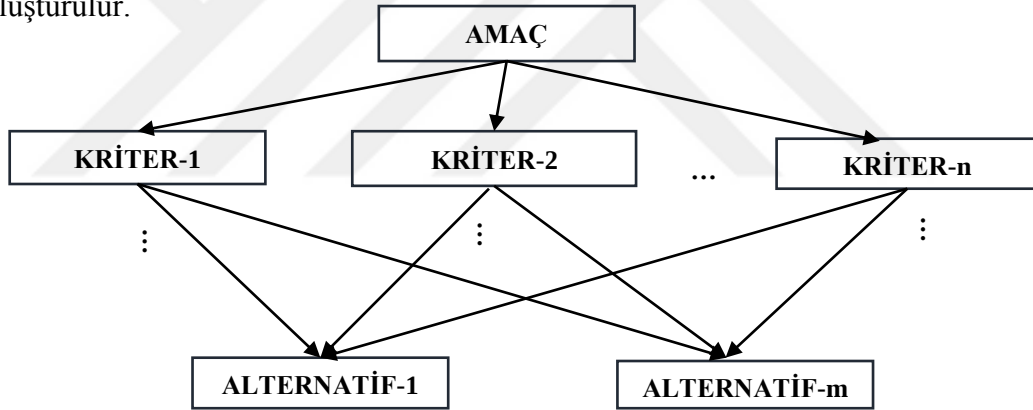
6. METODOLOJİ

Çalışmanın bu bölümünde kullanılacak yöntemler detaylıca açıklanacaktır. Öncelikle kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılacak KB-AHP yöntemi tanıtılacaktır. Daha sonra alternatif şehirlerin sıralamalarının belirlenmesinde kullanılacak CoCoSo ve TOPSIS yöntemleri açıklanacaktır.

6.1. Küresel Bulanık AHP

Küresel Bulanık Kümelerin literatüre kazandırılmasıyla birlikte Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerine dâhil edilerek kullanılabilmesi olanağı da sağlanmıştır. Çalışmada kullanılan Küresel Bulanık AHP (KB-AHP) yöntemi dilsel değerlendirmelerden faydalanılan ölçek yardımıyla karar verilmesini sağlamaktadır. KB-AHP yöntemi için tanımlanmış işlem adımları aşağıda açıklanmaktadır (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2020).

ADIM 1: İlk olarak probleme ait kriter ve alt kriterleri içeren hiyerarşik yapı oluşturulur.



Şekil 6.1 KB-AHP Hiyerarşik Yapı

ADIM 2: İkinci olarak Küresel Bulanık ikili karşılaştırmalar matrisi Tablo 6.1’de verilen dilsel terimler ve küresel bulanık sayıların yardımıyla oluşturulur.

Tablo 6.1 Küresel Bulanık Dilsel Terimler ve Karşılık Gelen Sayılar (Kutlu Gündoğdu ve Kahraman, 2020)

DİLSEL DEĞERLER	(μ, ν, π)	Skor İndeksi (SI)
Kesinlikle Daha Önemli (KDÖ)	(0.9, 0.1, 0.0)	9
Çok Yüksek Önemli (ÇYÖ)	(0.8, 0.2, 0.1)	7
Yüksek Önemli (YÖ)	(0.7, 0.3, 0.2)	5
Biraz Daha Önemli (BDÖ)	(0.6, 0.4, 0.3)	3
Eşit Önemli (EÖ)	(0.5, 0.4, 0.4)	1
Biraz Az Önemli (BAÖ)	(0.4, 0.6, 0.3)	1/3
Az Önemli (AÖ)	(0.3, 0.7, 0.2)	1/5
Çok Az Önemli (ÇAÖ)	(0.2, 0.8, 0.1)	1/7
Kesinlikle Az Önemli (KAÖ)	(0.1, 0.9, 0.0)	1/9

ADIM 3: Bu adımda ise oluşturduğumuz her bir ikili karşılaştırma matrisi için matrisler birleştirilmeden tutarlılık kontrolü yapılır. Burada Tablo 6.1’de dilsel terimlere karşılık gelen puanlar aşağıda Denklem 6.1 ve 6.2’de verildiği şekilde hesaplanarak tutarlılık kontrol edilmektedir. Tutarlılık oranının (CR) 0,10’dan küçük olması kabul edilebilirdir. Aksi takdirde değerlendirmeler gözden geçirilmelidir.

$$SI = \sqrt{\left| 100 * \left[(\mu_{\tilde{A}_S} - \pi_{\tilde{A}_S})^2 - (\nu_{\tilde{A}_S} - \pi_{\tilde{A}_S})^2 \right] \right|} \quad (6.1)$$

KDÖ, ÇYÖ, YÖ VE BDÖ için Denklem (4.57) kullanılmaktadır.

$$\frac{1}{SI} = \frac{1}{\sqrt{\left| 100 * \left[(\mu_{\tilde{A}_S} - \pi_{\tilde{A}_S})^2 - (\nu_{\tilde{A}_S} - \pi_{\tilde{A}_S})^2 \right] \right|}} \quad (6.2)$$

EÖ, BAÖ, AÖ, ÇAÖ ve KAÖ için Denklem (4.58) kullanılmaktadır.

ADIM 4: Tutarlılık kontrolü yapılan ve tutarlılığı kabul edilebilir olan karşılaştırmaların olduğu matrisler birleştirilir. Farklı karar vericilerden gelen ikili karşılaştırmalar matrisi Denklem (6.3)’te verilen SWGM operatörü kullanılarak birleştirilir. SWGM operatöründeki ağırlık katsayısı w_i yerine n =karar verici sayısı olmak üzere $1/n$ katsayısı kullanılır.

$$w = (w_1, \dots, w_n); w_i \in [0,1]$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ olmak üzere;}$$

$$SWGM_W = \tilde{A}_{S_1}^{w_1} + \tilde{A}_{S_2}^{w_2} + \dots + \tilde{A}_{S_n}^{w_n} \text{ olur ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.}$$

$$SWGM = \left\{ \begin{array}{c} \prod_{i=1}^n \mu_{\tilde{A}_{S_i}}^{w_i}, \\ \left(1 - \prod_{i=1}^n \left(1 - \nu_{\tilde{A}_{S_i}}^2 \right)^{w_i} \right)^{1/2}, \\ \left[\prod_{i=1}^n \left(1 - \nu_{\tilde{A}_{S_i}}^2 \right)^{w_i} - \prod_{i=1}^n \left(1 - \nu_{\tilde{A}_{S_i}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{S_i}}^2 \right)^{w_i} \right]^{1/2} \end{array} \right\} \quad (6.3)$$

ADIM 5: Bu adımda değerlendirilen ögeler için küresel bulanık yerel ağırlıklar hesaplanır. Önceki adımda birleştirilmiş küresel bulanık karşılaştırma matrisleri bu aşamada Denklem (6.4)’te verilen SWAM operatörü yardımıyla hesaplanarak her bir kriter için küresel bulanık yerel ağırlıklar elde edilir. SWAM operatörü içerisinde yer alan ağırlık katsayısı w_i yerine n =kriter sayısı olmak üzere $1/n$ katsayısı kullanılır.

$$w = (w_1, \dots, w_n); w_i \in [0,1]$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ olmak üzere;}$$

$SWAM_W = w_1 \tilde{A}_{S_1} + w_2 \tilde{A}_{S_2} + \dots + w_n \tilde{A}_{S_n}$ olur ve aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$SWAM = \left\{ \begin{array}{c} \left(1 - \prod_{i=1}^n \left(1 - \mu_{\tilde{A}_{S_i}}^2\right)^{w_i}\right)^{1/2}, \\ \prod_{i=1}^n v_{\tilde{A}_{S_i}}^{w_i}, \\ \left[\prod_{i=1}^n \left(1 - \mu_{\tilde{A}_{S_i}}^2\right)^{w_i} - \prod_{i=1}^n \left(1 - \mu_{\tilde{A}_{S_i}}^2 - \pi_{\tilde{A}_{S_i}}^2\right)^{w_i}\right]^{1/2} \end{array} \right\} \quad (6.4)$$

ADIM 6: Küresel bulanık yerel ağırlıklar bu adımda durulaştırılarak hiyerarşik sıralamalar elde edilir. Durulaştırma işlemi aşağıda Denklem (6.5)'te verilen durulaştırma operatörü kullanılarak yapılır.

$$S(\tilde{w}_j^s) = \sqrt{\left|100 * \left[\left(3\mu_{\tilde{A}_s} - \frac{\pi_{\tilde{A}_s}}{2}\right)^2 - \left(\frac{v_{\tilde{A}_s}}{2} - \pi_{\tilde{A}_s}\right)^2\right]\right|} \quad (6.5)$$

ADIM 7: Durulaştırılmış değerler normalize edilmiş net ağırlıklara dönüştürülmesi işlemi bu aşamada gerçekleştirilmektedir. Burada da klasik AHP yönteminde yararlanılan normalizasyon uygulaması kullanılmaktadır. Her bir eleman sütun toplamına bölünerek normalize edilmiş net ağırlıklar Denklem (6.6)'daki gibi elde edilir.

$$\overline{w}_j^s = \frac{S(\tilde{w}_j^s)}{\sum_{j=1}^n S(\tilde{w}_j^s)} \quad (6.6)$$

6.2. CoCoSo Yöntemi

CoCoSo (Combined Compromise Solution) yöntemi Yazdani ve ark. tarafından 2019 yılında literatüre kazandırılmıştır. Seçilen karar alternatiflerinin uzlaştırılarak en iyi karar alternatifinin belirlenmesine dayanmaktadır. Basit toplamsal ağırlıklandırma (SAW) ve Üstel ağırlıklı toplam (EWP) modellerinin uzlaştırılmasıyla oluşturulmuştur. Uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Yazdani vd, 2019):

ADIM 1: Başlangıç karar matrisi oluşturulur.

$$x_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6.7)$$

ADIM 2: Karar matrisi normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}, \text{ Fayda kriteri için} \quad (6.8)$$

$$r_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}, \text{ Maliyet kriteri için} \quad (6.9)$$

ADIM 3: Ağırlıklı karşılaştırılabilirlikler hesaplanır. Toplam ağırlıklı karşılaştırılabilirlik (S_i) ve toplam üstel ağırlıklı karşılaştırılabilirlik (P_i) değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad (6.10)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (6.11)$$

ADIM 4: Alternatiflerin görel ağırlıkları hesaplanır.

$$k_{ia} = \frac{S_i + P_i}{\sum_{i=1}^m (S_i + P_i)} \quad (6.12)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min S_i} + \frac{P_i}{\min P_i} \quad (6.13)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1-\lambda)(P_i)}{(\lambda \max S_i + (1-\lambda) \max P_i)}; 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (6.14)$$

λ değeri karar verici tarafından belirlenmektedir. Genellikle 0,5 olarak seçilmektedir.

ADIM 5: Alternatiflerin nihai sırası k_i belirlenir.

$$k_i = (k_{ia} k_{ib} k_{ic})^{1/3} + \frac{1}{3} (k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}) \quad (6.15)$$

6.3. TOPSIS Yöntemi

ÇKKV yöntemlerinden biri olarak TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından literatüre kazandırılmıştır (Hwang ve Yoon, 1981). Karar alternatifleri arasında seçimi pozitif ideale en yakın, negatif ideale en uzak alternatifi seçim mantığına dayanarak yapmayı sağlamaktadır. TOPSIS yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Triantaphyllou, 2000):

ADIM 1: Normalize karar matrisi r_{ij} öklid mesafelerinden faydalanılarak hesaplanır. Alternatif sayısı m ve kriter sayısı n olmak üzere;

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m x_{kj}^2}} \quad (i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n) \quad (6.16)$$

ADIM 2: Ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur. Denklem (6.17)'deki formül ile hesaplanır.

$\sum w_i = 1$ olmak üzere;

$$v_{ij} = w_i * r_{ij} \quad (6.17)$$

ADIM 3: Pozitif ideal (A^+) ve negatif ideal (A^-) çözümler oluşturulur.

$$A^+ = \{(i^{max}v_{ij}|j \in J), (i^{min}v_{ij}|j \in J^1), i = 1, 2, 3, \dots, m\} = \{V_{1+}, V_{2+}, \dots, V_{n+},\} \quad (6.18)$$

$$A^- = \{(i^{min}v_{ij}|j \in J), (i^{max}v_{ij}|j \in J^1), i = 1, 2, 3, \dots, m\} = \{V_{1-}, V_{2-}, \dots, V_{n-},\} \quad (6.7)$$

$$J = \{j = 1, 2, 3, \dots, n \text{ ve } j \text{ fayda kriteri ile birleştirilmiş}\} \quad (6.20)$$

$$J^1 = \{j = 1, 2, 3, \dots, n \text{ ve } j \text{ maliyet kriteri ile birleştirilmiş}\} \quad (6.21)$$

ADIM 4: Ayırım ölçüleri hesaplanır. Öklid uzaklık yaklaşımından yararlanılarak pozitif idealden ve negatif idealden ayırım uzaklıkları bulunur.

Pozitif ideal çözümden uzaklık;

$$S_{i+} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{j+})^2}, i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (6.22)$$

Negatif ideal çözümden uzaklık;

$$S_{i-} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_{j-})^2}, i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (6.23)$$

ADIM 5: İdeal çözüme göreli yakınlık hesaplanır.

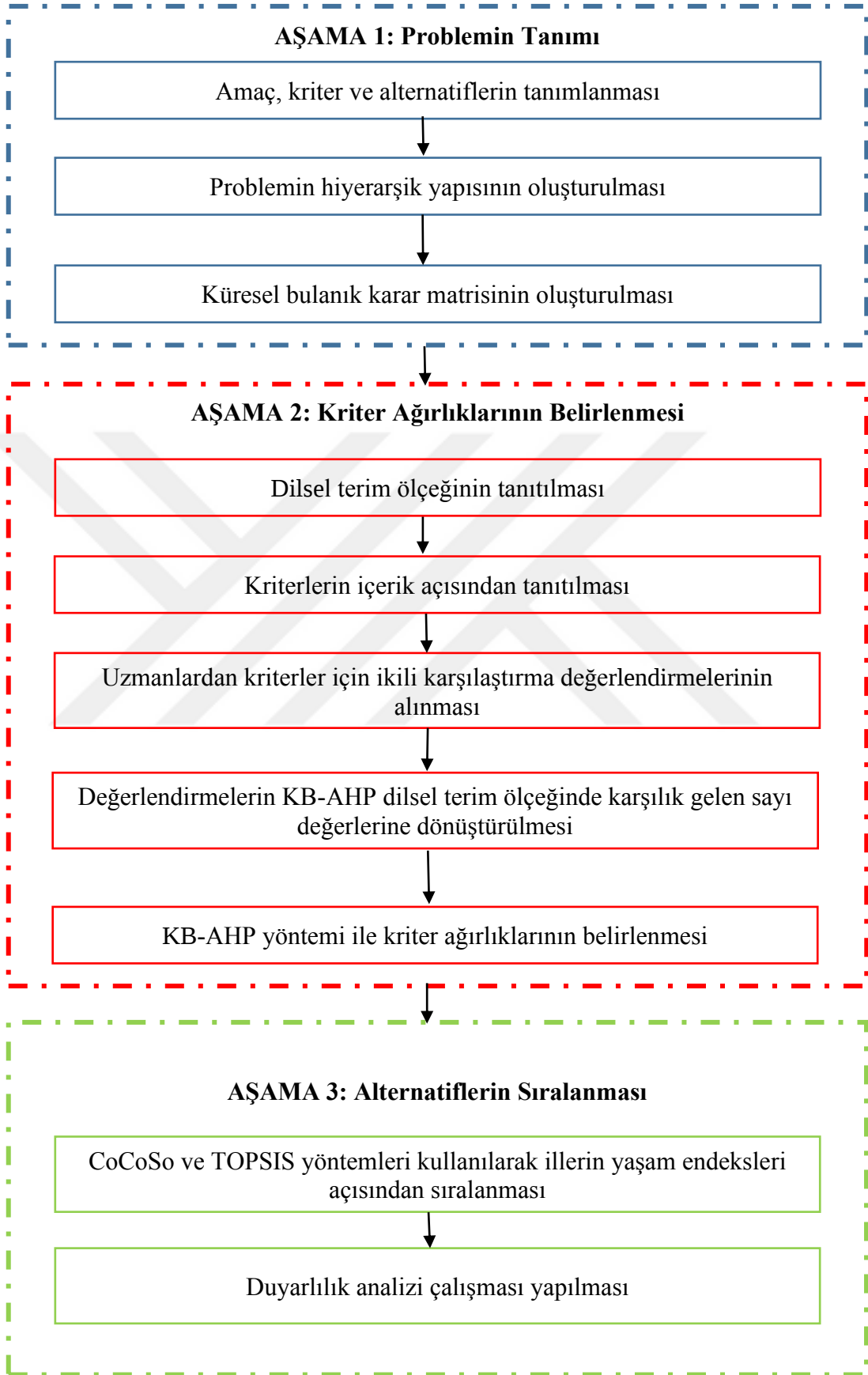
$$C_{i+} = \frac{S_{i-}}{S_{i+} + S_{i-}} \quad (6.24)$$

C_{i+} değeri; $0 \leq C_{i+} \leq 1$ aralığında değer alır. $C_{i+} = 1$ ilgili kararın ideal çözüme, $C_{i+} = 0$ ise negatif çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir.

ADIM 6: Tercih sıraları düzenlenir. Pozitif çözüme en yakın alternatif aynı zamanda negatif çözüme en uzak alternatif olacaktır. C_{i+} değerleri büyükten küçüğe sıralanarak nihai sıra elde edilir.

7. UYGULAMA

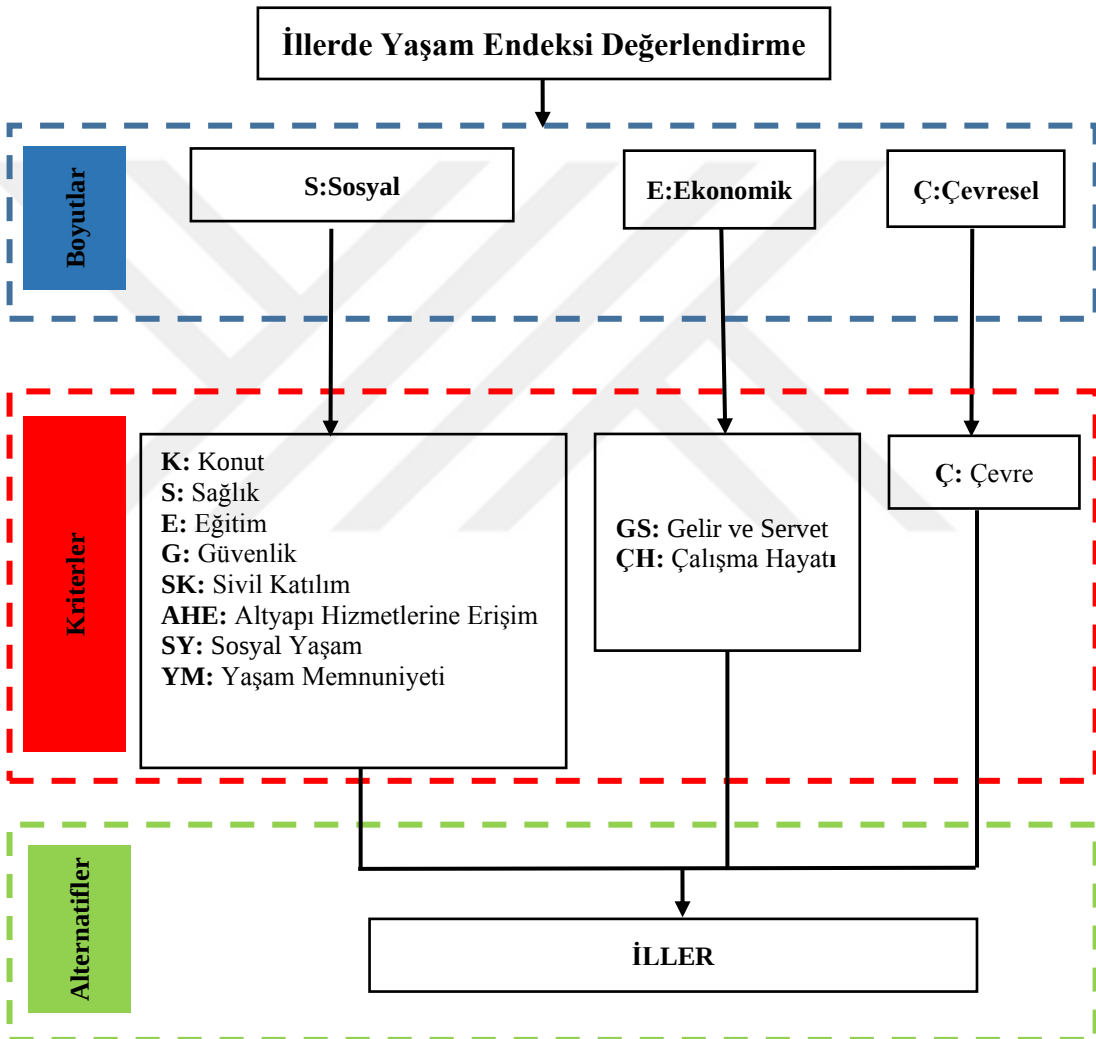
Uygulama için önerilen yöntem ülkemizdeki illerin yaşam endeksi açısından değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Yaşamı etkileyen unsurlar barınma, güvenlik, sağlık, eğitim, gelir ve servet, çevre gibi birçok farklı boyutta karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada TÜİK'in refah ölçüm çalışması kapsamında hazırladığı illerde yaşam endeksi verileri kullanılarak yaşamı etkileyen unsurlar belirlenmiştir. İllerde yaşam endeksi çalışmasındaki 11 boyut, uygulamada kullanılacak kriterler olarak kabul edilmiştir. Literatürdeki çalışmalar da dikkate alınarak bu kriterler sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları açısından gruplandırılmıştır. Sonrasında ise farklı uzmanlık alanlarına sahip karar vericilerden uzman görüşleri alınarak son yıllarda kullanımı yaygınlaşan KB-AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Kriterler altındaki göstergeler hiyerarşik olarak eşit ağırlıklandırılmışlardır. Bulunan ağırlıklar kullanılarak CoCoSo ve TOPSIS yöntemleriyle Türkiye'deki 81 il yaşam endeksleri açısından sıralanmıştır. Son olarak kriter ağırlıklarındaki değişimin nihai sıralamayı nasıl etkilediğini görmek için duyarlılık analizi çalışması gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın akış şeması Şekil 7.1'de verilmektedir.



Şekil 7.1 Uygulama Akış Diyagramı

Problem Tanımlanması

Bu çalışmanın amacı KB-AHP temelli ÇKKV yöntemlerinden yararlanarak Türkiye’deki illeri yaşam endeksleri açısından sıralamak olarak belirlenmiştir. İlk aşamada KB-AHP yöntemi için kriterler belirlenirken TÜİK’in illerde yaşam endeksi verilerinden yararlanılmıştır. Uzman ekibin görüşü ve literatür incelemesi göz önünde bulundurularak kriterler sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları altında gruplandırılmış ve problemin hiyerarşik yapısı oluşturulmuştur. Hiyerarşik yapı Şekil 7.2’de verilmektedir.



Şekil 7.2 Problemin Hiyerarşik Yapısı

Kriterleri gruplandırmak ve kriter ağırlıklarını belirlemek için farklı disiplinlerde görev yapan beş kişiden oluşturulan uzman ekip ile ilgili bilgiler Tablo 7.1’de verilmektedir.

Tablo 7.1 Uzman Ekip Bilgileri

 Uzmanlar	Meslek-Kurum	Tecrübe
U1	Peyzaj Mimarı-Belediye/Fen İşleri Müdürlüğü	10 yıl
U2	Akademisyen-Üniversite/Harita Mühendisliği Bölümü	27 yıl
U3	Doktor-Üniversite/Halk Sağlığı Anabilim Dalı	22 yıl
U4	Akademisyen-Üniversite/Endüstri Mühendisliği Bölümü	37 yıl
U5	Akademisyen-Üniversite/İşletme Bölümü	10 yıl

Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Karar vericilere kriterler ve içerikleri tanıtılarak öncelikle sürdürülebilir kalkınma boyutları için değerlendirmeler alınmıştır. Daha sonra boyutlar altındaki kriterler için değerlendirmeler alınmıştır. Değerlendirmelere ait dilsel karar matrisleri Tablo 7.2, Tablo 7.3 ve tablo 7.4'te verilmektedir.

Tablo 7.2 Sürdürülebilir kalkınma boyutları için uzmanların dilsel değerlendirmeleri

U1	S	E	Ç	U3	S	E	Ç	U5	S	E	Ç
S	-	YÖ	ÇYÖ	S	-	BDÖ	ÇYÖ	S	-	BDÖ	ÇYÖ
E	AÖ	-	BDÖ	E	BAÖ	-	YÖ	E	BAÖ	-	YÖ
Ç	ÇAÖ	BAÖ	-	Ç	ÇAÖ	AÖ	-	Ç	ÇAÖ	AÖ	-
U2	S	E	Ç	U4	S	E	Ç				
S	-	EÖ	BDÖ	S	-	AÖ	BDÖ				
E	EÖ	-	BDÖ	E	YÖ	-	ÇYÖ				
Ç	BAÖ	BAÖ	-	Ç	BAÖ	ÇAÖ	-				

Tablo 7.3 Ekonomik boyut kriterleri için uzmanların dilsel değerlendirmeleri

U1	GS	ÇH	U3	GS	ÇH	U5	GS	ÇH
GS	-	KDÖ	GS	-	EÖ	GS	-	EÖ
ÇH	KAÖ	-	ÇH	EÖ	-	ÇH	EÖ	-
U2	GS	ÇH	U4	GS	ÇH			
GS	-	EÖ	GS	-	YÖ			
ÇH	EÖ	-	ÇH	AÖ	-			

Tablo 7.4 Sosyal boyut kriterleri için uzmanların dilsel değerlendirmeleri

U1	K	S	E	G	SK	AHE	SY	YM
K	-	ÇYÖ	YÖ	KDÖ	ÇYÖ	BDÖ	ÇYÖ	ÇYÖ
S	ÇAÖ	-	BAÖ	BDÖ	BDÖ	ÇAÖ	EÖ	BDÖ
E	AÖ	BDÖ	-	ÇYÖ	BDÖ	AÖ	YÖ	YÖ
G	KAÖ	BAÖ	ÇAÖ	-	BAÖ	ÇAÖ	AÖ	BAÖ
SK	ÇAÖ	BAÖ	BAÖ	BDÖ	-	AÖ	EÖ	EÖ
AHE	BAÖ	ÇYÖ	YÖ	ÇYÖ	YÖ	-	ÇYÖ	ÇYÖ
SY	ÇAÖ	EÖ	AÖ	YÖ	EÖ	ÇAÖ	-	EÖ
YM	ÇAÖ	BAÖ	AÖ	BDÖ	EÖ	ÇAÖ	EÖ	-
U2	K	S	E	G	SK	AHE	SY	YM
K	-	AÖ	AÖ	BAÖ	YÖ	BDÖ	ÇYÖ	ÇYÖ
S	YÖ	-	EÖ	EÖ	ÇYÖ	YÖ	ÇYÖ	ÇYÖ
E	YÖ	EÖ	-	EÖ	ÇYÖ	YÖ	ÇYÖ	ÇYÖ
G	BDÖ	EÖ	EÖ	-	YÖ	BDÖ	YÖ	YÖ
SK	AÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	AÖ	-	BAÖ	BDÖ	BDÖ
AHE	BAÖ	AÖ	AÖ	BAÖ	BDÖ	-	BDÖ	BDÖ
SY	ÇAÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	AÖ	BAÖ	BAÖ	-	BAÖ
YM	ÇAÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	AÖ	BAÖ	BAÖ	BDÖ	-
U3	K	S	E	G	SK	AHE	SY	YM
K	-	ÇAÖ	KAÖ	KAÖ	YÖ	EÖ	BAÖ	BDÖ
S	ÇYÖ	-	BAÖ	BAÖ	KDÖ	YÖ	BDÖ	KDÖ
E	KDÖ	BDÖ	-	EÖ	KDÖ	ÇYÖ	YÖ	ÇYÖ
G	KDÖ	BDÖ	EÖ	-	KDÖ	ÇYÖ	YÖ	ÇYÖ
SK	AÖ	KAÖ	KAÖ	KAÖ	-	AÖ	ÇAÖ	AÖ
AHE	EÖ	AÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	YÖ	-	BAÖ	BDÖ
SY	BDÖ	BAÖ	AÖ	AÖ	ÇYÖ	BDÖ	-	BDÖ
YM	BAÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	YÖ	BAÖ	BAÖ	-
U4	K	S	E	G	SK	AHE	SY	YM
K	-	ÇAÖ	ÇAÖ	EÖ	BDÖ	AÖ	EÖ	EÖ
S	ÇYÖ	-	EÖ	YÖ	KDÖ	BDÖ	ÇYÖ	ÇYÖ
E	ÇYÖ	EÖ	-	YÖ	KDÖ	BDÖ	ÇYÖ	ÇYÖ
G	EÖ	AÖ	AÖ	-	BDÖ	BAÖ	EÖ	EÖ
SK	BAÖ	KAÖ	KAÖ	BAÖ	-	ÇAÖ	AÖ	AÖ
AHE	YÖ	BAÖ	BAÖ	BDÖ	ÇYÖ	-	YÖ	EÖ
SY	EÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	EÖ	YÖ	AÖ	-	BAÖ
YM	EÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	EÖ	YÖ	EÖ	BDÖ	-
U5	K	S	E	G	SK	AHE	SY	YM
K	-	ÇAÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	YÖ	EÖ	ÇYÖ	YÖ
S	ÇYÖ	-	EÖ	EÖ	ÇYÖ	YÖ	KDÖ	ÇYÖ
E	ÇYÖ	EÖ	-	EÖ	ÇYÖ	YÖ	KDÖ	ÇYÖ
G	ÇYÖ	EÖ	EÖ	-	ÇYÖ	YÖ	KDÖ	ÇYÖ
SK	AÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	-	AÖ	BDÖ	EÖ
AHE	EÖ	AÖ	AÖ	AÖ	YÖ	-	BDÖ	BDÖ
SY	ÇAÖ	KAÖ	KAÖ	KAÖ	BAÖ	BAÖ	-	EÖ
YM	AÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	ÇAÖ	EÖ	BAÖ	EÖ	-

Skor indekslerinden yararlanılarak değerlendirmelerin tutarlılık kontrolleri yapılmıştır. Tutarlılık oranı (CR)<0,1 olduğu durumlar için değerlendirmeler tutarlı kabul edilmiştir. Ekonomik boyut altında iki kriter olduğundan tutarlılık kontrolüne ihtiyaç duyulmamıştır. Değerlendirmelerin skor değerleri ve tutarlılıkları Tablo 7.5 ve 7.6'da verilmektedir.

Tablo 7.5 Sürdürülebilir kalkınma boyutları için değerlendirmelerin tutarlılıkları

U1	S	E	Ç	U3	S	E	Ç	U5	S	E	Ç
S	1	5	7	S	1	3	7	S	1	3	7
E	0,2	1	3	E	0,33	1	5	E	0,33	1	5
Ç	0,14	0,33	1	Ç	0,14	0,2	1	Ç	0,14	0,2	1
CR=0,057				CR=0,056				CR=0,056			
U2	S	E	Ç	U4	S	E	Ç				
S	1	1	3	S	1	0,2	3				
E	1	1	3	E	5	1	7				
Ç	0,33	0,33	1	Ç	0,33	0,14	1				
CR=0,000				CR=0,057							

Tablo 7.6 Sosyal boyut kriterleri için değerlendirmelerin tutarlılıkları

U1	K	S	E	G	SK	AHE	SY	YM
K	1,00	7,00	5,00	9,00	7,00	3,00	7,00	7,00
S	0,14	1,00	0,33	3,00	3,00	0,14	1,00	3,00
E	0,20	3,00	1,00	7,00	3,00	0,20	5,00	5,00
G	0,11	0,33	0,14	1,00	0,33	0,14	0,20	0,33
SK	0,14	0,33	0,33	3,00	1,00	0,20	1,00	1,00
AHE	0,33	7,00	5,00	7,00	5,00	1,00	7,00	7,00
SY	0,14	1,00	0,20	5,00	1,00	0,14	1,00	1,00
YM	0,14	0,33	0,20	3,00	1,00	0,14	1,00	1,00
CR=0,077								
U2	K	S	E	G	SK	AHE	SY	YM
K	1,00	0,20	0,20	0,33	5,00	3,00	7,00	7,00
S	5,00	1,00	1,00	1,00	7,00	5,00	7,00	7,00
E	5,00	1,00	1,00	1,00	7,00	5,00	7,00	7,00
G	3,00	1,00	1,00	1,00	5,00	3,00	5,00	5,00
SK	0,20	0,14	0,14	0,20	1,00	0,33	3,00	3,00
AHE	0,33	0,20	0,20	0,33	3,00	1,00	3,00	3,00
SY	0,14	0,14	0,14	0,20	0,33	0,33	1,00	0,33
YM	0,14	0,14	0,14	0,20	0,33	0,33	3,00	1,00
CR=0,083								
U3	K	S	E	G	SK	AHE	SY	YM
K	1,00	0,14	0,11	0,11	5,00	1,00	0,33	3,00
S	7,00	1,00	0,33	0,33	9,00	5,00	3,00	9,00
E	9,00	3,00	1,00	1,00	9,00	7,00	5,00	7,00
G	9,00	3,00	1,00	1,00	9,00	7,00	5,00	7,00
SK	0,20	0,11	0,11	0,11	1,00	0,20	0,14	0,20
AHE	1,00	0,20	0,14	0,14	5,00	1,00	0,33	3,00
SY	3,00	0,33	0,20	0,20	7,00	3,00	1,00	3,00
YM	0,33	0,14	0,14	0,14	5,00	0,33	0,33	1,00
CR=0,089								
U4	K	S	E	G	SK	AHE	SY	YM
K	1,00	0,14	0,14	1,00	3,00	0,20	1,00	1,00
S	7,00	1,00	1,00	5,00	9,00	3,00	7,00	7,00
E	7,00	1,00	1,00	5,00	9,00	3,00	7,00	7,00
G	1,00	0,20	0,20	1,00	3,00	0,33	1,00	1,00
SK	0,33	0,11	0,11	0,33	1,00	0,14	0,20	0,20
AHE	5,00	0,33	0,33	3,00	7,00	1,00	5,00	1,00
SY	1,00	0,14	0,14	1,00	5,00	0,20	1,00	0,33
YM	1,00	0,14	0,14	1,00	5,00	1,00	3,00	1,00
CR=0,051								

Tablo 7.6 devamı								
U5	K	S	E	G	SK	AHE	SY	YM
K	1,00	0,14	0,14	0,14	5,00	1,00	7,00	5,00
S	7,00	1,00	1,00	1,00	7,00	5,00	9,00	7,00
E	7,00	1,00	1,00	1,00	7,00	5,00	9,00	7,00
G	7,00	1,00	1,00	1,00	7,00	5,00	9,00	7,00
SK	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00	0,20	3,00	1,00
AHE	1,00	0,20	0,20	0,20	5,00	1,00	3,00	3,00
SY	0,14	0,11	0,11	0,11	0,33	0,33	1,00	1,00
YM	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00	0,33	1,00	1,00
CR=0,071								

Tüm değerlendirmeler tutarlı olarak saptandıktan sonra dilsel değerlere karşılık gelen küresel bulanık sayılar kullanılarak küresel bulanık değerler matrisleri oluşturulmuştur. Tablo 7.7, Tablo 7.9 ve Tablo 7.11’de verilmiştir. Beş farklı karar vericiye ait küresel değerler matrisleri Denklem (6.3) kullanılarak birleştirilmiştir. Tablo 7.8, Tablo 7.10 ve Tablo 7.12’de verilmektedir.

Tablo 7.7 Sürdürülebilir kalkınma boyutları için küresel bulanık değerler

S			E			Ç		
U1	S	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,8
U2		0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6
U3		0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,8
U4		0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,6
U5		0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,8
U1	E	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6
U2		0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6
U3		0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,7
U4		0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,8
U5		0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,7
U1	Ç	0,2	0,8	0,1	0,4	0,6	0,3	0,5
U2		0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5
U3		0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,5
U4		0,4	0,6	0,3	0,2	0,8	0,1	0,5
U5		0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,5

Tablo 7.8 Sürdürülebilir kalkınma boyutları için birleştirilmiş küresel bulanık değerler

ORTAK MATRİS	S			E			Ç		
S	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,7	0,3	0,2
E	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2
Ç	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4

Tablo 7.9 Ekonomik boyut için küresel bulanık değerler

GS			ÇH		
U1	GS	0,5	0,4	0,4	0,9
U2		0,5	0,4	0,4	0,5
U3		0,5	0,4	0,4	0,5
U4		0,5	0,4	0,4	0,7
U5		0,5	0,4	0,4	0,5

GS				ÇH			
U1	ÇH	0,1	0,9	0	0,5	0,4	0,4
U2		0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
U3		0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
U4		0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4
U5		0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4

Tablo 7.10 Ekonomik boyut için birleştirilmiş küresel bulanık değerler

ORTAK MATRİS		GS			ÇH		
GS		0,5	0,4	0,4	0,6	0,3	0,3
ÇH		0,3	0,7	0,3	0,5	0,4	0,4

Tablo 7.11 Sosyal boyut kriterleri için küresel bulanık değerler

	K			S			E			G			SK			AHE			SY			YM			
U1	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,9	0,1	0	0,8	0,2	0,1	0,6	0,4	0,3	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1	
U2	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,2	0,4	0,6	0,3	0,7	0,3	0,2	0,6	0,4	0,3	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1	
U3	K	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1	0,1	0,9	0	0,1	0,9	0	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,6	0,4	0,3
U4		0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
U5		0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2
U1	S	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,6	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3
U2		0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1
U3		0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,9	0,1	0	0,7	0,3	0,2	0,6	0,4	0,3	0,9	0,1	0
U4		0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,9	0,1	0	0,6	0,4	0,3	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1
U5		0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,9	0,1	0	0,8	0,2	0,1
U1	E	0,3	0,7	0,2	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,6	0,4	0,3	0,3	0,7	0,2	0,7	0,3	0,2	0,7	0,3	0,2
U2		0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1
U3		0,9	0,1	0	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,9	0,1	0	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,1
U4		0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,9	0,1	0	0,6	0,4	0,3	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1
U5		0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,9	0,1	0	0,8	0,2	0,1
U1	G	0,1	0,9	0	0,4	0,6	0,3	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,4	0,6	0,3
U2		0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,6	0,4	0,3	0,7	0,3	0,2	0,7	0,3	0,2
U3		0,9	0,1	0	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,9	0,1	0	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,1
U4		0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
U5		0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,9	0,1	0	0,8	0,2	0,1

Tablo 7.11 devamı

U1	0,2	0,8	0,1	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
U2	0,3	0,7	0,2	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,6	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3
U3 SK	0,3	0,7	0,2	0,1	0,9	0	0,1	0,9	0	0,1	0,9	0	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2
U4	0,4	0,6	0,3	0,1	0,9	0	0,1	0,9	0	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,2
U5	0,3	0,7	0,2	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
U1	0,4	0,6	0,3	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,1	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1
U2	0,4	0,6	0,3	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,2	0,4	0,6	0,3	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3
U3 AHE	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,6	0,4	0,3
U4	0,7	0,3	0,2	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,6	0,4	0,3	0,8	0,2	0,1	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4
U5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,2	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3
U1	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
U2	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3
U3 SY	0,6	0,4	0,3	0,4	0,6	0,3	0,3	0,7	0,2	0,3	0,7	0,2	0,8	0,2	0,1	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3
U4	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3
U5	0,2	0,8	0,1	0,1	0,9	0	0,1	0,9	0	0,1	0,9	0	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
U1	0,2	0,8	0,1	0,4	0,6	0,3	0,3	0,7	0,2	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4
U2	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
U3 YM	0,4	0,6	0,3	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,7	0,3	0,2	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4
U4	0,5	0,4	0,4	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,5	0,4	0,4
U5	0,3	0,7	0,2	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4

Tablo 7.12 Sosyal boyut kriterleri için birleştirilmiş küresel bulanık değerler

ORTAK MATRİS	K			S			E			G			SK			AHE			SY			YM		
	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π	μ	ν	π
K	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,1	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,7	0,3	0,2	0,5	0,5	0,3	0,6	0,4	0,3	0,7	0,3	0,3
S	0,6	0,5	0,1	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,8	0,2	0,2	0,5	0,5	0,2	0,7	0,3	0,2	0,8	0,2	0,2
E	0,7	0,4	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,8	0,2	0,2	0,6	0,4	0,2	0,8	0,2	0,1	0,8	0,2	0,1
G	0,5	0,6	0,2	0,4	0,5	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5	0,4	0,4	0,7	0,4	0,2	0,5	0,5	0,2	0,6	0,4	0,2	0,6	0,4	0,3
SK	0,3	0,7	0,2	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,3	0,7	0,2	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6	0,3
AHE	0,5	0,5	0,3	0,4	0,6	0,2	0,3	0,7	0,2	0,4	0,6	0,2	0,7	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3
SY	0,3	0,7	0,2	0,2	0,8	0,2	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,5	0,5	0,3	0,4	0,7	0,2	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3
YM	0,3	0,7	0,2	0,2	0,8	0,1	0,2	0,8	0,1	0,3	0,7	0,2	0,5	0,4	0,3	0,4	0,6	0,3	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4

Sonraki aşamada ortak matrisler Denklem (6.4) kullanılarak küresel bulanık ağırlık değerleri elde edilmiştir. Küresel bulanık ağırlık değerleri Denklem (6.5) kullanılarak durulaştırılıp Denklem (6.6) ile normalize edilmiştir. Elde edilen normalize değerler nihai ağırlıkları ifade etmektedir. Kriter ağırlıkları açısından “Sosyal (S)” boyut 0,396 değeri ile en yüksek öneme sahiptir. Sosyal boyut altında en yüksek değere sahip kriter “Eğitim (E)” kriteri olup ekonomik boyut altında “Gelir ve Servet (GS)” kriteri “Çalışma Hayatı (ÇH)” kriterine göre daha büyük değere sahip olmuştur. Kriter ağırlıklarına ilişkin değerler Tablo 7.13, Tablo 7.14 ve Tablo 7.15’te verilmektedir.

Tablo 7.13 Sürdürülebilir kalkınma boyutları ağırlıkları

	μ	ν	π	$S(\tilde{w}_j^s)$	$\bar{w}_j^s$
S	0,60	0,39	0,30	16,35	0,396
E	0,56	0,42	0,31	15,15	0,367
Ç	0,38	0,59	0,30	9,82	0,238

Tablo 7.14 Ekonomik boyut kriterleri ağırlıkları

	μ	ν	π	$S(\tilde{w}_j^s)$	$\bar{w}_j^s$
GS	0,6	0,4	0,4	14,8	0,573
ÇH	0,4	0,5	0,4	11,0	0,427

Tablo 7.15 Sosyal boyut kriterleri ağırlıkları

	μ	ν	π	$S(\tilde{w}_j^s)$	$\bar{w}_j^s$
K	0,53	0,48	0,26	14,46	0,131
S	0,64	0,37	0,26	17,88	0,162
E	0,68	0,32	0,24	19,06	0,173
G	0,53	0,47	0,28	14,48	0,131
SK	0,34	0,66	0,25	8,93	0,081
AHE	0,53	0,47	0,28	14,47	0,131
SY	0,39	0,60	0,27	10,33	0,094
YM	0,40	0,59	0,29	10,60	0,096

İllerin Sıralanması

Türkiye’deki 81 ilin sıralanması için CoCoSo ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. CoCoSo yönteminde ilk olarak karar matrisi normalize edilmiştir. KB-AHP yöntemi kullanılarak elde edilen ağırlıklar ile toplam ağırlıklı karşılaştırılabilirlik (S_i) ve toplam üstel ağırlıklı karşılaştırılabilirlik (P_i) değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Tablo 7.16’da verilmektedir.

Tablo 7.16 CoCoSo Yöntemi S_i ve P_i Değerleri

İLLER	S _i	P _i	İLLER	S _i	P _i
Adana	0,478	40,201	Konya	0,607	40,363
Adıyaman	0,318	37,530	Kütahya	0,647	40,392
Afyonkarahisar	0,590	40,272	Malatya	0,519	40,206
Ağrı	0,293	35,375	Manisa	0,590	39,372
Amasya	0,597	38,355	Kahramanmaraş	0,493	40,140
Ankara	0,638	40,449	Mardin	0,295	38,442
Antalya	0,594	39,410	Muğla	0,594	39,418
Artvin	0,638	39,491	Muş	0,258	38,281
Aydın	0,578	40,368	Nevşehir	0,560	40,189
Balıkesir	0,622	40,401	Niğde	0,507	38,194
Bilecik	0,647	40,412	Ordu	0,513	40,173
Bingöl	0,428	38,957	Rize	0,634	39,450
Bitlis	0,365	39,718	Sakarya	0,636	40,420
Bolu	0,651	39,495	Samsun	0,571	40,359
Burdur	0,569	39,310	Siirt	0,371	37,840
Bursa	0,604	40,380	Sinop	0,611	39,350
Çanakkale	0,587	40,400	Sivas	0,562	39,321
Çankırı	0,580	40,291	Tekirdağ	0,616	40,387
Çorum	0,508	39,173	Tokat	0,555	40,238
Denizli	0,621	40,408	Trabzon	0,598	40,420
Diyarbakır	0,333	39,672	Tunceli	0,510	36,358
Edirne	0,568	39,369	Şanlıurfa	0,332	37,472
Elazığ	0,482	40,162	Uşak	0,653	40,395
Erzincan	0,565	40,330	Van	0,365	39,591
Erzurum	0,513	40,172	Yozgat	0,497	38,236
Eskişehir	0,630	40,399	Zonguldak	0,604	40,320
Gaziantep	0,463	40,043	Aksaray	0,505	40,080
Giresun	0,564	40,259	Bayburt	0,513	38,162
Gümüşhane	0,539	39,243	Karaman	0,590	39,388
Hakkari	0,304	31,674	Kırıkkale	0,598	40,349
Hatay	0,460	40,135	Batman	0,280	36,838
Isparta	0,657	40,420	Şırnak	0,307	35,707
Mersin	0,482	40,165	Bartın	0,587	39,235
İstanbul	0,679	38,641	Ardahan	0,342	33,802
İzmir	0,612	40,460	Iğdır	0,327	37,704
Kars	0,378	38,811	Yalova	0,642	40,501
Kastamonu	0,602	40,331	Karabük	0,645	40,376
Kayseri	0,546	40,274	Kilis	0,379	35,910
Kırklareli	0,622	39,485	Osmaniye	0,420	39,956
Kırşehir	0,582	39,303	Düzce	0,518	39,171
Kocaeli	0,621	40,447			

Daha sonra görelî ağırlıklar hesaplanarak nihai sıra elde edilmiştir. Hesaplanan görelî ağırlık değerleri Tablo 7.17’de sunulmaktadır.

Tablo 7.17 CoCoSo Görelî Ağırlık Değerleri

İLLER	k _{ia}	k _{ib}	k _{ic}	k _i	İLLER	k _{ia}	k _{ib}	k _{ic}	k _i
Adana	0,013	3,118	0,988	1,711	Konya	0,013	3,623	0,995	1,901
Adıyaman	0,012	2,415	0,919	1,412	Kütahya	0,013	3,779	0,997	1,959
Afyonkarahisar	0,013	3,554	0,992	1,875	Malatya	0,013	3,280	0,989	1,772
Ağrı	0,011	2,251	0,866	1,321	Manisa	0,012	3,526	0,970	1,852
Amasya	0,012	3,522	0,946	1,836	Kahramanmaraş	0,013	3,177	0,987	1,733
Ankara	0,013	3,745	0,998	1,948	Mardin	0,012	2,356	0,941	1,401
Antalya	0,012	3,545	0,971	1,859	Muğla	0,012	3,542	0,972	1,858
Artvin	0,012	3,716	0,974	1,923	Muş	0,012	2,209	0,936	1,343

Tablo 7.17 devamı

Aydın	0,013	3,513	0,994	1,861	Nevşehir	0,013	3,438	0,990	1,830
Balıkesir	0,013	3,682	0,996	1,924	Niğde	0,012	3,169	0,940	1,703
Bilecik	0,013	3,779	0,997	1,960	Ordu	0,013	3,252	0,988	1,761
Bingöl	0,012	2,887	0,956	1,608	Rize	0,012	3,700	0,973	1,917
Bitlis	0,012	2,668	0,973	1,536	Sakarya	0,013	3,738	0,997	1,945
Bolu	0,012	3,767	0,975	1,942	Samsun	0,013	3,485	0,994	1,850
Burdur	0,012	3,443	0,968	1,820	Siirt	0,012	2,629	0,928	1,497
Bursa	0,013	3,614	0,995	1,898	Sinop	0,012	3,608	0,970	1,882
Çanakkale	0,013	3,549	0,995	1,875	Sivas	0,012	3,415	0,968	1,810
Çankırı	0,013	3,517	0,992	1,861	Tekirdağ	0,013	3,660	0,996	1,915
Çorum	0,012	3,203	0,964	1,729	Tokat	0,013	3,419	0,991	1,824
Denizli	0,013	3,681	0,996	1,923	Trabzon	0,013	3,590	0,996	1,890
Diyarbakır	0,012	2,541	0,971	1,488	Tunceli	0,011	3,123	0,895	1,661
Edirne	0,012	3,442	0,970	1,820	Şanlıurfa	0,012	2,469	0,918	1,431
Elazığ	0,013	3,132	0,987	1,716	Uşak	0,013	3,802	0,997	1,968
Erzincan	0,013	3,460	0,993	1,840	Van	0,012	2,662	0,970	1,532
Erzurum	0,013	3,256	0,988	1,762	Yozgat	0,012	3,131	0,941	1,689
Eskişehir	0,013	3,715	0,996	1,936	Zonguldak	0,013	3,610	0,994	1,896
Gaziantep	0,013	3,056	0,984	1,686	Aksaray	0,013	3,221	0,986	1,748
Giresun	0,013	3,456	0,991	1,838	Bayburt	0,012	3,190	0,939	1,710
Gümüşhane	0,012	3,325	0,966	1,775	Karaman	0,012	3,526	0,971	1,852
Hakkari	0,010	2,175	0,777	1,243	Kırıkkale	0,013	3,588	0,994	1,888
Hatay	0,013	3,046	0,986	1,684	Batman	0,012	2,249	0,901	1,340
Isparta	0,013	3,820	0,997	1,975	Şırnak	0,011	2,317	0,875	1,350
Mersin	0,013	3,134	0,987	1,717	Bartın	0,012	3,511	0,967	1,844
İstanbul	0,012	3,848	0,955	1,960	Ardahan	0,011	2,390	0,829	1,352
İzmir	0,013	3,644	0,997	1,911	Iğdır	0,012	2,456	0,924	1,429
Kars	0,012	2,687	0,952	1,531	Yalova	0,013	3,763	0,999	1,955
Kastamonu	0,013	3,603	0,994	1,893	Karabük	0,013	3,771	0,996	1,956
Kayseri	0,013	3,384	0,991	1,812	Kilis	0,011	2,600	0,881	1,460
Kırklareli	0,012	3,655	0,974	1,901	Osmaniye	0,013	2,888	0,980	1,622
Kırşehir	0,012	3,493	0,969	1,839	Düzce	0,012	3,240	0,964	1,743
Kocaeli	0,013	3,679	0,997	1,923					

Görelî ağırlık değerleri azalan sırada sıralanarak nihai sıra elde edilmiştir. Elde edilen nihai sıralama Tablo 7.18’de verilmektedir.

Tablo 7.18 CoCoSo Sıralamalar

Sıra	İLLER	ki	Sıra	İLLER	ki	Sıra	İLLER	ki
1	Isparta	1,975	31	Antalya	1,859	61	Gaziantep	1,686
2	Uşak	1,968	32	Muğla	1,858	62	Hatay	1,684
3	İstanbul	1,960	33	Karaman	1,852	63	Tunceli	1,661
4	Bilecik	1,960	34	Manisa	1,852	64	Osmaniye	1,622
5	Kütahya	1,959	35	Samsun	1,850	65	Bingöl	1,608
6	Karabük	1,956	36	Bartın	1,844	66	Bitlis	1,536
7	Yalova	1,955	37	Erzincan	1,840	67	Van	1,532
8	Ankara	1,948	38	Kırşehir	1,839	68	Kars	1,531
9	Sakarya	1,945	39	Giresun	1,838	69	Siirt	1,497
10	Bolu	1,942	40	Amasya	1,836	70	Diyarbakır	1,488
11	Eskişehir	1,936	41	Nevşehir	1,830	71	Kilis	1,460
12	Balıkesir	1,924	42	Tokat	1,824	72	Şanlıurfa	1,431
13	Artvin	1,923	43	Edirne	1,820	73	Iğdır	1,429
14	Denizli	1,923	44	Burdur	1,820	74	Adıyaman	1,412
15	Kocaeli	1,923	45	Kayseri	1,812	75	Mardin	1,401
16	Rize	1,917	46	Sivas	1,810	76	Ardahan	1,352
17	Tekirdağ	1,915	47	Gümüşhane	1,775	77	Şırnak	1,350

Tablo 7.18 devamı								
18	İzmir	1,911	48	Malatya	1,772	78	Muş	1,343
19	Konya	1,901	49	Erzurum	1,762	79	Batman	1,340
20	Kırklareli	1,901	50	Ordu	1,761	80	Ağrı	1,321
21	Bursa	1,898	51	Aksaray	1,748	81	Hakkari	1,243
22	Zonguldak	1,896	52	Düzce	1,743			
23	Kastamonu	1,893	53	Kahramanmaraş	1,733			
24	Trabzon	1,890	54	Çorum	1,729			
25	Kırıkkale	1,888	55	Mersin	1,717			
26	Sinop	1,882	56	Elazığ	1,716			
27	Afyonkarahisar	1,875	57	Adana	1,711			
28	Çanakkale	1,875	58	Bayburt	1,710			
29	Çankırı	1,861	59	Niğde	1,703			
30	Aydın	1,861	60	Yozgat	1,689			

TOPSIS yönteminde de ilk olarak karar matrisi normalize edilmiş ve daha sonra KB-AHP yöntemi kullanılarak elde edilen ağırlıklar dâhil edilerek ağırlıklı normalize matris oluşturulmuştur. Sonrasında kriter değerinin pozitif ve negatif yönlü etkileri dikkate alınarak pozitif ve negatif ideal çözümler belirlenmiştir. Pozitif (Sİ*) ve negatif (Sİ') ideal çözümlere uzaklıklar hesaplanıp ideal çözüme yakınlıklar (Ci*) bulunmuştur. İdeal çözüme yakınlık değerleri büyükten küçüğe sıralanarak nihai sıralama elde edilmiştir.

CoCoSo, TOPSIS ve TÜİK sıralamaları EK4'te birlikte verilmiştir. CoCoSo ve TÜİK sıralamalarında Isparta şehrinin ilk sırada yer aldığı, TOPSIS yönteminde ise ilk sırada İstanbul'un yer aldığı görülmüştür.

Duyarlılık Analizi

İllerin sıralamalarının kriter ağırlıklarından nasıl etkilendiğini gözlemlemek amacıyla duyarlılık analizi çalışması yapılmıştır. İki senaryo üzerinden uygulama gerçekleştirilmiştir. Küresel bulanık ağırlıkların kullanıldığı CoCoSo sıralaması önerilen sıralama olmak üzere, Senaryo 1 (S1) bulunan en yüksek ağırlığın en düşük ağırlıkla yer değiştirdiği durum ve Senaryo 2 (S2) ağırlıkların hiyerarşik olarak eşit alındığı durum şeklindedir. Kullanılan ağırlık değerleri Tablo 7.19, Tablo 7.20 ve Tablo 7.21'de verilmektedir. Duyarlılık analizi sonuçları EK 5'teki şekilde elde edilmiştir. Bulunan sıralamalar Şekil 7.3'te gösterilmektedir.

Tablo 7.19 Sürdürülebilir Kalkınma Boyutları İçin Duyarlılık Analizinde Kullanılan Ağırlıklar

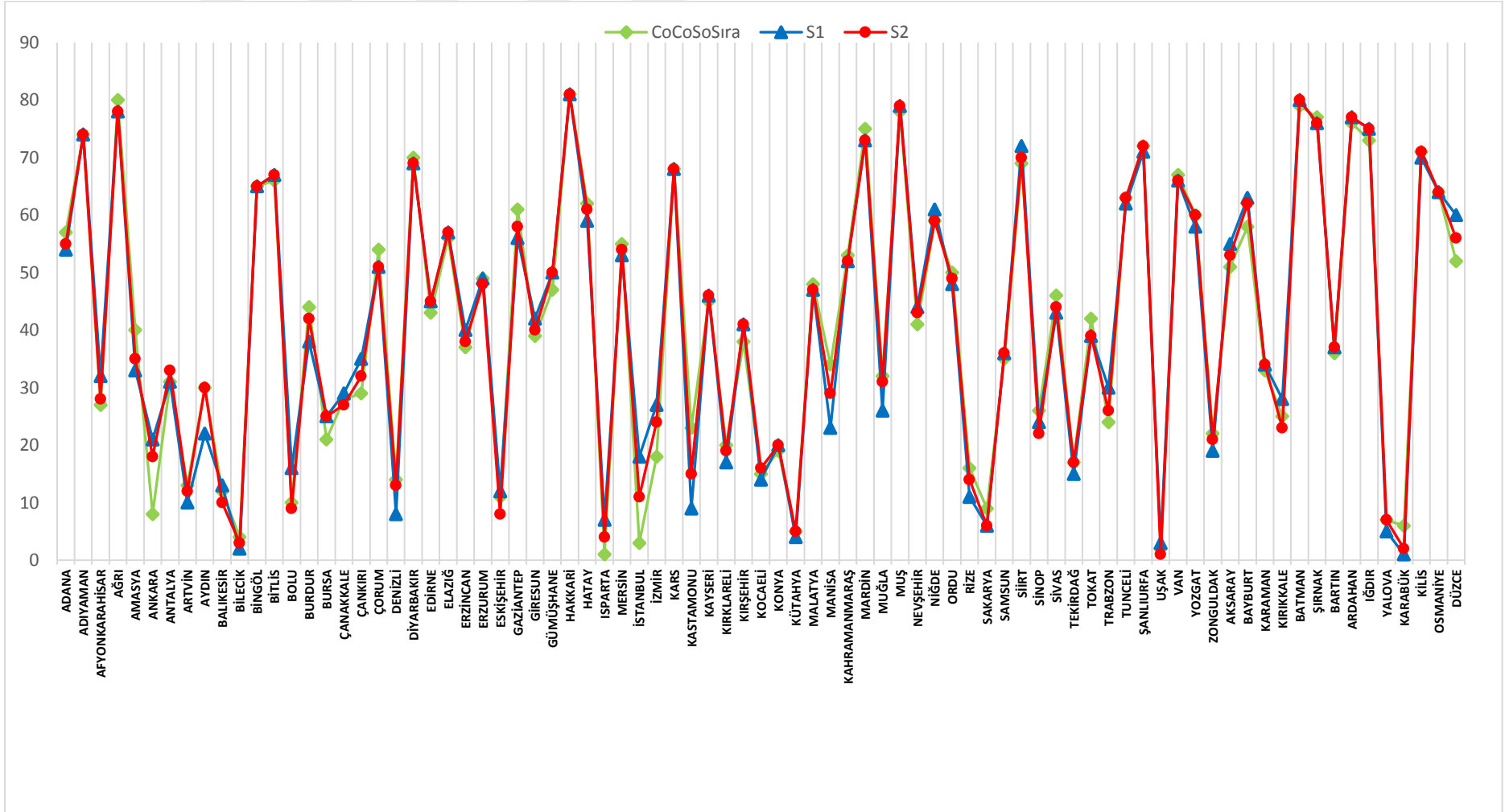
	Önerilen	S1	S2
S	0,396	0,238	0,333
E	0,367	0,367	0,333
Ç	0,238	0,396	0,333

Tablo 7.20 Ekonomik Boyut Kriterleri İçin Duyarlılık Analizinde Kullanılan Ağırlıklar

	Önerilen	S1	S2
GS	0,573	0,427	0,5
ÇH	0,427	0,573	0,5

Tablo 7.21 Sosyal Boyut Kriterleri İçin Duyarlılık Analizinde Kullanılan Ağırlıklar

	Önerilen	S1	S2
K	0,131	0,131	0,125
S	0,162	0,162	0,125
E	0,173	0,081	0,125
G	0,131	0,131	0,125
SK	0,081	0,173	0,125
AHE	0,131	0,131	0,125
SY	0,094	0,094	0,125
YM	0,096	0,096	0,125



Şekil 7.3 Duyarlılık Analizi Sonuçları

Şekil 7.3'e göre, ilk sıradaki il önerilen modelde Isparta olurken S1'de Karabük ve S2'de Uşak olarak bulunmuştur. Tüm sıralamalar için son sıradaki il Hakkari olarak yerini korumuştur. Diğer il sıralamalarında farklılıklar mevcuttur. Duyarlılık analizi sonuçlarına göre sıralamaları değişmeyen iller mevcut olmasına rağmen az sayıdadır. Genel olarak, illerin sıralaması üzerinde kriter ağırlıklarının etkili olduğunu söylemek mümkündür.



8. SONUÇ

Yaşamı değerlendirme çalışmalarının ulusal ve uluslararası düzeyde önem taşıdığı görülmektedir. Ulusal refahı arttırmak ve uluslararası düzeyde karşılaştırmalarda üst sıralarda yer alabilmek için ülkelerin yaşamı değerlendirme çalışmalarına önem vererek zayıf yönlerini geliştirmeleri gerekmektedir. Bu doğrultuda değerlendirme yapmak için yaşam endeksi çalışması önemli bir araç olup yaşamı etkileyen birçok unsuru içeren veri setini sağlamaktadır.

Türkiye'deki illerin yaşam endeksi açısından sıralanması çalışmalarında farklı yöntemlerin kullanıldığı görülmüştür. ÇKKV yöntemleri de bu çalışmalarda kriterlerin değerlendirilmesi ve illerin sıralanması aşamalarında kullanılabilmektedir. Kriterlerin karşılaştırılmasında KB-AHP yöntemi hiyerarşik bir yapı altında karşılaştırma yaparken dilsel değerlerle ifadeyi sağladığından karar vericilere tercih kolaylığı sunmakta ve tutarlılığı da göz önüne alarak önem ağırlıklarının hesaplanmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmada, illerde yaşam endeksi çalışmasındaki 11 boyut kriter olarak dikkate alınmış ve sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, ekonomik ve çevresel boyutları altında gruplandırılmıştır. Yaşamın farklı alanlarını temsil etmesi amacıyla çeşitli mesleklerden beş kişilik uzman ekip oluşturulmuştur. Uzman ekipten KB-AHP yönteminden faydalanılarak kriter değerlendirmeleri alınarak kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Sürdürülebilir kalkınma boyutları açısından sosyal boyut 0,396 değeri ile diğer iki boyuttan daha önemli olarak bulunmuştur. Sosyal boyuttaki kriterler arasında eğitim 0,173 değeri ile en etkili kriter olurken sivil katılım 0,081 değeri ile en az etkili kriter olmuştur. Ekonomik boyuttaki kriterlerde ise gelir ve servet 0,573 değeri ile çalışma hayatı kriterinden daha etkili bir kriter olarak bulunmuştur. Bulunan ağırlıklarla birlikte CoCoSo ve TOPSIS yöntemleriyle iller sıralanmıştır. CoCoSo yöntemine göre ilk sıradaki il Isparta ve son sıradaki il Hakkari olarak bulunurken, TOPSIS yöntemine göre ilk sırada İstanbul ve son sırada Batman yer almıştır.

Kriter ağırlıklarındaki değişimin sıralama üzerindeki etkisini incelemek amacıyla iki farklı senaryo üzerinden duyarlılık analizi yapılmıştır. Önerilen CoCoSo modelinde ilk sıradaki il Isparta iken S1'de Karabük ve S2'de Uşak olarak bulunmuştur. Tüm senaryolarda Hakkari ili son sıradaki yerini korumuştur. Eğitim, gelir ve servet verileri diğer illerden daha yüksek olan İstanbul ve Ankara illeri

önerilen sıralamada ilk 10'da yer alırken diğer senaryolarda daha alt sıralarda bulunmuştur. Önerilen sıralama ve S2'de birbiriyle ortak sırada 14 il (Kütahya, Yalova, Tekirdağ, Aydın, Niğde, Yozgat, Tunceli, Osmaniye, Bingöl, Kars, Kilis, Şanlıurfa, Adıyaman, Hakkari) bulunurken S1 ile ortak 7 il (Antalya, Erzurum, Osmaniye, Bingöl, Kars, Adıyaman, Hakkari) bulunmaktadır. Önerilen sıralama S2 sıralamasıyla daha fazla benzerlik göstermiştir. Tüm sıralamalar göz önüne alındığında sıra değeri değişmeyen 5 il bulunmaktadır. Buradan sıralama için ağırlık değerinin etkili olabileceği çıkarımı yapılabilmektedir.

CoCoSo yöntemiyle elde edilen sonuçlar ile TÜİK tarafından gerçekleştirilen çalışmaya ilişkin sonuçlar karşılaştırıldığında Isparta, Sakarya, Bolu, Kütahya, İstanbul, Uşak illerinin her iki sıralamada da ilk 10 içerisinde yer aldıkları görülmüştür. Bunun yanında, her iki sıralamada da son sıralarda genellikle aynı illerin bulunduğu söylenebilir. CoCoSo yönteminin aksine TOPSIS yöntemine ilişkin sonuçların TÜİK tarafından gerçekleştirilen çalışmaya ait sıralama ile pek benzerlik göstermediğini söylemek mümkündür. Buna rağmen her üç yöntemde de son sıradaki iller benzerlik göstermektedir. Bu illerin daha üst sıralarda yer alabilmeleri için yaşamı etkileyen kriterlere ilişkin değerlerinin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılabilir.

İleriki çalışmalarda kriterler sürdürülebilir kalkınma boyutları açısından farklı ağırlıklandırma yöntemleriyle değerlendirilebilir ve daha önce kullanılmayan sıralama yöntemleri birlikte kullanılarak birbirleriyle mukayese edilebilir.

KAYNAKLAR

- Ahi, P. and Searcy, C. 2013. A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management. *Journal of cleaner production*, 52, 329-341.
- Alpaykut, S. 2017. Türkiye’de İllerin Yaşam Memnuniyetinin Temel Bileşkenler Analizi ve TOPSIS Yöntemiyle Ölçümü Üzerine Bir İnceleme. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4, 367-395.
- Altınkaya, Z. 2021. AHP, Bulanık AHP VE TOPSİS Yöntemleri Kullanılarak İyileştirme Önerileri İçin Karar Destek Sistemi Oluşturulması. Yüksek Lisans, Hacettepe Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
- Arsu, T. and Ayçin, E. 2021. Evaluation of OECD Countries with Multi-Criteria Decision-Making Methods in terms of Economic, Social and Environmental Aspects. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 4:2.
- Atanassov, K. 1986. Intuitionistic Fuzzy Sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 20.
- Ay, S. 2017. Sürdürülebilir Kalkınmayı Ölçmek: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *PARADOKS Economics, Sociology and Policy Journal*, 13, 85-100.
- Bansal, P. 2005. Evolving sustainably: a longitudinal study of corporate sustainable development. *Strategic Management Journal*, 26:3, 197-218.
- Barkemeyer, R., Holt, D., Preuss, L. and Tsang, S. 2014. What happened to the ‘development’ in sustainable development? Business guidelines two decades after Brundtland. *Sustainable Development*, 22:1, 15-32.
- Bhanot, N., Rao, P. V. and Deshmukh, S. 2019. Sustainable Scenario: A Systematic Review of Definitions of Sustainability and Agenda for Future Research. *South Asian Journal of Management*, 26:4.
- BM (2008). *Millennium Development Goals (MDGs)*. Retrieved from <https://unstats.un.org/unsd/mdg/Host.aspx?Content=Indicators/OfficialList.htm>
- Cengiz, D. 2012. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Üzerine Karşılaştırmalı Analiz. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi İstatistik Anabilim Dalı, İstanbul.
- Chhibber, D., Srivastava, P. K. and Bisht, D. C. S. 2022. Intuitionistic fuzzy TOPSIS for non-linear multi-objective transportation and manufacturing problem. *Expert Systems with Applications*, 210.
- Çiftaslan, M. E. and Rençber, Ö. F. 2022. IDOCRIW ve CoCoSo Yöntemleri ile Sistemik Önemli Bankaların Performans Analizi: Türkiye Örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19, 54-72.
- Dağdeviren, M. and Yüksel, İ. 2010. A fuzzy analytic network process (ANP) model for measurement of the sectoral competition level (SCL). *Expert Systems with Applications*, 37:2, 1005-1014.
- Diesendorf, M. 1999. Sustainability and Sustainable Development.
- Ecer, F., Pamucar, D., Hashemkhani Zolfani, S. and Keshavarz Eshkalag, M. 2019. Sustainability assessment of OPEC countries: Application of a multiple attribute decision making tool. *Journal of cleaner production*, 241.
- Ersöz, F. and Kabak, M. 2010. Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9:1, 97-125.
- Fülöp, J. (2005). Introduction to decision making methods. BDEI-3 workshop, Washington, 1-15.

- Gökdeniz, İ. and Erdal, C. 2017. İşletme başarı kriterlerinin bulanık mantık yöntemi ile ölçülmesi: enerji sektöründe uygulama. *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4:10, 319-336.
- Harris, J. M. 2000. Basic Principles of Sustainable Development.
- Hu, S.-K. and Tzeng, G.-H. 2017. Strategizing for Better Life Development Using OECD Well-being Indicators in a Hybrid Fuzzy MCDM Model. *International Journal of Fuzzy Systems*, 19:6, 1683-1702.
- Hu, S.-K. and Tzeng, G.-H. 2019. A Hybrid Multiple-Attribute Decision-Making Model with Modified PROMETHEE for Identifying Optimal Performance-Improvement Strategies for Sustainable Development of a Better Life. *Social Indicators Research*, 144:3, 1021-1053.
- Hwang, C. L. and Yoon, K. 1981. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, New York.
- İbil, E. H. 2021. *T1p-2 Diyabet Hastalığında Kişiselleştirilmiş Tedavi Yöntemini Temel Alan Karar Destek Sistemi Önerisi: Küresel Bulanık AHP Yöntemi ile Risk Durumuna Göre En İyi İlaç Kombinasyonunun Oluşturulması*. Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
- Jahanshahloo, G. R., Lotfi, F. H. and Izadikhah, M. 2006. Extension of the TOPSIS method for decision-making problems with fuzzy data. *Applied Mathematics and Computation*, 181:2, 1544-1551.
- Kahraman, C. and Kutlu Gündoğdu, F. (2021). Decision Making with Spherical Fuzzy Sets: Theory and Applications Retrieved from <https://doi.org/10.1007/978-3-030-45461-6>
- Karataş, İ. 2018. Bulanık mantık ile klasik ve sembolik mantık ilişkisi (karşılaştırılması). *European Journal of Educational & Social Sciences*, 3:2.
- Kasparian, J. and Rolland, A. 2012. OECD's 'Better Life Index': can any country be well ranked? *Journal of Applied Statistics*, 39:10, 2223-2230.
- Kerenyi, A. 2011. The Better Life Index of the Organisation for Economic Co-operation and Development. *Public Finance Quarterly-Hungary*, 56:4, 518-538.
- Kılıç Depren, S. and Bağdatlı Kalkan, S. 2018. Determination of Countries' Position Using Better Life Index: The Entropy Based MULTIMOORA Approach. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20:2, 353-366.
- Kitchin, R., Lauriault, T. P. and McArdle, G. 2015. Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboards. *Regional Studies, Regional Science*, 2:1, 6-28.
- Kocakaya, K., Engin, T., Tektaş, M. and Aydın, U. 2021. Türkiye’de Bölgesel Havayolları için Uçak Tipi Seçimi: Küresel Bulanık AHP-TOPSIS Yöntemlerinin Entegrasyonu. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*.
- Kutlu Gündoğdu, F. and Kahraman, C. 2020. A novel spherical fuzzy analytic hierarchy process and its renewable energy application. *Soft Computing*, 24:6, 4607-4621.
- Markulev, A. and Long, A. 2013. On sustainability: an economic approach.
- McKenzie, S. 2004. Social sustainability: towards some definitions.
- Morelli, J. 2011. Environmental sustainability: A definition for environmental professionals. *Journal of environmental sustainability*, 1:1, 2.
- Murat, D. 2020. The Analysis of The Well-Being Levels of OECD Countries With Grey Relational Analysis. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 41, 83-107.

- Mürtezaoglu, B. 2021. Aralık Değerli Küresel Bulanık AHP & TOPSIS Metodolojisi ile Acil Durum Hastanesi Seçimi. Yüksek Lisans Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, .
- Naeemah, A. J. and Wong, K. Y. 2023. Sustainability metrics and a hybrid decision-making model for selecting lean manufacturing tools. *Resources, Environment and Sustainability*, 13.
- OECD (2001a). *OECD Environmental Strategy For The First Decade of The 21st Century*. Retrieved from
- OECD (2001b). Sustainable Development: Critical Issues. Retrieved from https://read.oecd-ilibrary.org/environment/sustainable-development_9789264193185-en#page73
- OECD (2018). Better Life Index – Edition 2018. Retrieved from <https://stats.oecd.org/index.aspx?>
- OECD (2020). How's Life? *Measuring Well-being*. Retrieved from <https://www.oecd-ilibrary.org/economics/how-s-life/volume-/issue-9870c393-en>
- OECD (2022a). Better Life Index. Retrieved from <https://www.oecdbetterlifeindex.org>
- OECD (2022b). Timeline. Retrieved from <https://www.oecd.org/60-years/timeline/>
- Oxford (2022). Sustainability Noun. *Oxford Learner's Dictionaries*. Retrieved from <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/sustainability?q=sustainability>
- Özbek, A. and Engür, M. 2019. Çok kriterli karar verme yöntemleriyle öğrenci işleri otomasyon seçimi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21:1, 1-18.
- Özcan, O. 2017. Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 9-9.
- Özmehmet, E. 2008. Dünyada ve Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları. 3:12.
- Petek, A. and Cebecioğlu, F. F. (2021). Refahın Daha İyi Yaşam Endeksi İle Ölçümü: OECD Ülkeleri İle Türkiye Karşılaştırması İKTİSADİ, İDARİ VE SOSYAL BİLİMLER Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler 3. In BABACAN P D H (Series Ed.) (Birinci Baskı ed.). Cetinje-Montenegro.
- Sattarov, R. 2008. Kalite fonksiyon yayılımında bulanık mantık yaklaşımı: beyaz eşya sektöründe bir uygulama. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı
- Sezer, H. 2008. Düzenli Hat Taşımacılığında Nakliye Müteahhidinin Gemi Operatörü Seçimine Çok Kriterli Karar Destek Sistemi Yaklaşımı. Yüksek Lisans Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilim Dalı
- Stanković, J. J., Marjanović, I., Papathanasiou, J. and Drezgić, S. 2021. Social, Economic and Environmental Sustainability of Port Regions: MCDM Approach in Composite Index Creation. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9:1.
- Strateji ve Bütçe Başkanlığı, T. C. C. (2022). Kalkınma Planları. Retrieved from <https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/>
- Sutton, P. 2004. A perspective on environmental sustainability. *Paper on the Victorian Commissioner for Environmental Sustainability*, 1-32.
- Şimşek, A., Çatır, O. and Ömürbek, N. 2015. TOPSIS ve MOORA Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18:33.

- Taş, C., Bedir, N., Eren, T., Alağaç, H. M. and Çetin, S. 2018. AHP-TOPSIS Yöntemleri Entegrasyonu ile Poliklinik Değerlendirilmesi: Ankara’da Bir Uygulama. *Sağlık Yönetimi Dergisi*, 2:1, 1-17.
- Temürlenk, S. 2019. Yurt dışı tesis kurma yatırımları: aralık değerli sezgisel bulanık AHP ve EDAS entegre yöntemi ile analizi. Yüksek Lisans, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
- Topal, A. 2021. Çok kriterli karar verme analizi ile elektrik üretim şirketlerinin finansal performans analizi: Entropi tabanlı Cocosso yöntemi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 9:2, 532-546.
- Torra, V. 2010. Hesitant fuzzy sets. *International Journal of Intelligent Systems*, 25:6, 529-539.
- Triantaphyllou, E. 2000. Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study.
- Turanlı, R., Özden, Ü. H. and Gerçeker, D. 2023. Cocosso Yöntemi ile Eni İyi Yaşanabilir Avrupa Ülkeleri Başkentlerinin Sıralanması. *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences*, 9:1.
- TÜİK. (2017). *İllerde Yaşam Endeksi*. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=illerde%20ya%C5%9Fam%20endeksi>.
- Tzeng, G.-H. and Huang, J.-J. 2011. *Multiple attribute decision making: methods and applications*. CRC press,
- UNDESA (2000). *Report on the Aggregation of the Indicators for Sustainable Development* (Background Paper No:2). Retrieved from <https://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd9-aisd-bp.pdf>
- Uzun, S. and Kazan, H. 2016. Comparing MCDM Methods of AHP, TOPSIS and PROMETHEE: A Study on the Selection of Ship Main Engine System. *Journal of Transportation and Logistics*, 1:1, 99-99.
- Ünlükal, C. 2019. Konaklama işletmelerinin hizmet kalitesinin değerlendirilmesi için sezgisel bulanık AHP VE TOPSİS yöntemlerinin kullanılması. Yüksek Lisans, Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
- WCED (1987). *Ortak Geleceğimiz(Our Common Future)*. Retrieved from <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Wiese, A., Kellner, J., Lietke, B., Toporowski, W. and Zielke, S. 2012. Sustainability in retailing—a summative content analysis. *International Journal of Retail & Distribution Management*.
- Xu, X.-G., Zhang, L., Mao, L.-X. and Li, K. 2022. New Approach for Quality Function Deployment Using an Extended CoCoSo Method with Spherical Fuzzy Sets. *Systems*, 10:6.
- Yager, R. 2013. Pythagorean fuzzy subsets. 57-61.
- Yavaş, M., Ersöz, T., Kabak, M. and Ersöz, F. 2014. Otomobil seçimine çok kriterli yaklaşım önerisi. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2:4, 110-118.
- Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E. and Turskis, Z. 2019. A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57:9, 2501-2519.
- Yıkılmaz, R. F. 2011. Sürdürülebilir Kalkınmanın Ölçülmesi ve Türkiye İçin Yöntem Geliştirilmesi. Uzmanlık Tezi, T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, 224, (2820).

EKLER

EK 1 Binyıl (Milenyum) Kalkınma Hedefleri

Amaçlar ve Hedefler	İlerlemeyi İzlemek İçin Göstergeler
Amaç 1: Aşırı yoksulluğu ve açlığı ortadan kaldırmak	
Hedef 1.A: 1990 ile 2015 yılları arasında günlük geliri bir dolardan az olan insanların oranını yarıya indirmek	1.1 Günde 1,25 ABD dolarının altındaki nüfus oranı
	1.2 Yoksulluk açığı oranı
	1.3 En yoksul beşte birlik kesimin ulusal tüketimdeki payı
Hedef 1.B: Kadınlar ve gençler de dahil olmak üzere herkes için tam ve üretken istihdam ve insana yakışır iş elde etmek	1.4 İstihdam edilen kişi başına GSYİH büyüme oranı
	1.5 İstihdam-nüfus oranı
	1.6 Günde 1,25 ABD dolarının altında yaşayan çalışan kişilerin oranı
Hedef 1.C: 1990 ile 2015 yılları arasında açlık çeken insanların oranını yarıya indirmek	1.7 Toplam istihdamda kendi hesabına ve ailesine katkıda bulunan işçilerinin oranı
	1.8 Beş yaşın altındaki düşük kilolu çocukların yaygınlığı
	1.9 Asgari beslenme kuraları enerji tüketimi seviyesinin altındaki nüfusun oranı
Amaç 2: Evrensel ilköğretime ulaşmak	
Hedef 2.A: 2015 yılına kadar her yerdeki çocukların, kız ve erkek çocukların ilköğretimi tamamlayabilmelerini sağlamak	2.1 İlköğretimde net okullaşma oranı
	2.2 1. sınıfa başlayan ve ilköğretimin son sınıfına ulaşan öğrencilerin oranı
	2.3 15-24 yaş, kadın ve erkeklerin okuryazarlık oranı
Amaç 3: Cinsiyet eşitliğini teşvik edin ve kadınları güçlendirin	
Hedef 3.A: İlk ve orta öğretimde, tercihen 2005 yılına kadar ve en geç 2015 yılına kadar tüm eğitim seviyelerinde cinsiyet eşitsizliğini ortadan kaldırmak	3.1 İlk, orta ve yüksek öğretimde kızların erkeklere oranı
	3.2 Tarım dışı sektörde ücretli istihdamda kadınların payı
	3.3 Ulusal parlamentoda kadınların sahip olduğu sandalyelerin oranı
Amaç 4: Çocuk ölüm oranını azaltmak	
Hedef 4.A: 1990 ile 2015 yılları arasında beş yaş altı ölüm oranını üçte iki oranında azaltmak	4.1 Beş yaş altı ölüm oranı
	4.2 Bebek ölüm hızı
	4.3 Kızamık aşısı olan 1 yaşındaki çocukların oranı
Amaç 5: Anne sağlığını iyileştiren	
Hedef 5.A: 1990 ve 2015 yılları arasında anne ölüm oranını dörtte üç oranında azaltmak	5.1 Anne ölüm oranı
	5.2 Kalifiye sağlık personelinin katıldığı doğumların oranı
Hedef 5.B: 2015 yılına kadar üreme sağlığına evrensel erişimin sağlanması	5.3 Gebelik önleyici uygulama yaygınlık oranı
	5.4 Genç doğum oranı
	5.5 Doğum öncesi bakım kapsamı (en az bir ziyaret ve en az dört ziyaret)
	5.6 Aile planlaması için karşılanmamış ihtiyaç
Amaç 6: HIV/AIDS, sıtma ve diğer hastalıklarla mücadele etmek	
Hedef 6.A: 2015 yılına kadar HIV/AIDS'in yayılmasını tersine çevirmeye başlamak ve durdurmak	6.1 15-24 yaş arası nüfus arasında HIV yaygınlığı
	6.2 Son yüksek riskli cinsel ilişkide kondom kullanımı
	6.3 HIV/AIDS hakkında kapsamlı ve doğru bilgiye sahip 15-24 yaş arası nüfusun oranı
	6.4 Kimsesizlerin okula devamının, 10-14 yaş arası kimsesiz olmayanların okula devamına oranı
Hedef 6.B: 2010 yılına kadar, ihtiyacı olan herkesin HIV/AIDS tedavisine evrensel erişimini sağlamak	6.5 Antiretroviral ilaçlara erişimi olan ileri HIV enfeksiyonu olan nüfusun oranı
	6.6 Sıtma ile ilişkili etki ve ölüm oranları
Hedef 6.C: 2015 yılına kadar sıtma ve diğer önemli hastalıkların görülme sıklığını tersine çevirmeye başlamak ve durdurmak	6.7 Böcek ilacı uygulanmış cibinlik altında uyuyan 5 yaş altı çocukların oranı
	6.8 Uygun sıtma önleyici ilaçlarla tedavi edilen, ateşi olan 5 yaş altı çocukların oranı
	6.9 Tüberküloz ile ilişkili etki, yaygınlık ve ölüm oranları

EK 1 Devamı	
	6.10 Doğrudan gözlemlenen kısa süreli tedavi altında tespit edilen ve tedavi edilen tüberküloz vakalarının oranı
Amaç 7: Çevresel sürdürülebilirliği sağlamak	
Hedef 7.A: Sürdürülebilir kalkınma ilkelerini ülke politikalarına ve programlarına entegre etmek ve çevresel kaynakların kaybını tersine çevirmek Hedef 7.B: Biyoçeşitlilik kaybını azaltmak, 2010 yılına kadar kayıp oranında önemli bir azalma sağlamak	7.1 Ormanla kaplı arazi alanı oranı
	7.2 CO2 emisyonları, toplam, kişi başına ve 1 \$ GSYİH başına
	7.3 Ozon tabakasına zarar veren maddelerin tüketimi
	7.4 Güvenli biyolojik sınırlar içinde balık stoklarının oranı
	7.5 Kullanılan toplam su kaynaklarının oranı
	7.6 Korunan kara ve deniz alanlarının oranı
	7.7 Nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan türlerin oranı
	7.8 İyileştirilmiş bir içme suyu kaynağı kullanan nüfusun oranı
	7.9 İyileştirilmiş bir sanitasyon tesisi kullanan nüfusun oranı
	7.10 Gecekondularda yaşayan kentsel nüfusun oranı
Amaç 8: Kalkınma için küresel bir ortaklık geliştirmek	
Hedef 8.A: Açık, kurala dayalı, öngörülebilir, ayırım gözetmeyen bir ticaret ve finansal sistem geliştirmek Hem ulusal hem de uluslararası düzeyde iyi yönetim, kalkınma ve yoksulluğun azaltılması taahhüdü içerir	8.1 Net RKY, toplam ve en az gelişmiş ülkelere, OECD/DAC bağışçılarının gayri safi milli gelirinin yüzdesi olarak
	8.2 OECD/DAC bağışçılarının toplam ikili, sektöre tahsisli RKY'sinin temel sosyal hizmetlere (temel eğitim, birinci basamak sağlık hizmetleri, beslenme, temiz su ve sanitasyon) oranı
	8.3 OECD/DAC bağışçılarının ikili resmi kalkınma yardımının oranı
	8.4 Karayla çevrili gelişmekte olan ülkelerde alınan RKY gayri safi milli gelirlerine oranı
	8.5 Gelişmekte olan küçük ada devletlerinde alınan RKY gayri safi milli gelirlerine oranı
	8.6 Gelişmekte olan ülkeler ve en az gelişmiş ülkelere yapılan toplam gelişmiş ülke ithalatının (değer bazında ve silahlar hariç) oranı,
	8.7 Gelişmiş ülkelerin tarım ürünlerine ve gelişmekte olan ülkelere gelen tekstil ve giyim ürünlerine uyguladığı ortalama tarifeler
	8.8 OECD ülkeleri için gayri safi yurtiçi hasıllarının tarımsal destek tahmini yüzde olarak
	8.9 Ticaret kapasitesinin oluşturulmasına yardımcı olmak için sağlanan RKY oranı Borç sürdürülebilirliği
	8.10 HIPC karar noktalarına ulaşan toplam ülke sayısı ve HIPC tamamlama noktalarına ulaşan ülke sayısı
Hedef 8.B: En az gelişmiş ülkelerin özel ihtiyaçlarını ele almak Kapsananlar: en az gelişmiş ülkelerin ihracatına tarife ve kotasız erişim; ağır borçlu yoksul ülkeler (HIPC) için geliştirilmiş borç hafifletme programı ve resmi ikili borcun iptali ve yoksulluğu azaltmayı taahhüt eden ülkeler için daha cömert ODA (Official Development Assistance-Resmi Kalkınma Yardımı)	8.11 HIPC ve MDRI Girişimleri kapsamında taahhüt edilen borç tahliyesi
Hedef 8.C: Karayla çevrili gelişmekte olan ülkelerin ve gelişmekte olan küçük ada Devletlerinin özel ihtiyaçlarını ele almak (Gelişmekte Olan Küçük Ada Devletlerinin Sürdürülebilir Kalkınması için Eylem Programı ve Genel Kurul'un yirmi ikinci özel oturumunun sonucu aracılığıyla)	
Hedef 8.D: Borçları uzun vadede sürdürülebilir kılmak için ulusal ve uluslararası önlemlerle gelişmekte olan ülkelerin borç sorunlarının kapsamlı bir şekilde ele alınması	

EK 1 Devamı	
	8.12 Mal ve hizmet ihracatının borç servisi yüzdesi olarak
Hedef 8.E: İlaç şirketleriyle iş birliği içinde, gelişmekte olan ülkelerde uygun fiyatlı temel ilaçlara erişim sağlamak	8.13 Sürdürülebilir bir temelde uygun fiyatlı temel ilaçlara erişimi olan nüfusun oranı
Hedef 8.F: Özel sektörle iş birliği içinde, başta bilgi ve iletişim olmak üzere yeni teknolojilerin faydalarını sağlamak	8.14 100 kişi başına sabit telefon aboneliği
	8.15 100 kişi başına mobil hücresel abonelikler
	8.16 100 kişi başına internet kullanıcısı

EK 2 Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri Ön Seti

Grup	Tema	Göstergeler
Kaynak Göstergeleri: Varlıkları Sürdürmek	Ekonomik Varlıklar	
	Üretilmiş Değerler	Net Sermaye Stoku Hacmi
	Ar-Ge Değerleri	Çok Faktörlü Üretkenlik Artış Hızı
	Mali Değerler	Net Yabancı Varlıklar Cari İşlemler Dengesi
	Beşerî Sermaye	
	Beşerî Sermaye Stoku	Orta ve Yüksek Öğretim Görmüş Nüfus Oranı
	Beşerî Sermaye Yatırımı	Eğitim Harcamaları
	Beşerî Sermayedeki Azalma	İşsizlik Oranı
	Çevresel Varlıklar	
	Hava Kalitesi	Sera Gazı Emisyonu İndeksi CO2 Emisyonları NOx Emisyonları SOx Emisyonları
	Su Kaynakları	Su Kullanım Yoğunluğu
	Enerji Kaynakları	Enerji Tüketimi
	Biyolojik Çeşitlilik	Koruma Altındaki Alanın Toplam Ülke Yüzölçümüne Oranı
Sonuç Göstergeleri: Şimdiki İhtiyaçları Sağlamak	Tüketim	Hane Halkı Nihai Tüketim Harcaması Belediye Atığı Oluşturma Yoğunluğu
	Gelir Dağılımı	Gini Katsayısı
	Sağlık	Doğumdaki Yaşam Ümidi Kentsel Hava Kalitesi
	İstihdam	İstihdamın Nüfusa Oranı
	Eğitim	Eğitime Katılma Oranı

EK 3 TÜİK Yaşam Endeksi Genel Endeks Değerleri ve İl Sıralamaları, 2015

İller	Sıra	Genel Endeks	İller	Sıra	Genel Endeks
Isparta	1	0,6745	Kayseri	42	0,5504
Sakarya	2	0,6737	Burdur	43	0,5464
Bolu	3	0,6553	Antalya	44	0,5458
Kütahya	4	0,6520	Muğla	45	0,5446
İstanbul	5	0,6494	Aydın	46	0,5430
Uşak	6	0,6485	Bayburt	47	0,5391
Balıkesir	7	0,6316	Kahramanmaraş	48	0,5328
Artvin	8	0,6315	Düzce	49	0,5306
Kırıkkale	9	0,6313	Gümüşhane	50	0,5306
Afyonkarahisar	10	0,6275	Niğde	51	0,5298
Sinop	11	0,6270	Erzurum	52	0,5284
Karabük	12	0,6262	Malatya	53	0,5188
Bilecik	13	0,6256	Aksaray	54	0,5135
Rize	14	0,6252	Ordu	55	0,5086
Eskişehir	15	0,6218	Çorum	56	0,5002
Yalova	16	0,6213	Yozgat	57	0,4910
Ankara	17	0,6190	Elâzığ	58	0,4830
Konya	18	0,6163	Mersin	59	0,4772
Bursa	19	0,6041	Gaziantep	60	0,4716
Trabzon	20	0,6007	Adana	61	0,4678
İzmir	21	0,5996	Tunceli	62	0,4464
Çankırı	22	0,5982	Bingöl	63	0,4416
Kocaeli	23	0,5931	Hatay	64	0,4402
Çanakkale	24	0,5923	Siirt	65	0,4240
Karaman	25	0,5896	Osmaniye	66	0,4127
Denizli	26	0,5893	Kilis	67	0,3954
Amasya	27	0,5888	Bitlis	68	0,3952
Kırşehir	28	0,5863	Adıyaman	69	0,3796
Giresun	29	0,5848	Kars	70	0,3792
Tekirdağ	30	0,5806	Van	71	0,3662
Manisa	31	0,5802	Iğdır	72	0,3621
Kırklareli	32	0,5780	Şanlıurfa	73	0,3540
Samsun	33	0,5746	Ardahan	74	0,3527
Erzincan	34	0,5723	Diyarbakır	75	0,3489
Edirne	35	0,5679	Hakkâri	76	0,3325
Kastamonu	36	0,5673	Batman	77	0,3222
Nevşehir	37	0,5640	Şırnak	78	0,3205
Bartın	38	0,5636	Ağrı	79	0,2975
Tokat	39	0,5619	Mardin	80	0,2936
Sivas	40	0,5592	Muş	81	0,2765
Zonguldak	41	0,5533			

EK 4 Sıralamalar Tablosu

TOPSIS		CoCoSo		TÜİK	
Sıra	İller	Sıra	İller	Sıra	İller
1	İstanbul	1	Isparta	1	Isparta
2	Ankara	2	Uşak	2	Sakarya
3	Muğla	3	İstanbul	3	Bolu
4	İzmir	4	Bilecik	4	Kütahya
5	Antalya	5	Kütahya	5	İstanbul
6	Yalova	6	Karabük	6	Uşak
7	Uşak	7	Yalova	7	Balıkesir
8	Zonguldak	8	Ankara	8	Artvin
9	Kırklareli	9	Sakarya	9	Kırıkkale
10	Denizli	10	Bolu	10	Afyonkarahisar
11	Eskişehir	11	Eskişehir	11	Sinop
12	Balıkesir	12	Balıkesir	12	Karabük
13	Tunceli	13	Artvin	13	Bilecik
14	Bartın	14	Denizli	14	Rize
15	Aydın	15	Kocaeli	15	Eskişehir
16	Karabük	16	Rize	16	Yalova
17	Kocaeli	17	Tekirdağ	17	Ankara
18	Isparta	18	İzmir	18	Konya
19	Sinop	19	Konya	19	Bursa
20	Bolu	20	Kırklareli	20	Trabzon
21	Trabzon	21	Bursa	21	İzmir
22	Çanakkale	22	Zonguldak	22	Çankırı
23	Kastamonu	23	Kastamonu	23	Kocaeli
24	Bursa	24	Trabzon	24	Çanakkale
25	Tekirdağ	25	Kırıkkale	25	Karaman
26	Artvin	26	Sinop	26	Denizli
27	Nevşehir	27	Afyonkarahisar	27	Amasya
28	Edirne	28	Çanakkale	28	Kırşehir
29	Rize	29	Çankırı	29	Giresun
30	Kütahya	30	Aydın	30	Tekirdağ
31	Bilecik	31	Antalya	31	Manisa
32	Kırşehir	32	Muğla	32	Kırklareli
33	Burdur	33	Karaman	33	Samsun
34	Adana	34	Manisa	34	Erzincan
35	Karaman	35	Samsun	35	Edirne
36	Sakarya	36	Bartın	36	Kastamonu
37	Giresun	37	Erzincan	37	Nevşehir
38	Manisa	38	Kırşehir	38	Bartın
39	Çankırı	39	Giresun	39	Tokat
40	Amasya	40	Amasya	40	Sivas
41	Sivas	41	Nevşehir	41	Zonguldak
42	Konya	42	Tokat	42	Kayseri

EK 4 Devamı					
TOPSIS		CoCoSo		TÜİK	
Sıra	İller	Sıra	İller	Sıra	İller
43	Samsun	43	Edirne	43	Burdur
44	Erzincan	44	Burdur	44	Antalya
45	Çorum	45	Kayseri	45	Muğla
46	Afyonkarahisar	46	Sivas	46	Aydın
47	Aksaray	47	Gümüşhane	47	Bayburt
48	Kırıkkale	48	Malatya	48	Kahramanmaraş
49	Mersin	49	Erzurum	49	Düzce
50	Düzce	50	Ordu	50	Gümüşhane
51	Kayseri	51	Aksaray	51	Niğde
52	Ordu	52	Düzce	52	Erzurum
53	Tokat	53	Kahramanmaraş	53	Malatya
54	Gümüşhane	54	Çorum	54	Aksaray
55	Hatay	55	Mersin	55	Ordu
56	Elazığ	56	Elazığ	56	Çorum
57	Yozgat	57	Adana	57	Yozgat
58	Malatya	58	Bayburt	58	Elâzığ
59	Bayburt	59	Niğde	59	Mersin
60	Niğde	60	Yozgat	60	Gaziantep
61	Erzurum	61	Gaziantep	61	Adana
62	Bingöl	62	Hatay	62	Tunceli
63	Ardahan	63	Tunceli	63	Bingöl
64	Gaziantep	64	Osmaniye	64	Hatay
65	Kahramanmaraş	65	Bingöl	65	Siirt
66	Kilis	66	Bitlis	66	Osmaniye
67	Kars	67	Van	67	Kilis
68	Osmaniye	68	Kars	68	Bitlis
69	Van	69	Siirt	69	Adıyaman
70	Ağrı	70	Diyarbakır	70	Kars
71	Bitlis	71	Kilis	71	Van
72	Şırnak	72	Şanlıurfa	72	Iğdır
73	Iğdır	73	Iğdır	73	Şanlıurfa
74	Adıyaman	74	Adıyaman	74	Ardahan
75	Siirt	75	Mardin	75	Diyarbakır
76	Şanlıurfa	76	Ardahan	76	Hakkâri
77	Diyarbakır	77	Şırnak	77	Batman
78	Mardin	78	Muş	78	Şırnak
79	Hakkâri	79	Batman	79	Ağrı
80	Muş	80	Ağrı	80	Mardin
81	Batman	81	Hakkâri	81	Muş

EK 5 Duyarlılık Analizi Değerleri

Önerilen Model			Senaryo 1 (S1)			Senaryo 2 (S2)		
Sıra	İl	Değer	Sıra	İl	Değer	Sıra	İl	Değer
1	Isparta	1,975	1	Karabük	1,975	1	Uşak	1,969
2	Uşak	1,968	2	Bilecik	1,973	2	Karabük	1,968
3	İstanbul	1,960	3	Uşak	1,958	3	Bilecik	1,968
4	Bilecik	1,960	4	Kütahya	1,940	4	Isparta	1,958
5	Kütahya	1,959	5	Yalova	1,938	5	Kütahya	1,955
6	Karabük	1,956	6	Sakarya	1,937	6	Sakarya	1,951
7	Yalova	1,955	7	Isparta	1,937	7	Yalova	1,949
8	Ankara	1,948	8	Denizli	1,927	8	Eskişehir	1,930
9	Sakarya	1,945	9	Kastamonu	1,927	9	Bolu	1,928
10	Bolu	1,942	10	Artvin	1,924	10	Balıkesir	1,928
11	Eskişehir	1,936	11	Rize	1,919	11	İstanbul	1,927
12	Balıkesir	1,924	12	Eskişehir	1,918	12	Artvin	1,924
13	Artvin	1,923	13	Balıkesir	1,916	13	Denizli	1,923
14	Denizli	1,923	14	Kocaeli	1,916	14	Rize	1,916
15	Kocaeli	1,923	15	Tekirdağ	1,913	15	Kastamonu	1,915
16	Rize	1,917	16	Bolu	1,909	16	Kocaeli	1,915
17	Tekirdağ	1,915	17	Kırklareli	1,908	17	Tekirdağ	1,910
18	İzmir	1,911	18	İstanbul	1,907	18	Ankara	1,905
19	Konya	1,901	19	Zonguldak	1,904	19	Kırklareli	1,901
20	Kırklareli	1,901	20	Konya	1,891	20	Konya	1,899
21	Bursa	1,898	21	Ankara	1,883	21	Zonguldak	1,888
22	Zonguldak	1,896	22	Aydın	1,875	22	Sinop	1,886
23	Kastamonu	1,893	23	Manisa	1,873	23	Kırıkkale	1,886
24	Trabzon	1,890	24	Sinop	1,871	24	İzmir	1,885
25	Kırıkkale	1,888	25	Bursa	1,869	25	Bursa	1,882
26	Sinop	1,882	26	Muğla	1,869	26	Trabzon	1,874
27	Afyonkarahisar	1,875	27	İzmir	1,867	27	Çanakkale	1,873
28	Çanakkale	1,875	28	Kırıkkale	1,866	28	Afyonkarahisar	1,871
29	Çankırı	1,861	29	Çanakkale	1,864	29	Manisa	1,867
30	Aydın	1,861	30	Trabzon	1,859	30	Aydın	1,866
31	Antalya	1,859	31	Antalya	1,854	31	Muğla	1,858
32	Muğla	1,858	32	Afyonkarahisar	1,852	32	Çankırı	1,856
33	Karaman	1,852	33	Amasya	1,841	33	Antalya	1,848
34	Manisa	1,852	34	Karaman	1,841	34	Karaman	1,844
35	Samsun	1,850	35	Çankırı	1,839	35	Amasya	1,843
36	Bartın	1,844	36	Samsun	1,833	36	Samsun	1,842
37	Erzincan	1,840	37	Bartın	1,831	37	Bartın	1,833
38	Kırşehir	1,839	38	Burdur	1,826	38	Erzincan	1,828
39	Giresun	1,838	39	Tokat	1,826	39	Tokat	1,828
40	Amasya	1,836	40	Erzincan	1,818	40	Giresun	1,827
41	Nevşehir	1,830	41	Kırşehir	1,812	41	Kırşehir	1,826
42	Tokat	1,824	42	Giresun	1,811	42	Burdur	1,820

EK 5 Devamı								
Önerilen Model			Senaryo 1 (S1)			Senaryo 2 (S2)		
Sıra	İl	Değer	Sıra	İl	Değer	Sıra	İl	Değer
43	Edirne	1,820	43	Sivas	1,804	43	Nevşehir	1,811
44	Burdur	1,820	44	Nevşehir	1,794	44	Sivas	1,807
45	Kayseri	1,812	45	Edirne	1,783	45	Edirne	1,797
46	Sivas	1,810	46	Kayseri	1,780	46	Kayseri	1,792
47	Gümüşhane	1,775	47	Malatya	1,778	47	Malatya	1,776
48	Malatya	1,772	48	Ordu	1,768	48	Erzurum	1,768
49	Erzurum	1,762	49	Erzurum	1,764	49	Ordu	1,764
50	Ordu	1,761	50	Gümüşhane	1,760	50	Gümüşhane	1,763
51	Aksaray	1,748	51	Çorum	1,754	51	Çorum	1,746
52	Düzce	1,743	52	Kahramanmaraş	1,734	52	Kahramanmaraş	1,746
53	Kahramanmaraş	1,733	53	Mersin	1,728	53	Aksaray	1,732
54	Çorum	1,729	54	Adana	1,725	54	Mersin	1,728
55	Mersin	1,717	55	Aksaray	1,718	55	Adana	1,722
56	Elazığ	1,716	56	Gaziantep	1,705	56	Düzce	1,719
57	Adana	1,711	57	Elazığ	1,703	57	Elazığ	1,706
58	Bayburt	1,710	58	Yozgat	1,698	58	Gaziantep	1,706
59	Niğde	1,703	59	Hatay	1,694	59	Niğde	1,697
60	Yozgat	1,689	60	Düzce	1,694	60	Yozgat	1,694
61	Gaziantep	1,686	61	Niğde	1,688	61	Hatay	1,691
62	Hatay	1,684	62	Tunceli	1,682	62	Bayburt	1,689
63	Tunceli	1,661	63	Bayburt	1,665	63	Tunceli	1,663
64	Osmaniye	1,622	64	Osmaniye	1,639	64	Osmaniye	1,633
65	Bingöl	1,608	65	Bingöl	1,624	65	Bingöl	1,622
66	Bitlis	1,536	66	Van	1,573	66	Van	1,565
67	Van	1,532	67	Bitlis	1,547	67	Bitlis	1,549
68	Kars	1,531	68	Kars	1,544	68	Kars	1,532
69	Siirt	1,497	69	Diyarbakır	1,493	69	Diyarbakır	1,497
70	Diyarbakır	1,488	70	Kilis	1,476	70	Siirt	1,485
71	Kilis	1,460	71	Şanlıurfa	1,462	71	Kilis	1,478
72	Şanlıurfa	1,431	72	Siirt	1,451	72	Şanlıurfa	1,461
73	Iğdır	1,429	73	Mardin	1,434	73	Mardin	1,430
74	Adıyaman	1,412	74	Adıyaman	1,406	74	Adıyaman	1,420
75	Mardin	1,401	75	Iğdır	1,395	75	Iğdır	1,407
76	Ardahan	1,352	76	Şırnak	1,391	76	Şırnak	1,391
77	Şırnak	1,350	77	Ardahan	1,390	77	Ardahan	1,375
78	Muş	1,343	78	Ağrı	1,358	78	Ağrı	1,346
79	Batman	1,340	79	Muş	1,343	79	Muş	1,343
80	Ağrı	1,321	80	Batman	1,322	80	Batman	1,339
81	Hakkari	1,243	81	Hakkari	1,244	81	Hakkari	1,253

ÖZ GEÇMİŞ

Damla KARA, Samsun Çarşamba Fen Lisesi'ni bitirdikten sonra Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden 2018 yılında mezun oldu. 2020 yılında OMÜ LEE Akıllı Sistemler Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans programına girdi. Temel ilgi alanları, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık Mantık, Bulanık Mantık Entegreli Yaklaşımlar, Sistem Analizi, Veri Bilimi.

İletişim Bilgileri:

ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0002-5846-7426>

Yayınlar:

1. Kara, D. ve Çalış Boyacı, A. 2023. Küresel Bulanık Karar Verme Yaklaşımı ile İllerin Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi. 11. Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi. İstanbul/Türkiye.