



NİCEL KARAR VERME UYGULAMALARI

Editörler

Gökhan ÖZKAYA
Hüseyin ELÇİÇEK



LIVRE DE LYON

2024

Sosyal Bilimler

NİCEL KARAR VERME UYGULAMALARI

Editörler

Gökhan ÖZKAYA & Hüseyin ELÇİÇEK



LIVRE DE LYON

Lyon 2024

NİCEL KARAR VERME UYGULAMALARI

Editörler

Gökhan ÖZKAYA & Hüseyin ELÇİÇEK



LIVRE DE LYON

Lyon 2024

Nicel Karar Verme Uygulamaları

Editors • Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ELÇİÇEK • Orcid: 0000-0003-1064-6668
Asst. Prof. Dr. Gökhan ÖZKAYA • Orcid: 0000-0002-2267-6568

Cover Design • Motion Graphics

Book Layout • Motion Graphics

First Published • September 2024, Lyon

e-ISBN: 978-2-38236-704-9

DOI: 10.5281/zenodo.13683087

copyright © 2024 by Livre de Lyon

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without prior written permission from the Publisher.

Publisher • Livre de Lyon

Address • 37 rue marietton, 69009, Lyon France

website • <http://www.livredelyon.com>

e-mail • livredelyon@gmail.com



LIVRE DE LYON

ÖNSÖZ

Nicel karar verme yöntemleri, fenomenleri anlamak için sayısal ölçümler ve istatistiksel analizler kullanmayı vurgulayan bir araştırma yaklaşımıdır. Bu yöntemler, nicelleştirilebilen verilerin toplanmasını ve hipotezleri test etmek veya değişkenler arasındaki ilişkileri keşfetmek için çeşitli istatistiksel tekniklere tabi tutulmasını içerir. Araştırmacıların popülasyonlar arasında genelleştirilebilen nesnel sonuçlar üretmeyi amaçladığı mühendislik, ekonomi, psikoloji ve sosyal bilimlerde yaygın olarak kullanılır. Süreç genellikle deneyler veya anketler tasarlamayı, ölçülebilir veriler toplamayı ve bu verileri matematiksel modeller kullanarak analiz ederek sonuçlar çıkarmayı veya tahminlerde bulunmayı içerir. Nicel yöntemler, hassasiyetleri ve büyük miktarda veriyi işleme yetenekleri nedeniyle değerlidir ve bu da onları bilinçli kararlar almak ve teorileri doğrulamak için çok önemli hale getirir

Elinizdeki bu kitap, ekonomi, mühendislik, yönetim ve sosyal politikalar gibi farklı alanlardan özgün akademik çalışmalarını bir araya getirerek oluşturulmuştur. Araştırmacıların güncel çalışmalarının akademik dünyaya duyurulması, bilgisine sunulması ve tartışmaya açılması amacını taşıyan bu eserin okuyucuya katkı sunması dileği ile...

Doç. Dr. Hüseyin ELÇİÇEK
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ÖZKAYA

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
BÖLÜM I: NET-SIFIR KARBON EMİSYONU ÇERÇEVESİNDE ALTERNATİF HİDROJEN TAŞIYICILARIN NÖTROSOFİK AHP TABANLI TOPSIS YAKLAŞIMI İLE KARŞILAŞTIRILMASI.....	1
<i>Furkan AKBAŞ & Ali YILDIZ & Gökhan ÖZKAYA & Hüseyin ELÇİÇEK</i>	
BÖLÜM II: SURİYE’DE KADINLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMASI VE EKONOMİK GÜÇLENMESİNİ DESTEKLEYEN PROJELERİN ANALİTİK AĞ SÜRECİ YÖNTEMİ İLE TASARLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ	43
<i>Hasan HARAC & Gökhan ÖZKAYA</i>	
BÖLÜM III: ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YAKLAŞIMI İLE YÜKSEK LİSANS DERECESESİ İÇİN ÜNİVERSİTE SEÇİMİ	81
<i>Beyza İNCE & Ceren ERDİN</i>	
BÖLÜM IV: VERİ ANALİZİ SÜREÇLERİNİN YÜRÜTÜLMESİNDE VERİ MADENCİLİĞİNİN ROLÜ- R UYGULAMALI ÖRNEKLER.....	99
<i>Recep ÖZSÜRÜNÇ</i>	

BÖLÜM I

NET-SIFIR KARBON EMİSYONU ÇERÇEVESİNDE ALTERNATİF HİDROJEN TAŞIYICILARIN NÖTROSOFİK AHP TABANLI TOPSIS YAKLAŞIMI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARATIVE ANALYSIS OF HYDROGEN CARRIERS USING NEUTROSOPHIC AHP-TOPSIS FOR ACHIEVING NET-ZERO CARBON EMISSIONS

Furkan AKBAŞ¹ & Ali YILDIZ¹ &
Gökhan ÖZKAYA² & Hüseyin ELÇİÇEK¹

¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve
Gemi Makineleri Mühendisliği, Türkiye

² Yıldız Teknik Üniversitesi, İktisadi ve
İdari Bilimler Fak., İşletme Bölümü, Türkiye

1. GİRİŞ

Dünya genelinde yapılan uluslararası taşımacılığın %80'inden fazlası deniz yoluyla gerçekleştirilmektedir ve bu oran, gelişmekte olan ülkelerde daha da yüksek seviyelere ulaşmaktadır. Bundan dolayı denizcilik sektörü, uluslararası ticaretin ve küresel ekonominin belkemiğini oluşturmaktadır ("Review of Maritime Transport 2023 | UNCTAD", t.y.). Bu durum, denizcilik sektörünü, ticaretin sürdürülebilirliği açısından kritik bir konuma getirmektedir. Ancak, mevcut gemi filosunun %95'i fosil yakıtlarla çalışmakta ve bu durum ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır (Sinigaglia, Eduardo Santos Martins, & Cezar Mairesse Siluk, 2022). Fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere yayılan sera gazları, küresel iklim değişikliğine sebep olan ana faktörlerden biridir. İklim değişikliği, sadece çevresel dengeyi bozmakla kalmayıp, aynı zamanda deniz seviyesinin yükselmesi, hava ve deniz sıcaklıklarının artması gibi denizcilik faaliyetlerini doğrudan etkileyen ciddi sorunlara yol açacaktır. Bu bağlamda, gemi kaynaklı emisyonları

azaltmak ve sürdürülebilir bir gelecek sağlamak amacıyla alternatif yakıtlara yönelmek zorundadır. Alternatif yakıtlar, sadece sera gazı emisyonlarını azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda enerji güvenliğini artırarak fosil yakıt bağımlılığını da azaltabilir. Bu değişim, sektörün uzun vadeli ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği için kritik öneme sahiptir.

Fosil yakıtların kullanımı sonucunda ortaya çıkan sera gazı salımlarının, kontrolü, azaltılması veya önlenmesine yönelik yürütülen uluslararası çabalar Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması ile ortaya konulmuştur. Paris İklim Antlaşması denizcilik sektörünün alternatif yakıtlara yönelmesini teşvik etmektedir. Antlaşma iklim krizinin önüne geçmek için küresel yüzey sıcaklığındaki artışı 2 derece ile sınırlandırmak, mümkünse 1,5 derecenin altında tutmayı amaçlamaktadır. Antlaşma, her katılımcı ülkenin kendi emisyon azaltım hedeflerini belirlediği ve bu hedeflere ulaşmak için stratejilerini özetlediği ulusal olarak belirlenmiş katkılar kavramıyla uluslararası bir çerçeve sunmaktadır. Örneğin Türkiye eğer hiç önlem alınmazsa emisyonlarının 2030’da 1 milyar 175 tona çıkacağını, verilen beyanla bu miktarın 929 milyon tonda tutulacağını söylemiştir. Bu beyanını da “artıştan %21 oranında azaltım” olarak tanıtmaktadır (“10 Soruda Türkiye ve Paris İklim Anlaşması”, t.y.).

Gemilerden kaynaklanan emisyonları azaltmak amacıyla, Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), 2018 yılında gemi kaynaklı sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik bir başlangıç stratejisi benimsemiştir. Bu strateji, IMO’nun uluslararası denizcilik faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltma ve aşamalı olarak kaldırma konusundaki kararlılığını doğrulayan bir vizyon ortaya koymuştur (“Türk Armatörler Birliği”, t.y.). Bu strateji çerçevesinde, denizcilik sektöründe çeşitli önlemler ve uygulamalar hayata geçirilmiştir. Enerji Verimliliği Dizayn İndeksi (EEDI) ile yeni gemilerde karbon dioksit (CO₂) salınımının kontrol altına alınması hedeflenmiştir. EEDI, gemilerin enerji verimliliğini artırarak CO₂ emisyonlarını azaltmayı amaçlayan zorunlu bir düzenlemedir. Aynı zamanda, Gemi Enerji Verimliliği Yönetim Planı (SEEMP) ile tüm gemilerde operasyonel verimliliğin sağlanması amaçlanmıştır. SEEMP, gemi sahiplerinin ve işletmecilerinin gemi operasyonlarını daha verimli hale getirmek için alacakları önlemleri ve izleyecekleri yöntemleri belirlemektedir. Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi (MARPOL) Ek-VI kapsamında, gemilerden kaynaklı azot oksitler (NO_x), kükürt oksitler (SO_x) ve partikül madde (PM) emisyonlarının sınırlandırılması planlanmıştır. MARPOL Ek-VI’nın Kural 13

ve Kural 14'ü, gemilerin dizel makine kapasitesine ve inşa yılına bağlı olarak NO_x emisyon kriterlerini belirlemektedir. Bu düzenleme ile, gemi yakıtlarının çevresel etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır. MARPOL Ek-VI kapsamında ayrıca, Baltık Denizi, Kuzey Denizi, Birleşmiş Devletler Karayip Denizi ve Kuzey Amerika alanlarını kapsayan bölgelerin belirli kısımları Emisyon Kontrol Alanı (ECA) olarak tanımlanmıştır. Bu alanlarda faaliyet gösteren gemilerin, 2015 yılı itibariyle sülfür oranı %0,1'i geçemeyen deniz yakıtı kullanması gerekmektedir. Bu düzenleme, belirlenen bölgelerde hava kalitesinin iyileştirilmesini hedeflemektedir (Yiğit, 2018).

IMO denizcilik sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik önemli hedefler belirlemiştir. IMO, bu hedefler doğrultusunda, 2030 yılına kadar denizcilikten kaynaklanan sera gazı emisyonlarını 2008 seviyelerine kıyasla en az %30 oranında azaltmayı planlamaktadır. 2040 yılına kadar ise IMO, 2008 seviyelerine kıyasla sera gazı emisyonlarını en az %70 ile 80 oranında azaltmayı ve 2050 yılında denizcilikten kaynaklanan sera gazı emisyonlarını net sıfıra indirmeyi hedeflemektedir (Transport and Environment, 2024). Bu hedef, denizcilik sektörünün iklim değişikliği ile mücadeledeki rolünü pekiştirmekte ve küresel ölçekte çevresel sürdürülebilirliği sağlamayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda hem çevresel hem de ekonomik açıdan büyük bir dönüşümü gerektirmekte ve denizcilik sektöründe daha yeşil ve sürdürülebilir uygulamaların yaygınlaştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu hedefler denizcilik endüstrisinin, karbon yoğunluğunu azaltarak sürdürülebilir bir gelecek için çözümler üretmesine olanak sağlamaktadır. IMO, bu hedeflere ulaşmak için çeşitli regülasyonlar geliştirmektedir. Bu regülasyonlar, denizcilik sektörünün alternatif yakıt teknolojilerine geçişini teşvik etmeyi ve hızlandırmayı amaçlamaktadır. Bu çerçevede, temiz ve karbonsuz enerji kaynaklarına yönelme ve mevcut teknolojilerin yenilenmesi gibi adımların atılması gerekmektedir.

Paris Antlaşması'nın imzalanması ve uygulanması, alternatif enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmek ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için önemli bir adımdır. Denizcilik sektörü de bu çabaların bir parçası olarak, IMO'nun belirlediği 2030 ve 2050 hedeflerine ulaşmak için alternatif yakıt teknolojilerine yönelmektedir. Alternatif enerji kaynaklarının kullanımı, sadece denizcilik sektörünün değil, aynı zamanda tüm endüstrilerin karşılaştığı bir zorunluluktur. Bu kaynakların daha yaygın ve etkin bir şekilde kullanılması, küresel iklim değişikliğiyle mücadelede daha sürdürülebilir ve

çevre dostu bir gelecek için önemli bir adımdır. Paris Antlaşması gibi uluslararası sözleşmeler, alternatif enerji kullanımının teşvik edilmesi ve bu alandaki yenilikçi çözümlerin desteklenmesi açısından büyük bir rol oynamaktadır.

1.1 Alternatif Yakıtlar

Tüm alternatif yakıtlar arasında hidrojen taşıyıcıları, büyük miktarlarda yenilenebilir enerjiyi uygun şekilde depolayabildiği için denizcilik sektörü açısından en ilgi çeken yöntemdir. Hidrojen, benzinden (44 MJ/kg) yaklaşık üç kat daha yüksek bir enerji yoğunluğuna sahiptir (120 MJ/kg) (Satyapal, Petrovic, Read, Thomas, & Ordaz, 2007). Hidrojen kaynaklı yakıtlar, çevre dostu özellikleri ve karbonsuz yanma potansiyeli ile dikkat çekmektedir. Ancak, hidrojen doğada serbest halde bulunmadığı için, genellikle su (H₂O) moleküllerine veya çeşitli hidrokarbonlara bağlı olarak bulunur (Crabtree, Dresselhaus, & Buchanan, 2004; Schlapbach & Züttel, 2001). Günümüzde yaygın olarak kullanılan hidrojen üretim yöntemleri arasında buhar metan reformasyonu (%48), petrol rafinasyonu (%30), kömürden elde edilen gazların reformasyonu (%18) ve su elektrolizi (%4) bulunmaktadır (Aakko-Saksa, Cook, Kiviaho, & Repo, 2018; *Technology Roadmap Hydrogen and Fuel Cells*, t.y.). Son yıllarda, karbonsuz enerji döngüsünün sağlanabilmesi için hidrojenin yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi gerekliliği önem kazanmıştır. Hidrojen, gaz formunda olup (0,08988 g/L yoğunluk ve 2,22 kWh/L enerji yoğunluğu), ortam koşullarında düşük kütle ve enerji içeriği nedeniyle depolama ve taşıma açısından zorluklar barındırmaktadır. Bu zorluklara rağmen, son on yılda hidrojenin işlenmesi için önemli teknolojik ilerlemeler kaydedilmiştir (Khalilpour, Pace, & Karimi, 2020). Bu çalışmada, hidrojen taşıyıcısı olarak kullanılacak alternatiflerinden bazıları incelenerek, hidrojenin güvenli ve etkin kullanımı için yeni yöntem ve teknolojilerin geliştirilmesine yönelik araştırmaların yapılmasına katkı sağlayacaktır.

1.1.1 Amonyak

Amonyak, yılda 200 milyon tondan fazla kapasite ile dünyada en çok üretilen ikinci kimyasal madde olarak öne çıkmaktadır (Giddey, Badwal, Munnings, & Dolan, 2017). Yüksek hidrojen içeriğine sahip olan amonyak (ağırlıkça %17,6) hidrojen ayırma işlemine göre daha verimli bir şekilde alternatif birincil yakıt olarak kullanılabilir (Profio, 2009). Ortam

koşullarında gaz formunda olan amonyak 25 °C’de 10 bar’a sıkıştırılarak veya 1 bar’da -33 °C’ye soğutularak sıvı hale getirilebilmektedir. Sıvılaştırılmış amonyağın enerji yoğunluğu 3,77 kWh/L’dir (Giddey vd., 2017). Amonyak, yanıcı bir gaz olmasına rağmen dar yanıcılık aralığı ve uçuculuğu sayesinde nispeten güvenli kabul edilmektedir (Zamfirescu & Dincer, 2008). Hayvanlar ve bitkiler için yüksek toksisitesi ve son derece yüksek buhar basıncı, elleçleme sürecinde önemli güvenlik sorunlarına yol açabilmektedir. Ayrıca, çinko alaşımları, bakır ve pirinç gibi birçok malzeme için aşındırıcı özellik göstermektedir (Hagen, Langnickel, & Sun, 2019). Geniş arzı nedeniyle yerleşik bir amonyak altyapısı olmasına rağmen (Schüth, Palkovits, Schlögl, & Su, 2012), mevcut altyapının büyük ölçekli bir amonyak sistemi için uygun olup olmadığı hala tartışma konusudur. Bu durum, amonyağın geniş çaplı kullanımı ve taşınması konusunda yeni teknolojilerin ve güvenlik önlemlerinin geliştirilmesini gerektirebilir.

1.1.2 Amonyak Çözeltisi

Amonyagın yüksek toksisitesi ve buhar basıncı, doğrudan kullanımını sınırlandırmakta ve bu nedenle amonyağın suda çözülmesi önerilmektedir. Amonyagın sudaki çözünürlüğü, 15°C sıcaklık değerlerinde %35’e kadar çıkar ve bu çözelti, sulu amonyak veya amonyum hidroksit (NH₃OH) olarak adlandırılmaktadır. Ancak, buhar basıncı sıcaklıkla birlikte artmakta ve bu durum yüksek sıcaklıklarda sorun teşkil edebilmektedir. Amonyum hidroksitin 35°C’ye kadar olan sıcaklıklarda taşınması ve depolanması için, amonyak konsantrasyonunun %25’ten az olması önerilmektedir (Appl, 2000). Sulu amonyağın (%25) hidrojen kapasitesi, ağırlıkça % 4,4’e düşerken, enerji yoğunluğu 1,42 kWh/L’dir. Bu koşullarda, toksisite ve buhar basıncı makul seviyelere inmektedir. Çözeltinin sıvı formda olması nedeniyle, sıkıştırma veya soğutma işlemlerine gerek kalmadan kolayca işlenebilir. Depolama ve nakliye işlemlerinden sonra, çözelti kaynama noktasına kadar ısıtılarak (yaklaşık 35°C), amonyak elde edilir. Bu yöntem, amonyağın güvenli bir şekilde taşınması ve depolanması için etkili bir çözüm sunmakta olup, enerji verimliliği ve kullanım kolaylığı açısından önemli avantajlar sağlamaktadır.

1.1.3 Sıvı Hidrojen

Hidrojen sıvılaştırma işlemi, hidrojen yoğunluğunu artırmak için en uygun tekniklerden biridir ve bu süreç, hidrojenin sıkıştırılmasına kıyasla daha

fazla enerji gerektirir. Hidrojeni sıvılaştırmak için gereken teorik minimum enerji, hidrojenin 20 bar basınçta sağlanması durumunda 2,3 kWh/kgLH₂'ye eşittir. Atmosferik basınçta hidrojenin sıvılaştırma sıcaklığı 20 K'dir ve hidrojeni bu sıcaklığa soğutmak, önemli miktarda enerji gerektirir. Bu soğutma süreci, hidrojeni sıvı hale getirmek için büyük miktarda enerji tüketimine neden olmaktadır (Sotoodeh & Smith, 2013). Sıvılaştırma işlemi sırasında, normal hidrojenden (%75 orto-hidrojen ve %5 para-hidrojen) %100 para-hidrojene katalitik dönüşüm sağlanması için 0,65 kWh/kgLH₂ enerji gerekmektedir ("Liquid Hydrogen", t.y.). Bu dönüşüm, depolama sırasında kaynama gazı oluşumunu sınırlamak amacıyla yapılmaktadır (Zhuzhgov, Krivoruchko, Isupova, Mart'yanov, & Parmon, 2018). Uygulamada kullanılan tekniğe, sıvılaştırılacak hidrojen miktarına ve tesisin verimliliğine bağlı olarak sıvılaştırma için 13,3 kWh/kgLH₂'ye kadar enerji gerekebilir. Bu enerji miktarı, hidrojenin alt ısı değerinin (33,3 kWh/kg) neredeyse %40'ına karşılık gelmektedir (Bracha, Lorenz, Patzelt, & Wanner, 1994). Sıvılaştırılmış hidrojen tanklarında buharlaşma kaynaklı kayıplar gerçekleşmektedir (Müller & Arlt, 2013). Sıvılaştırılmış hidrojenin enerji yoğunluğu 2,36 kWh/L'dir. Öte yandan, gaz halindeki hidrojeni 700 bara kadar sıkıştırmak için yaklaşık 3,0 kWh/saatlik bir güce ihtiyaç duyulmaktadır (Gardiner & Satyapal, 2009). Sıvılaştırma sürecindeki bu zorluklar nedeniyle, farklı hidrojen taşıyıcıları kullanarak hidrojen depolanması giderek daha fazla dikkat çekmektedir.

1.1.4 Sodyum Bor Hidrür

Sodyum borhidrür (NaBH₄) su ile reaksiyonunda kendi kendine hidrolize uğrayarak hidrojen açığa çıkartan bir metal hidrittir. Bazik çözelti içinde çözülerek kararlı sulu çözelti oluşturmaktadır. Hidroliz reaksiyonu, daha sonra çözeltinin heterojen bir katalizörle temas ettirilmesiyle başlamakta ve hidrojen salınımı kontrol edilebilir hale gelmektedir. Tamamen hidrolize olmuş 1 g NaBH₄, standart sıcaklık ve basınçta 2,37 L hidrojen üretmektedir. Hidrojenin sulu NaBH₄ çözeltileri şeklinde depolanmasının birçok avantajı bulunmaktadır. Birçok metal hidrit bazlı depolama sisteminin aksine, hidrojen salınımı ortam koşullarında gerçekleştirilebilir, bu da hidrojeni taşınabilir pratik uygulamalar için ideal bir enerji kaynağı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, bu sistemin katı hidrürlerin hidrolizine göre daha güvenli ve kontrol edilebilir olması önemli bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Sulu çözelti, reaksiyonun ekzotermik ısını emerken termal tampon görevi görerek termal kaçakları önlemekte ve bu sayede güvenliği artırmaktadır. Hidrojen salınım hızı, geliştirilen katalizörle

temas halindeki çözelti miktarının kontrol edilmesi yoluyla kolayca düzenlenebilmekte, bu da sistemi esnek kullanımına ve verimli bir hale gelmesine olanak sağlamaktadır. Bu özellikler, NaBH_4 çözeltilerinin hidrojen depolama ve salınımı için önemli bir alternatif olarak tercih edilmesini sağlar (Schlesinger vd., 1953).

Sulu NaBH_4 çözeltileriyle hidrojen depolama, bir dizi avantajla birlikte bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Öncelikle, bu çözeltiler korozif özellikler gösterebilmekte ve depolama tankları ile boru hatlarının zamanla hasar görmesine yol açabilmektedir. Ayrıca, çözeltiler zamanla hidrojen kaybına neden olabilir ve depolama süresi boyunca performansın düşmesine neden olabilmektedir. Sulu çözeltiler, hidrojenin yoğunluğunu azaltarak aynı hacimde daha az hidrojen depolanabilmesine neden olurken, kontaminasyon riski de taşımaktadırlar. Sulu NaBH_4 çözeltilerinin enerji yoğunluğu, diğer depolama yöntemlerine kıyasla genellikle daha düşüktür. Bu düşük enerji yoğunluğu, sulu NaBH_4 çözeltilerinin kullanımının daha büyük depolama hacimlerine ihtiyaç duymasına neden olmaktadır. Bu nedenle, sulu NaBH_4 çözeltilerinin uygulanabilirliği değerlendirilirken, bu dezavantajların dikkate alınması gerekmektedir (Muir & Yao, 2011).

1.1.5 Metanol

En basit alkol olan metanol (CH_3OH), genellikle kömürden veya doğal gazdan sentez gazı üretimi yoluyla elde edilmektedir (European Commission. Joint Research Centre., 2016). Bununla birlikte, hidrojeni su elektrolizi yoluyla ve CO_2 'i karbon yakalama yoluyla elde ederek metanolü fosil yakıtlar kullanılmadan da üretilebilmektedir. Eğer sağlanan enerji tamamen yenilenebilir kaynaklardan elde edilirse, bu ürün “yeşil metanol” olarak adlandırılmaktadır. Metanol, ağırlıkça %12,5 hidrojen depolayabilme kapasitesine sahiptir ve enerji yoğunluğu 4,94 kWh/L'dir. Bu özellikleri nedeniyle metanol, mükemmel bir hidrojen taşıyıcısı olarak değerlendirilmektedir (Aakko-Saksa vd., 2018). Metanol üretiminde önemli bir husus, CO_2 'nin metanole hidrojenasyon reaksiyonunda tam dönüşüm sağlanamaması durumunda istenmeyen CO yan ürününün açığa çıkmasıdır (Aakko-Saksa vd., 2018).

Hidrojenasyon verimliliğini artırmak amacıyla çeşitli katalizörler kullanılmaktadır. Bansaede ve Urukawa yapmış oldukları çalışmada $\text{Cu/ZnO/Al}_2\text{O}_3$ katalizörünü kullanarak verimli bir metanol hidrojenasyon prosesini rapor etmişlerdir. Çalışmada, 260°C ve 360 bar'da %95 CO_2

dönüşümü ve %98'den fazla metanol seçiciliği elde edilmiştir. Cu/ZnO/Al₂O₃ katalizörü ile oluşan CO ihmal edilebilir düzeyde olduğu rapor edilmiştir (Bansode & Urakawa, 2014). Daha sonra, Bos ve Brilman CO₂ ve H₂'nin metanole dönüştürülmesi için yeni bir reaktör tasarımı geliştirilmiştir. Araştırmacıların ortaya koymuş oldukları tasarım, termodinamik denge nedeniyle oluşan dönüşüm oranını, su/metanol karışımının yerinde yoğunlaştırılması yoluyla önemli ölçüde iyileştirmektedir. Reaktör içinde bulunan iki farklı sıcaklık bölgesi, katalizör aktivitesini en üst düzeye çıkararak yüksek sıcaklığı sağlarken, ayrı bir bölgede daha düşük sıcaklıkta kondensasyon ile tam dönüşüm elde edilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar ile %99,5'in üzerinde tam karbon dönüşümü ve %99,5'in üzerinde yüksek metanol seçiciliği araştırmacılar tarafından doğrulanmıştır. Ayrıca, reaktör içindeki sıcaklık gradyanı sayesinde doğal konveksiyon koşulları altında önemli reaksiyon hızlarına ulaşıldığı belirtilmektedir (Bos & Brilman, 2015).

Metanolün aynı zamanda sahip olduğu fiziksel özellikleri de dikkate değerdir. Yüksek kaynama ve düşük erime noktaları (-98°C ile 65°C arasında) sayesinde metanol mükemmel bir sıvı aralığına sahiptir. Dinamik viskozitesi, benzin ve dizelden daha düşük seviyededir. Ayrıca, metanolü diğer yakıtlar ile karıştırarak kullanımında mümkündür; bu da metanolün mevcut benzin/dizel altyapısına son derece uyurlanabilir olduğu anlamına gelmektedir (Y. Chen vd., 2018). Güvenlik açısından ise, metanolün parlama noktası oldukça düşüktür (9,7°C) ve buhar basıncı diğer taşıyıcılara kıyasla son derece yüksektir. Bu özellikleriyle metanol, güvenlik açısından benzine benzer özellikler sergilemektedir.

1.1.6 LNG

Doğal gazla çalışan araçlar 1930 yılından itibaren günlük hayatımızda kullanılmaya başlanmıştır. Bundan dolayı teknoloji, geniş bir araç yelpazesinde uygulanabilen gelişimi olgunlaşmış bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Doğal gaz, yakıt olarak iki farklı formda kullanılabilir: sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) ve sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG). Doğal gazın LNG'ye dönüştürülmesi için -162°C'ye kadar soğutulması gerekmektedir; bu sıcaklıkta doğal gaz sıvı hale gelir ve hacmi yaklaşık 600 kat azalmaktadır. LNG, berrak, renksiz, kokusuz, toksik olmayan ve korozif olmayan bir kriyojenik sıvıdır. Düşük hacim kaplamasından dolayı, taşıma ile depolama süreçlerini çok daha kolay ve güvenli hale gelmektedir. LNG, sıvı halde iken alevlenmez ("Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG)", t.y.). Sıvı formunu korumak

için süreç boyunca kriyojenik tanklar gereklidir (Najibi, Rezaei, Javanmardi, Nasrifar, & Moshfeghian, 2009; Ogden, Jaffe, Scheitrum, McDonald, & Miller, 2018). Doğalgaz sıvılaştırma üzerine yapılan çalışmalar sıvılaştırma işlemi için gereken enerjinin LNG'nin enerjisinin yaklaşık %2-5'ine denk geldiğini göstermiştir (Pospisil vd., 2019). LNG -162°C 'ta enerji yoğunluğu 6,55 kWh/L (Starling, Ding, Harwell, & Mallinson, 1995) değerine sahiptir. CNG, yolcu araçlarında yaygın bir şekilde tercih edilirken, LNG, sıvılaştırma işlemi sırasında hacim azalmasıyla elde edilen yüksek enerji yoğunluğu nedeniyle ağır vasıtalar için oldukça uygun bir yakıt olarak karşımıza çıkmaktadır (Arteconi, Brandoni, Evangelista, & Polonara, 2010). Doğalgaz, mesafeye bağlı olarak 165-250 bara kadar sıkıştırılabilmektedir (Ogden vd., 2018). Daha sonra, genellikle büyük çaplara sahip boru hatları ile dağıtılır (Najibi vd., 2009).

LNG'nin alternatif yakıt olarak kullanılmasının çevresel faydaları arasında, LNG'nin temiz yanması sonucu dizel yakıtı kıyasla yaklaşık %99 daha az partikül madde (PM) ve kükürt oksit (SO_x) emisyonu, yaklaşık %80 daha az azot oksit (NO_x) ve yaklaşık %20 daha az karbondioksit emisyonu açığa çıkmaktadır (Burel, Taccani, & Zuliani, 2013; Kumar vd., 2011). Emisyonların azaltımı, yakıtı sıvılaştırılmış biyometan karıştırılarak daha da artırılabilir (Kumar vd., 2011). LNG ile çalışan araçlar ayrıca daha düşük gürültü seviyeleri üretmekte ve bu durum ağır vasıtalarda kullanımında daha iyi konfor ortamı sağlamaktadır (Rosenstiel vd., 2014).

1.2 Çalışmanın Önemi ve Amacı

Uluslararası ekonominin ve nüfusun hızla büyümesi, dünya genelinde enerji talebinin artmasının başlıca nedenlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu durum, dünya çapında deniz ticaretinin büyük ölçüde genişlemesine ve küresel nakliyyede faaliyet gösteren gemi sayısının artmasına neden olmuştur. Deniz taşımacılığı, küresel ticaretin % 80-90'ını kapsamaktadır ve her yıl dünya okyanusları boyunca yaklaşık 10 milyar ton katı ve sıvı dökme yük taşıyan konteynerlerin taşınmıştır. Ancak, bu sektörde kullanılan yüksek sülfür içeriğine sahip fosil yakıtların, özellikle de ağır yakıtların çevresel etkileri ve fosil yakıtların sınırlı kaynakları, sürdürülebilirlik ve enerji verimliliği konularını ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda, IMO'nun net sıfır karbon emisyonu kapsamında gemilerde kullanılacak hidrojeni kullanabilmek amacıyla farklı alternatif hidrojen taşıyıcılarının belirlenmesi büyük bir önem arz etmektedir. Bu çalışmada,

gemilerde alternatif olarak kullanılacak hidrojen taşıyıcılarını değerlendirmek ve en uygun olanını seçmek için çok kriterli karar verme yöntemi olan nütrosifik AHP tabanlı TOPSIS yöntemini kullanılarak kapsamlı bir analiz sunulmaktadır. Nütrosifik AHP tabanlı TOPSIS yöntemi, belirsizlik ve bulanıklığın yüksek olduğu karar verme süreçlerinde etkin bir araç olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntem, alternatif yakıtların çevresel etkileri, maliyetleri, teknik uygunlukları ve güvenliği gibi çok sayıda kritere dayalı olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek, belirsizliklerin ve çelişkilerin daha doğru bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır.

Bu çalışmanın önemi birkaç temel noktada özetlenebilmektedir:

Çevresel Sürdürülebilirlik: Alternatif yakıtların değerlendirilmesi, denizcilik sektöründe karbon ayak izinin azaltılmasına ve çevresel sürdürülebilirliğin artırılmasına katkı sağlar. Bu, küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadele için kritik bir adımdır.

Enerji Verimliliği ve Maliyet: Fosil yakıtların sınırlı kaynakları ve fiyat dalgalanmaları, denizcilik sektöründe enerji maliyetlerini önemli bir sorun haline getirmiştir. Alternatif yakıtlar, enerji verimliliğini artırarak ve maliyetleri optimize ederek sektörün ekonomik sürdürülebilirliğini destekler.

Regülasyonlara Uyum: Uluslararası denizcilik örgütleri ve hükümetler, gemi yakıtlarının çevresel etkilerini sınırlamak için giderek daha sıkı düzenlemeler getirmektedir. Bu çalışma, gemi operatörlerinin ve sahiplerinin bu düzenlemelere uyum sağlamalarına yardımcı olacak en uygun yakıt seçeneklerini belirlemelerine yardımcı olur.

Teknolojik Gelişme ve Yenilik: Alternatif yakıtların kullanımı, denizcilik sektöründe teknolojik yeniliklerin ve Ar-Ge faaliyetlerinin teşvik edilmesine olanak tanır. Bu da sektörde uzun vadeli rekabet avantajı sağlar.

Çok Kriterli Karar Verme: Nütrosifik AHP tabanlı TOPSIS yöntemi, farklı kriterler arasında denge kurarak en uygun alternatifin belirlenmesini sağlar. Bu, karar vericilerin daha bilinçli ve stratejik kararlar almasına yardımcı olur.

Sonuç olarak çalışmada, gemilerde kullanılacak alternatif hidrojen taşıyıcılarının belirlenmesi sürecinde bütüncül ve yenilikçi bir yaklaşım sunarak, denizcilik sektörünün daha sürdürülebilir, ekonomik ve çevre dostu bir geleceğe adım atmasına katkıda bulunacaktır. Bu çalışma, hem akademik

literatüre değerli bir katkı sağlamakta hem de sektördeki uygulayıcılara pratik çözümler sunmaktadır.

2. METOT

2.1 Kriterler

Kriter 1: Enerji Depolama Yoğunluğu

Enerji depolama yoğunluğu, alternatif hidrojen taşıyıcılarının en önemli ve kritik parametresi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu parametre, alternatif hidrojen taşıyıcısının hem gravimetrik hemde hacimsel olarak enerjiyi bünyesinde bulundurabilme kabiliyetleri ile karşımıza çıkmaktadır. Enerji yoğunluğunu değerlendirme sürecinde iki önemli faktör olarak karşımıza çıkan gravimetrik enerji yoğunluğu ve hacimsel enerji yoğunluğunu dikkate almak gerekmektedir. Her iki yoğunluk türünün de kendine özgü avantajları ve dezavantajları vardır.

Gravimetrik enerji yoğunluğu, bazen özgül enerji olarak da adlandırılmaktadır, bir maddenin birim kütlesi başına mevcut enerji miktarını ifade etmektedir ve genellikle MJ/kg veya Wh/kg gibi birimler ile ifade edilmektedir.

Katı maddelerin gravimetrik ve hacimsel hidrojen yoğunlukları sırasıyla %1–20 ağırlık ve 2–8 kgH₂/100 L arasında değişmektedir. Bu maddeler, yüksek yoğunluklu hidrojen depolama kapasiteleri sayesinde enerji depolama ve taşımada önemli bir potansiyele sahiptirler. Katı maddeler, yapısal olarak stabil olmaları ve hidrojen depolama kapasitelerinin yüksek olması nedeniyle önemli avantajlar sunmaktadır. Bununla birlikte, sıvı hidrürler gravimetrik ve volumetrik hidrojen yoğunlukları sırasıyla %4–18 ağırlık ve 5–12 kgH₂/100 L arasında değişmektedir. Sıvı hidrürler, yüksek hidrojen taşıma kapasiteleri ve kolay taşınabilirlikleri nedeniyle, özellikle taşınabilir yakıt hücreleri ve mobil uygulamalar için tercih edilen bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır (Kojima, 2019).

Kriter 2: Hidrojen Taşıyıcılarının Gemilere Uyumluluğu

Alternatif hidrojen taşıyıcılarının gemide kullanımı sonucunda mevcut şartlara uyum sürecinde karşımıza çıkabilecek; teknolojilerin kurulum, işletim ve bakım/tamir süreçleri, bu alternatiflerin uygulama sürecini daha karmaşık ve maliyetli hale getirmektedir. Bundan dolayı belirlenecek alternatiflerin hassas bir şekilde belirlenerek mevcut şartlara uyum sürecini kolaylıkla

sağlayabilmelidir. Alternatif hidrojen taşıyıcılarının gemilere adaptasyonunda aşağıda belirtilen kriterler dikkate alınarak uzman değerlendirmeleri gerçekleştirilecektir.

1) İçten Yanmalı Motorlara Uyum, (modifikasyon veya değişim, entegrasyon, performans ve verimlilik)

2) Hidrojen taşıyıcılarının gemilerde verimli kullanılması için gemilerin adaptasyonu, (Yeni gemi tasarımları, ana makine ve yardımcı makinelerinin geliştirilmesi veya modifikasyonu)

3) Gemi İnşa, Bakım Onarım ve Yan Sanayinin Uyumunu (Altyapı ve Nitelikli İş Gücü) alt kriterlerinden dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmıştır.

Kriter 3: Toksisite

Bu kriter, çalışmada dikkate alınan hidrojen taşıyıcılarının zehirliliğine ilişkin değerlendirilme yapılırken TPI (Toxic Potential Indicator) kullanılmaktadır. Bununla birlikte karar vericiler TPI'nin dikkate almadığı maruziyet yolu ve süresini, çevresel faktörlere ilişkin risk değerlendirmesini ve hidrojen taşıyıcılı yakıt alternatiflerinin sinerjistik veya antagonistik etkilerini hesaba katmalıdır.

Kriter 4: Emniyet

Sıcaklık, basınç, yoğunluk ve yamıcılık gibi hidrojenin temel özellikleri emniyet kriteri kapsamında değerlendirilmelidir. Sızıntı, malzeme uyumsuzluğu ve ekosisteme olan etkileri gibi riskler de değerlendirmede dikkate alınmalıdır.

Kriter 5: Yeniden Kullanabileme

Hidrojen taşıyıcılarının hidrojen gazı açığa çıkması sonucu ortaya çıkabilecek yan ürünlerin kullanılması veya bertaraf edilmesini ölçümlemektedir.

Kriter 6: Çevresel Etki

Hidrojen taşıyıcılarının hidrojen gazı açığa çıkarması sonucunda sera gazı emisyonlarının neden olup olmayacağı ve bununla birlikte çevresel

etkileri dikkate alınmalıdır. Bu çevresel etkiler, asitlenme, ötrofikasyon, deniz, tatlı su ve karasal ekotoksosite ile insan toksisitesi gibi kategorilerle sınırlı kalmamaktadır. Bu tür geniş kapsamlı çevresel değerlendirmeler, hidrojen üretiminin sürdürülebilirliğini ve net sıfır karbon emisyonunu daha kapsamlı bir şekilde anlamamıza olanak tanıyacaktır.

Kriter 7: Maliyet

Bu kriter; hidrojen taşıyıcılarının üretim, depolama, taşıma maliyetlerinin tek kaleme indirgenmesiyle değerlendiriciler tarafından dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların her bir alt kriteri çalışmanın kapsamına uygun olarak önceliklendirmesi istenmektedir.

Kriter 8: Ulaşılabilirlik

Bu kriter hidrojen taşıyıcı yakıt alternatiflerini, yıllık üretim miktarı, geniş bir coğrafyada bulunabilirlik, nakil sırasında ekstrem koşullara ihtiyaç duyulmaması alt kriterleri bakımından inceler.

2.2 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (ÇKKV)

Çok kriterli karar verme, birden fazla faktörün göz önünde bulundurulması gereken bir karar verme sürecidir. Bu süreçte, karar verici farklı kriterleri değerlendirir, bunların önemini belirler ve ardından bu kriterlere uygun olarak seçenekleri değerlendirir. Örneğin gemi sahipleri, enerji verimliliği, maliyet etkinliği ve çevresel etkiler gibi bir dizi kriteri göz önünde bulundurarak en uygun yakıtı seçmelidirler. Bu bağlamda, gemide kullanılacak alternatif yakıtların seçimi, çok kriterli karar verme yöntemiyle yapılabilir.

Bu çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılmıştır. AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanmış ve TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. AHP ve TOPSIS yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

Nötrosofik AHP tabanlı TOPSIS yöntemi çok kriterli karar verme süreçlerinde kullanılan bir tekniktir. Bu yöntem, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve TOPSIS (Teknolojik Sıralama Yöntemi İçin Optimal Çok Kriterli Sıralama) yöntemlerini bir araya getirir ve nötrosofik (fuzzy) mantıkla birleştirir. Karar verici tarafından belirlenen kriterlerin nötrosofik ağırlıklarını ve nötrosofik puanlarını kullanarak TOPSIS yöntemini uygular. Bu şekilde, belirsizlik ve belirsizlik dereceleri göz önünde bulundurularak daha hassas ve

gerçekçi bir karar verme süreci sağlanır. Bu yöntem, özellikle karmaşık ve belirsiz karar verme problemleri için kullanışlıdır.

2.2.1 Nötrosifik-Analitik Hiyerarşi Süreci (N-AHP)

Smarandache tarafından 1998 yılında önerilen Nötrosifik kümeler, bulanık kümeler ve sezgisel bulanık kümelerin bir birleşimidir. Bu yöntem, gerçek uygulamalarda eksik, belirsiz ve tutarsız bilgileri ele almak amacıyla yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Broumi, Bakali, & Bahnasse, 2018; Karadayi-Usta, 2022). Nötrosifik kümeler, özellikle karmaşık problemlerin çözümünde etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu yaklaşım, geleneksel bulanık mantık sistemlerinin sınırlamalarını aşmak ve daha esnek bir analiz imkânı sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. Böylece, belirsizlik ve tutarsızlık içeren veri setlerinin değerlendirilmesinde önemli bir avantaj sunmaktadır.

Nötrosifik kümeler, belirsizlik derecesini tanıtarak uzmanların görüşlerini daha doğru bir şekilde ifade etmelerine yardımcı olur. Belirsizlik derecesi, karar vericiler arasındaki anlaşmazlıkların kapsamını da temsil etmektedir. Önerilen model, ayrıca farklı karar vericilerin çıkarlarını tek bir görüşte birleştirerek tutarsızlıkları ortadan kaldırmayı ya da uzman yargılarındaki tutarsızlıkları ele almayı amaçlar ve bu sayede tutarlılığı artırmaktadır. Aynı zamanda, nötrosifik kümelerde kaynaklar özektir ve birbirlerinin tepkilerine göre etkileşime girmezler (Smarandache, 2021; Smarandache & Pramanik, 2016).

AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) ilk olarak Saaty (1990) tarafından, çeşitli alternatifler arasında karar vermek amacıyla, kriterleri dikkate alarak kullanılan bir yöntem olarak ortaya konulmuştur. AHP yöntemi nispeten basit ve pratik yöntemdir. Ancak, geleneksel AHP'nin dezavantajı, karar vericilerin düşüncelerindeki öznellik ve belirsizliği yansıtmadaki yetersizliğidir. Geleneksel AHP yöntemi, karar vericilerin kesin yargılarını dikkate alırken, nötrosifik setler, karar vericilerin yargılarını daha esnek hale getirmektedir. Bu çalışmada, belirsizliği ele almak için seçilen nötrosifik setler, karar vericilerin yargılarını daha esnek hale getirme yararına dayanır. Kriterlerin göreceli önemlerini kullanarak, her bir kriter açısından bir matris oluşturulmaktadır. Bir öğenin diğerine göre önemi, daha üst seviyedeki öğeye Nötrosifik AHP, belirsizlik derecesini ifade etmek için nötrosifik sayılar kullanır ve bu sayılar, belirsizlik durumlarını daha hassas bir şekilde ifade etmeye olanak tanımaktadır (R. W. Saaty, 1987). Saaty'nin 9 puanlık ölçeği kullanılarak ifade edilmektedir. Karar vericilerin kullandığı bir dizi dilsel değişken ve nötrosifik

setlere dayanan önem ağırlıkları Tablo 1’de gösterilmektedir (Radwan, Senousy, & Alaa El Din, 2016).

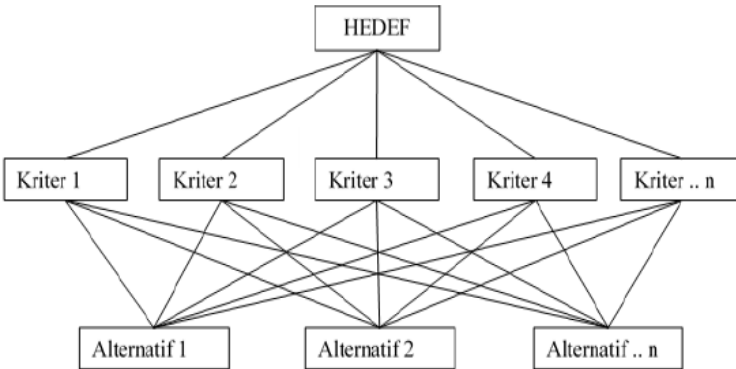
Tablo 1. Önem derecelendirme ölçeği (T. L. Saaty, 2005).

Sayısal Değerler	Sözel Terimler
1	Eşit derecede önemli
2	Ara değer
3	Orta derecede önemli
4	Orta dereceden daha fazla önemli
5	Güçlü derecede önemli
6	Çok daha önemli
7	Çok güçlü derecede önemli
8	Çok daha fazla önemli
9	Kesinlikle daha fazla önemli

N-AHP yöntemi, (Vafadarnikjoo, Badri Ahmadi, Liou, Botelho, & Chalvatzis, 2021a) çalışmasında belirtilen işlem adımları izlenerek gerçekleştirilmiştir:

Adım 1: Hiyerarşik yapı oluşturma

Bu adım, hedefi, kriterleri ve alternatifleri temsil eden bir hiyerarşi oluşturmak önemli bir adımdır çünkü problemi daha anlaşılır hale getirir. Bu yapı, karar verme sürecinin temelini oluşturur ve karar vericilerin (DM) analiz yapmasını kolaylaştırır. AHP modeli için hiyerarşi yapısı Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. AHP modeli için hiyerarşik yapı (Ersoy, 2021).

Adım 2: İkili karşılaştırma matrisi oluşturma

Bu adımda, karar vericiler, elemanları (yani alternatifleri veya kriterleri), Saaty derecelendirme ölçeğini kullanarak değerlendirirler (Tablo 1). Uzmanların yargılarının yer aldığı anketlerde, DM'ler, her bir elemanın diğerleriyle karşılaştırıldığında önem derecesini temsil eden bir sözel ifadeyi seçerler. Bu süreç, elemanların karşılaştırmalı değerlendirmelerini içermektedir.

Örneğin, C_1, C_2, \dots, C_n elemanları ve a_{ijk}, C_i ve C_j elemanlarının k^{th} karar verici ($k = 1, 2, \dots, p$) tarafından yapılan nicel değerlendirmesini gösterir. Bu, çift yönlü bir karşılaştırma matrisi ile sonuçlanır, bu durum Denklem (1) ile temsil edilmektedir (Hayaty, Mohammadi, Rezaei, & Shayestehfar, 2014). Uzmanların yargıları anketinde, karar vericiler her bir unsurun diğerlerine kıyasla önem derecesini temsil eden dilsel bir ifade seçerler. Karar vericilerin belirttiği görüşlere göre sözel ölçek ve denk gelen nütrosifik sayılar kullanılarak ana ve alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Problemin çözümünde birden fazla karar verici var ise karşılaştırma matrislerinin geometrik ortalaması alınır.

$$A_k = [a_{ijk}] = \begin{bmatrix} 1 & a_{12k} & \dots & a_{1nk} \\ 1/a_{12k} & 1 & \dots & a_{2nk} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1nk} & 1/a_{12k} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 3: CR'nin hesaplanması

Saaty'nin yapmış olduğu çalışma dikkate alınarak (Liberatore, 1982), tutarlı karşılaştırmaları tutarsız karşılaştırmalardan ayırmak için bir tutarlılık testi yapılmalıdır. Bu test, Denklem (2) ve Tablo 2'de gösterilmektedir. Eğer CR değeri $\geq 0,1$ ise, karar vericilerin değerlendirmelerinde revizyon yapmaları gerekmektedir (Leung & Cao, 2000).

Adım 3 (tutarlılık oranının hesaplanması): Saaty'nin önerisine (Liberatore, 1982) atıfta bulunarak, tutarlı karşılaştırmaları tutarsız karşılaştırmalardan ayırmak için bir tutarlılık testi yapılmalıdır. Denklem (2) ve Tablo 2'ye bakınız. CR değeri ≥ 0.1 ise, karar vericilerin değerlendirmelerinde bir revizyon yapmaları gerekir (Leung & Cao, 2000):

$$CR = \frac{((\lambda_{max} - n)/(n - 1))}{RI} \quad (2)$$

Tablo 2. Rastgele indeks tablosu (RI) (Golden, Wasil, & Harker, 2012).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Adım 4: Sözel ifadelerin tek değerli trapezoidal nütrosifik sayılarla değiştirilmesi

İkili karşılaştırma matrislerinin elemanları Tablo 3’te gösterilen ölçek kullanılarak karşılık gelen tek değerli trapezoidal nütrosifik sayılarla değiştirilir.

Tablo 3. N-AHP’de derecelendirme ölçeği (Vafadarnikjoo, Badri Ahmadi, Liou, Botelho, & Chalvatzis, 2021b).

Sayısal Değer	Nütrosifik ifade	Skor değeri
1	$\langle(1, 1, 1)|(\mathbf{0.5, 0.5, 0.5})\rangle$	0.5
2	$\langle(1, 2, 4, 5)|(\mathbf{0.4, 0.65, 0.6})\rangle$	1.15
3	$\langle(2, 3, 6, 7)|(\mathbf{0.3, 0.75, 0.7})\rangle$	1.28
4	$\langle(3, 4, 5, 6)|(\mathbf{0.6, 0.35, 0.4})\rangle$	2.78
5	$\langle(4, 5, 6, 7)|(\mathbf{0.8, 0.15, 0.2})\rangle$	4.49
6	$\langle(5, 6, 7, 8)|(\mathbf{0.7, 0.25, 0.3})\rangle$	4.66
7	$\langle(6, 7, 8, 9)|(\mathbf{0.9, 0.1, 0.1})\rangle$	6.75
8	$\langle(7, 8, 9, 9)|(\mathbf{0.85, 0.1, 0.15})\rangle$	7.15
9	$\langle(9, 9, 9, 9)|(\mathbf{1, 0, 0})\rangle$	9

Adım 5: Karar vericilerin görüşlerinin tek değerli trapezoidal nütrosifik sayılarda toplanması

Adım 5 (karar vericilerin görüşlerinin tek değerli trapezoidal nütrosifik sayılarda toplanması): Karar vericilerin görüşlerini toplamak için Denklem (3)’te gösterildiği gibi trapezoidal nütrosifik ağırlıklı aritmetik ortalama operatörü kullanılır (Ye, 2017).

$$TNWAA(\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \dots, \tilde{a}_n) = \sum_{j=1}^n p_j \tilde{a}_j = \left\langle \left(\sum_{j=1}^n p_j a_j, \sum_{j=1}^n p_j b_j, \sum_{j=1}^n p_j c_j, \sum_{j=1}^n p_j d_j \right); 1 - \prod_{j=1}^n (1 - w_{\tilde{a}_j})^{p_j}, \prod_{j=1}^n (u_{\tilde{a}_j})^{p_j}, \prod_{j=1}^n (y_{\tilde{a}_j})^{p_j} \right\rangle, \quad (3)$$

Adım 6: Nötrosofik sentetik değerler

Her bir elemanın (S_i) nötrosofik sentetik değeri aşağıda verilen Denklem (4) kullanılarak hesaplanır. Denklemde, n eleman sayısı ve η_{ij} birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisinin $(i, j)^{\text{th}}$ elemanı şeklinde tanımlanmıştır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n n_{ij} \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n n_{ij} \right]^{-1}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (4)$$

Adım 6: Nihai önem ağırlıklarının belirlenmesi

Nihai önem ağırlıkları Denklem (5) kullanılarak hesaplanır ve nihai önem ağırlıkları tek değerli trapezoidal nötrosofik sayılar olan W_i ile gösterilir. Ağırlıkları karşılaştırmak için Denklem (6) kullanılır (Ye, 2017).

$$W_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^n S_i}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (5)$$

$$S(\tilde{a}) = \frac{1}{12} (a + b + c + d) (2 + w_{\tilde{a}} + u_{\tilde{a}} + y_{\tilde{a}}), \quad S(\tilde{a}) \in [0, 1] \quad (6)$$

2.2.2 Nötrosofik TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution- İdeal Çözümüne Benzerlikle Sıralama Tercihi Tekniği)

TOPSIS yöntemi 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen çok kriterli karar verme yöntemidir (Hwang & Yoon, 1981). Bu yöntem, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan alternatifin seçilmesini sağlamak için geliştirilmiştir (C.-T. Chen, 2000). Nötrosofik TOPSIS yöntemi ise Klasik ve Bulanık TOPSIS'ten farklı olarak, Nötrosofik küme teorisini içeren bir yaklaşım sunar. Bu yöntem, tutarsızlık ve belirsizlik faktörlerini dikkate alarak en uygun alternatifin belirlenmesine olanak tanır.

Derecelendirme ($T_{ij}^k, I_{ij}^k, F_{ij}^k$) karar verici D_k tarafından sağlanan alternatif A_i ile ilgili olarak C_j niteliğinin değerlendirme bilgisini tanımlar. Aşağıdaki adımlar kullanılarak, alternatifler için seçim prosedürü aşağıdaki gibi sunulmaktadır (Biswas, Pramanik, & Giri, 2019):

Adım 1: Karar vericilerin ağırlığını belirleyin.

Burada, $U_k = (u_{ij}^k)_{m \times n}$ karar matrisi düşünün.

$$U^k = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \left[\begin{array}{cccc} (T_{11}^k, I_{11}^k, F_{11}^k) & (T_{12}^k, I_{12}^k, F_{12}^k) & \dots & (T_{1n}^k, I_{1n}^k, F_{1n}^k) \\ (T_{21}^k, I_{21}^k, F_{21}^k) & (T_{22}^k, I_{22}^k, F_{22}^k) & \dots & (T_{2n}^k, I_{2n}^k, F_{2n}^k) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (T_{m1}^k, I_{m1}^k, F_{m1}^k) & (T_{m2}^k, I_{m2}^k, F_{m2}^k) & \dots & (T_{mn}^k, I_{mn}^k, F_{mn}^k) \end{array} \right] \end{matrix} \quad (7)$$

Şimdi tüm bireysel karar matrislerinin ortalamasını alarak ideal matrisi şu şekilde tanımlıyoruz: U^k ($k = 1, 2, \dots, p$)

$$U^k = (u_{ij}^*) \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \left[\begin{array}{cccc} (T_{11}^*, I_{11}^*, F_{11}^*) & (T_{12}^*, I_{12}^*, F_{12}^*) & \dots & (T_{1n}^*, I_{1n}^*, F_{1n}^*) \\ (T_{21}^*, I_{21}^*, F_{21}^*) & (T_{22}^*, I_{22}^*, F_{22}^*) & \dots & (T_{2n}^*, I_{2n}^*, F_{2n}^*) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ (T_{m1}^*, I_{m1}^*, F_{m1}^*) & (T_{m2}^*, I_{m2}^*, F_{m2}^*) & \dots & (T_{mn}^*, I_{mn}^*, F_{mn}^*) \end{array} \right] \end{matrix} \quad (8)$$

denklemden alan;

$$u_{ij}^* = \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p u_{ij}^k = (T_{ij}^*, I_{ij}^*, F_{ij}^*) \quad (9)$$

$$(T_{ij}^*, I_{ij}^*, F_{ij}^*) = \left(1 - \prod_{k=1}^p (T_{ij}^k)^{\frac{1}{p}}, \prod_{k=1}^p (I_{ij}^k)^{\frac{1}{p}}, \prod_{k=1}^p (F_{ij}^k)^{\frac{1}{p}} \right), \quad (10)$$

$$i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n$$

Karar vericilerin ağırlıklarını belirlemek için aşağıdaki kavram kullanılır: U^k kararının ideal U^* kararına olan uzaklığı ne kadar azsa, U^k için o kadar yüksek önem beklenir. Bu nedenle, her bir karar ile ideal karar arasındaki benzerlik ölçüsünü şu şekilde tanımlayabiliriz.

$$S_i(U^k, U^*) = 1 - \frac{1}{3mn} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (|T_{ij}^k - T_{ij}^*| + |I_{ij}^k - I_{ij}^*| + |F_{ij}^k - F_{ij}^*|) \quad (11)$$

$\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p)^T$, nin p karar vericinin ağırlık vektörü olduğunu varsayalım. Daha sonra, Denklem (11)'e göre D_k karar vericisinin $\lambda_k = (k=1, 2, \dots, p)$ ağırlığını aşağıdaki gibi belirleyebiliriz:

$$\lambda_k = \frac{S_i(U^k, U^*)}{\sum_{k=1}^p S_i(U^k, U^*)} \quad (12)$$

Burada $\lambda_k \geq 0$ ve $\sum_{k=1}^p \lambda_k = 1$.

Adım 2: Tek değerli nütrosifik karar matrislerini toplayın.

Tek bir grup kararı elde etmek için, tüm bireysel karar matrislerini toplar ve birleştirilmiş tek değerli nütrosifik karar matrisi oluştururuz. Toplanmış karar matrisini U ile gösteriyoruz,

$$U = \sum_{k=1}^p \lambda_k U^k = (u_{ij})_{m \times n} = (T_{ij}^*, I_{ij}^*, F_{ij}^*)_{m \times n} \quad (13)$$

$$(u_{ij})_{m \times n} = \begin{matrix} & \mathbf{C}_1 & \mathbf{C}_2 & \dots & \mathbf{C}_n \\ \mathbf{A}_1 & (T_{11}, I_{11}, F_{11}) & (T_{12}, I_{12}, F_{12}) & \dots & (T_{1n}, I_{1n}, F_{1n}) \\ \mathbf{A}_2 & (T_{21}, I_{21}, F_{21}) & (T_{22}, I_{22}, F_{22}) & \dots & (T_{2n}, I_{2n}, F_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \mathbf{A}_m & (T_{m1}, I_{m1}, F_{m1}) & (T_{m2}, I_{m2}, F_{m2}) & \dots & (T_{mn}, I_{mn}, F_{mn}) \end{matrix} \quad (14)$$

$(u_{ij})_{m \times n}$ matrisindeki u_{ij} elemanı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$u_{ij} = \left(1 - \prod_{k=1}^p (1 - T_{ij}^k)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^p (I_{ij}^k)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^p (F_{ij}^k)^{\lambda_k} \right), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (15)$$

$j=1, 2, \dots, n$ ve $k=1, 2, \dots, p$

Adım 3: Niteliklerin ağırlıklarını belirleyin

Karar verme sürecinde, karar vericiler tüm özelliklerin eşit derecede önemli olmadığını kabul edebilirler. Bu nedenle, her karar vericinin öznelik ağırlıklarına ilişkin kendi görüşü olabilir. Seçilen niteliklere ilişkin grup görüşünü elde etmek için, tüm karar vericilerin her bir niteliğin önemine ilişkin görüşlerinin toplanması gerekir.

$\alpha_j = (w_j^1, w_j^2, \dots, w_j^p)$ p'inci karar verici tarafından atanan C_j niteliğinin ağırlık vektörü olsun. Daha sonra ağırlık vektörü $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ özneliklerinin ağırlık vektörü tek değerli nütrosifik ağırlıklı ortalama

toplama operatörü kullanılarak aşağıdaki gibi belirlenir (Peng, Wang, Wang, Zhang, & Chen, 2016).

$$\begin{aligned}
 w_j &= SNWA_\lambda(w_j^1, w_j^2, \dots, w_j^p) \\
 &= \lambda_1 w_j^1 \oplus \lambda_2 w_j^2 \oplus \dots \oplus \lambda_p w_j^p \\
 &= \langle 1 - \prod_{k=1}^p (1 - T_{ij}^k)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^p (I_{ij}^k)^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^p (F_{ij}^k)^{\lambda_k} \rangle \\
 &= \langle T_j, I_j, F_j \rangle \quad j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned} \tag{16}$$

Adım 4: Ağırlıklı birleştirilmiş karar matrisini belirleyin

Birleştirilmiş karar matrisi U'nun her bir satırına tüm niteliklerin ağırlık vektörü W = (w₁, w₂, . . . , w_n) uygulanır. Ardından her bir A_i alternatifinin (i=1, 2, . . . , m) genel derecelendirmesi Denklem (17) olarak belirlenir:

$$u_{ij}^W = (T_{ij}^W, I_{ij}^W, F_{ij}^W) = (T_{ij} \cdot T_i, I_{ij} + I_j - I_{ij} \cdot I_j, F_{ij} + F_j - F_{ij} \cdot F_j) \tag{17}$$

i = 1, 2, . . . , m ve j = 1, 2, . . . , n için.

Ardından, aşağıdaki ağırlıklı birleştirilmiş karar matrisine sahip oluruz:

Burada U^W = (u^w_{ij})_{m×n}

$$(u_{ij}^W)_{m \times n} = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \left[\begin{matrix} (T_{11}^W, I_{11}^W, F_{11}^W) & (T_{12}^W, I_{12}^W, F_{12}^W) & \dots & (T_{1n}^W, I_{1n}^W, F_{1n}^W) \\ (T_{21}^W, I_{21}^W, F_{21}^W) & (T_{22}^W, I_{22}^W, F_{22}^W) & \dots & (T_{2n}^W, I_{2n}^W, F_{2n}^W) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (T_{m1}^W, I_{m1}^W, F_{m1}^W) & (T_{m2}^W, I_{m2}^W, F_{m2}^W) & \dots & (T_{mn}^W, I_{mn}^W, F_{mn}^W) \end{matrix} \right] \end{matrix} \tag{18}$$

Adım 5: İdeal çözümleri belirleyin

Gerçekte, çok kriterli karar verme problemlerinde fayda tipi öznelik ve maliyet tipi öznelik olmak üzere iki tür öznelik mevcuttur. J₁ ve J₂ sırasıyla fayda tipi öznelik ve maliyet tipi öznelik olsun. Daha sonra Tek Değerli Nötrosifik Pozitif İdeal Çözüm (SVNPIS) A⁺ aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\begin{aligned}
 A^+ &= [u_1^{w+}, u_2^{w+}, \dots, u_n^{w+}] \\
 &= [\langle T_1^{w+}, I_1^{w+}, F_1^{w+} \rangle, \langle T_2^{w+}, I_2^{w+}, F_2^{w+} \rangle, \dots, \langle T_n^{w+}, I_n^{w+}, F_n^{w+} \rangle] \\
 & \quad j = 1, 2, \dots, n
 \end{aligned} \tag{19}$$

Denklemdede yer alan;

$$\langle T_j^{w+}, I_j^{w+}, F_j^{w+} \rangle = \begin{cases} \langle \max_i \{T_{ij}^{w_j}\}, \min_i \{I_{ij}^{w_j}\}, \min_i \{F_{ij}^{w_j}\} \rangle, & j \in J_1 \\ \langle \min_i \{T_{ij}^{w_j}\}, \max_i \{I_{ij}^{w_j}\}, \max_i \{F_{ij}^{w_j}\} \rangle, & j \in J_2 \end{cases} \quad (20)$$

Benzer şekilde, Tek Değerli Nötrosofik Negatif İdeal Çözüm (SVNNIS) A^- aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\begin{aligned} A^- &= [u_1^{w-}, u_2^{w-}, \dots, u_n^{w-}] \\ &= [\langle T_1^{w-}, I_1^{w-}, F_1^{w-} \rangle, \langle T_2^{w-}, I_2^{w-}, F_2^{w-} \rangle, \dots, \langle T_n^{w-}, I_n^{w-}, F_n^{w-} \rangle] \\ & \quad j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (21)$$

Denklemdede yer alan;

$$\langle T_j^{w-}, I_j^{w-}, F_j^{w-} \rangle = \begin{cases} \langle \min_i \{T_{ij}^{w_j}\}, \max_i \{I_{ij}^{w_j}\}, \max_i \{F_{ij}^{w_j}\} \rangle, & j \in J_1 \\ \langle \max_i \{T_{ij}^{w_j}\}, \min_i \{I_{ij}^{w_j}\}, \min_i \{F_{ij}^{w_j}\} \rangle, & j \in J_2 \end{cases} \quad (22)$$

Adım 6: Mesafe ölçülerini hesaplayın

A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) alternatifi ile A^+ arasındaki ($i = 1, 2, \dots, m$ ve $j = 1, 2, \dots, n$ için) normalleştirilmiş Hamming mesafe ölçüsü aşağıdaki gibi belirlenir:

$$D^{i+}(u_{ij}^{w_j}, u_{ij}^{w+}) = \frac{1}{3n} \sum_{i=1}^m (|T_{ij}^{w_j} - T_j^{w+}| + |I_{ij}^{w_j} - I_{ij}^{w+}| + |F_{ij}^{w_j} - F_{ij}^{w+}|) \quad (23)$$

Benzer şekilde, A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) alternatifi ile A^- ($i = 1, 2, \dots, m$ ve $j = 1, 2, \dots, n$) arasındaki normalleştirilmiş Hamming mesafe ölçüsü aşağıdaki gibi belirlenir:

$$D^{i-}(u_{ij}^{w_j}, u_{ij}^{w-}) = \frac{1}{3n} \sum_{i=1}^m (|T_{ij}^{w_j} - T_j^{w-}| + |I_{ij}^{w_j} - I_{ij}^{w-}| + |F_{ij}^{w_j} - F_{ij}^{w-}|) \quad (24)$$

Adım 7: İdeal çözümlere göreli yakınlık katsayısını hesaplayın

Her bir A_i alternatifinin tek değerli nötrosofik pozitif ideal çözüm A^+ ya göre göreli yakınlık katsayısı aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$C_i^* = \frac{D^{i-}(u_{ij}^{w_j}, u_{ij}^{w-})}{D^{i+}(u_{ij}^{w_j}, u_{ij}^{w+}) + D^{i-}(u_{ij}^{w_j}, u_{ij}^{w-})} \quad (25)$$

$i = 1, 2, \dots, m$ ve $j = 1, 2, \dots, n$ için.

Alternatiflerin sıralama düzeni belirlenebilir ve en uygun alternatif $C^*_i \in [0, 1]$ yakınlık indeksine göre seçilir. Ancak, Hadi-Vencheh ve Mirjaberi (Hadi-Vencheh & Mirjaberi, 2014) bazı durumlarda alternatiflerin göreceli yakınlık indekslerinin optimal çözümün Pozitif İdeal Çözümünden (PIS) en kısa ve Negatif İdeal Çözümünden (NIS) en uzak mesafeye aynı anda sahip olması amacına ulaşamayacağını göstermiştir. Bu nedenle, Hadi-Vencheh ve Mirjaberi (Hadi-Vencheh & Mirjaberi, 2014) alternatifleri sıralamak için göreceli yakınlık endeksi RC^*_i yerine aşağıdaki formülün kullanılmasını önermiştir:

$$RC^*_i = \frac{D^{i-}(\mathbf{u}_{ij}^{wj}, \mathbf{u}_{ij}^{w-})}{\max_i \{D^{i-}(\mathbf{u}_{ij}^{wj}, \mathbf{u}_{ij}^{w-})\}} - \frac{D^{i+}(\mathbf{u}_{ij}^{wj}, \mathbf{u}_{ij}^{w+})}{\min_i \{D^{i+}(\mathbf{u}_{ij}^{wj}, \mathbf{u}_{ij}^{w+})\}} \quad (26)$$

RC^*_i ($i = 1, 2, \dots, m$) endeksine revize edilmiş yakınlık endeksi adı verilir ve A_i alternatifinin aynı anda hem A^+ 'ya ne kadar yakın hem de A^- 'den ne kadar uzak olduğunu ölçmek için kullanılır.

$RC^*_i \leq 0$ ($i = 1, 2, \dots, m$) olduğunu ve RC^*_i ne kadar büyükse A_i alternatifinin o kadar iyi olduğunu görürüz. Eğer iki koşulu aynı anda sağlayan bir A^* alternatifi varsa, $RC^*_i = 0$ A^* alternatifinin aynı anda A^+ 'ya en yakın ve A^- 'ye en uzak olan en iyi alternatif olduğunu gösterir. Dolayısıyla, revize edilmiş yakınlık endeksi RC^*_i 'ye göre, tüm alternatiflerin sıralama düzenini belirleyebilir ve bir dizi uygulanabilir alternatif arasından en iyisini seçebiliriz.

$$\begin{aligned} RC^*_i D^{i-}(\mathbf{u}_{ij}^{wj}, \mathbf{u}_{ij}^{w-}) &= \max_i \{D^{i-}(\mathbf{u}_{ij}^{wj}, \mathbf{u}_{ij}^{w-})\} \\ D^{i+}(\mathbf{u}_{ij}^{wj}, \mathbf{u}_{ij}^{w+}) &= \min_i \{D^{i+}(\mathbf{u}_{ij}^{wj}, \mathbf{u}_{ij}^{w+})\} \end{aligned} \quad (27)$$

Adım 8: Öncelik sıralaması yapın.

Alternatifler kümesi, revize edilmiş yakınlık endeksi RC^*_i 'nin azalan sırasına göre sıralanabilir.

3. BULGULAR

Karar vericilerin kriterleri kendi aralarında karşılaştırmaları Tablo 4’de sunulmaktadır.

Tablo 4. Kriterlerin karşılaştırılmasına ait karar matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Karar Verici 1	1	3	2	5	7	6	3	4
	1/3	1	2	7	9	6	4	5
	1/2	1/2	1	5	8	5	4	3
	1/5	1/7	1/5	1	2	2	4	3
	1/7	1/9	1/8	1/2	1	3	4	4
	1/6	1/6	1/5	1/2	1/3	1	3	2
	1/3	1/4	1/4	1/4	1/4	1/3	1	2
	1/4	1/5	1/3	1/3	1/4	1/2	1/2	1
Karar Verici 2	1	2	3	3	2	4	4	3
	1/2	1	2	3	3	3	1	2
	1/3	1/2	1	2	2	3	3	3
	1/3	1/3	1/2	1	1	3	5	4
	1/2	1/3	1/2	1	1	3	7	4
	1/4	1/3	1/3	1/3	1/3	1	6	2
	1/4	1	1/3	1/5	1/7	1/6	1	1
	1/3	1/2	1/3	1/4	1/4	1/2	1	1
Karar Verici 3	1	1	2	1	1	3	5	2
	1	1	3	3	3	3	1	2
	1/2	1/3	1	1	1	1	3	2
	1	1/3	1	1	1	3	7	3
	1	1/3	1	1	1	3	9	3
	1/3	1/3	1	1/3	1/3	1	6	2
	1/5	1	1/3	1/7	1/9	1/6	1	1
	1/2	1/2	1/2	1/3	1/3	1/2	1	1

Tablo 4’ de sunulan matrislerin nütrosifik dönüşümü gerçekleşmiş durumu Tablo 5’de gösterilmektedir.

Tablo 5. Kriter karşılaştırma matrisinin dönüştürülmüş nütrosifik karar matrisi

	KARAR VERİCİ 1								KARAR VERİCİ 2								KARAR VERİCİ 3							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
C1	1,00	0,14	0,2	0,14	0,11	0,13	0,14	0,17	1,00	0,20	0,14	0,14	0,20	0,17	0,17	0,14	1,00	1,00	0,20	1,00	1,00	2,00	4,00	0,20
	1,00	0,17	0,25	0,17	0,13	0,14	0,17	0,20	1,00	0,25	0,17	0,17	0,25	0,20	0,20	0,17	1,00	1,00	0,25	1,00	1,00	3,00	5,00	0,25
	1,00	0,33	0,5	0,20	0,14	0,17	0,33	0,25	1,00	0,50	0,33	0,33	0,50	0,25	0,25	0,33	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	6,00	6,00	0,50
	1,00	0,50	1,00	0,25	0,17	0,20	0,50	0,33	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	0,33	0,33	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,00	7,00	1,00
	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,30	0,80	1,00
C2	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,75	0,15	0,00	
	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,70	0,20	0,00	
	2,00	1,00	0,2	0,11	0,11	0,13	0,17	0,14	1,00	1,00	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00	0,20	1,00	1,00	0,14	0,14	0,14	1,00	0,20	
	3,00	1,00	0,25	0,13	0,11	0,14	0,20	0,17	2,00	1,00	0,25	0,17	0,17	0,17	1,00	0,25	1,00	1,00	0,17	0,17	0,17	1,00	0,25	
	6,00	1,00	0,5	0,14	0,11	0,17	0,25	0,20	4,00	1,00	0,50	0,33	0,33	0,33	1,00	0,50	1,00	1,00	0,33	0,33	0,33	1,00	0,50	
C3	2,00	1,00	1,00	0,17	0,11	0,20	0,33	0,25	5,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	
	0,30	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	
	0,75	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	0,70	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,50	0,00	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	
	1,00	1,00	1,00	0,14	0,11	0,14	0,17	0,14	2,00	1,00	1,00	0,20	0,20	0,14	0,14	0,14	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,20
C4	2,00	2,00	1,00	0,17	0,11	0,17	0,20	0,17	3,00	2,00	1,00	0,25	0,25	0,17	0,17	0,17	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17	0,25
	4,00	4,00	1,00	0,20	0,13	0,20	0,25	0,33	6,00	4,00	1,00	0,50	0,50	0,33	0,33	0,33	4,00	6,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,50
	5,00	5,00	1,00	0,25	0,14	0,25	0,33	0,50	7,00	5,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	5,00	7,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00
	0,40	0,40	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,30	0,40	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,40	0,30	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	
	0,65	0,65	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,65	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,75	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	
C5	0,60	0,60	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	0,60	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,70	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	
	4,00	6,00	4,00	1,00	0,20	0,20	0,17	0,14	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,14	0,17	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,11	0,14
	5,00	7,00	5,00	1,00	0,25	0,25	0,17	0,17	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00	0,17	0,17	0,20	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	0,17	0,13	0,17
	6,00	8,00	6,00	1,00	0,5	0,5	0,25	0,33	6,00	6,00	4,00	1,00	1,00	0,33	0,20	0,25	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,14	0,33
	7,00	9,00	7,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,50	7,00	7,00	5,00	1,00	1,00	0,50	0,25	0,33	1,00	7,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,17	0,50
C6	0,80	0,90	0,80	0,50	1,00	1,00	1,00	0,30	0,30	0,40	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	0,30	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	
	0,15	0,10	0,15	0,50	0,00	0,00	0,00	0,75	0,75	0,65	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	
	0,20	0,10	0,20	0,50	0,00	0,00	0,00	0,70	0,70	0,60	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,70	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	
	6,00	9,00	7,00	1,00	1,00	0,14	0,17	0,17	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,11	0,17	1,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,11	0,14
	7,00	9,00	8,00	2,00	1,00	0,17	0,20	0,20	2,00	3,00	2,00	1,00	1,00	0,17	0,13	0,20	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	0,17	0,11	0,17
C7	8,00	9,00	9,00	4,00	1,00	0,33	0,25	0,25	4,00	6,00	4,00	1,00	1,00	0,33	0,14	0,25	1,00	6,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,11	0,33
	9,00	9,00	9,00	5,00	1,00	0,50	0,33	0,33	5,00	7,00	5,00	1,00	1,00	0,50	0,17	0,33	1,00	7,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,11	0,50
	0,90	1,00	0,85	0,40	0,50	1,00	1,00	0,40	0,30	0,40	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	0,30	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	
	0,10	0,00	0,10	0,65	0,50	0,00	0,00	0,00	0,65	0,75	0,65	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,75	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00
	0,10	0,00	0,15	0,60	0,50	0,00	0,00	0,60	0,70	0,60	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	0,50	0,70	0,50	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00	
C8	5,00	5,00	4,00	1,00	2,00	1,00	0,14	0,2	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	0,13	0,20	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	0,13	0,20
	6,00	6,00	5,00	2,00	3,00	1,00	0,17	0,25	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	0,14	0,25	3,00	3,00	1,00	3,00	3,00	1,00	0,14	0,25
	7,00	7,00	6,00	4,00	6,00	1,00	0,33	0,5	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	1,00	0,17	0,50	6,00	6,00	1,00	6,00	6,00	1,00	0,17	0,50
	8,00	8,00	7,00	5,00	7,00	1,00	0,50	1,00	6,00	7,00	7,00	7,00	7,00	1,00	0,20	1,00	7,00	7,00	1,00	7,00	7,00	1,00	0,20	1,00
	0,70	0,70	0,80	0,40	0,30	0,50	1,00	1,00	0,60	0,30	0,30	0,30	0,30	0,50	1,00	1,00	0,30	0,30	0,50	0,30	0,30	0,50	1,00	1,00
C9	0,25	0,25	0,15	0,65	0,75	0,50	0,00	0,35	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,50	0,00	0,00	0,75	0,75	0,50	0,75	0,75	0,50	0,00	0,00
	0,30	0,30	0,20	0,60	0,70	0,50	0,00	0,40	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,50	0,00	0,00	0,70	0,70	0,50	0,70	0,70	0,50	0,00	0,00
	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	1,00	0,2	3,00	1,00	2,00	4,00	6,00	5,00	1,00	1,00	4,00	1,00	2,00	6,00	9,00	5,00	1,00	1,00
	3,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	1,00	0,25	4,00	1,00	3,00	5,00	7,00	6,00	1,00	1,00	5,00	1,00	3,00	7,00	9,00	6,00	1,00	1,00
	6,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	1,00	0,5	5,00	1,00	6,00	6,00	8,00	7,00	1,00	1,00	6,00	1,00	6,00	8,00	9,00	7,00	1,00	1,00
C10	7,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,00	1,00	1,00	6,00	1,00	7,00	7,00	9,00	8,00	1,00	1,00	7,00	1,00	7,00	9,00	9,00	8,00	1,00	1,00
	0,30	0,60	0,60	0,60	0,60	0,30	0,50	1,00	0,60	0,50	0,30	0,80	0,90	0,70	0,50	0,50	0,80	0,50	0,30	0,90	1,00	0,70	0,50	0,50
	0,75	0,35	0,35	0,35	0,35	0,75	0,50	0,00	0,35	0,50	0,75	0,15	0,10	0,25	0,50	0,50	0,15	0,50	0,75	0,10	0,00	0,25	0,50	0,50
	0,70	0,40	0,40	0,40	0,40	0,70	0,50	0,00	0,40	0,50	0,70	0,20	0,10	0,30	0,50	0,50	0,20	0,50	0,70	0,10	0,00	0,30	0,50	0,50
	3,00	4,00	2,00	2,00	3,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	2,00	3,00	3,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00
C11	4,00	5,00	3,00	3,00	4,00	2,00	2,00	1,00	3,00	2,00	3,00	4,00	4,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00
	5,00	6,00	6,00	6,00	5,00	4,00	4,00	1,00	6,00	4,00	6,00	5,00	5,00	4,00	1,00	1,00	4,00	4,00	4,00	6,00	6,00	4,00	1,00	1,00
	6,00	7,00	7,00	7,00	6,00	5,00	5,00	1,00	7,00	5,00	7,00	6,00	6,00	5,00	1,00	1,00	5,00	5,00	5,00	7,00	7,00	5,00	1,00	1,00
	0,60	0,80	0,30	0,30	0,60	0,40	0,50	0,30	0,40	0,30	0,40	0,60	0,60	0,40	0,50	0,50	0,40							

Tablo 6. Karar vericilerin görüşlerinin TNWAA yaklaşımı ile birleştirilmiş matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	
C1	1,00	0,30	0,18	0,27	0,28	0,35	0,46	0,17	C5	1,82	3,30	1,91	1,00	1,00	0,14	0,13	0,16	
	1,00	0,35	0,22	0,31	0,32	0,44	0,55	0,20		2,41	4,33	2,52	1,26	1,00	0,17	0,14	0,19	
	1,00	0,55	0,44	0,40	0,41	0,63	0,79	0,35		3,17	6,87	3,30	1,59	1,00	0,33	0,16	0,27	
	1,00	0,79	0,79	0,50	0,55	0,77	1,05	0,55		3,56	7,61	3,56	1,71	1,00	0,50	0,18	0,38	
	0,50	0,79	1,00	0,79	0,79	0,67	0,93	1,00		0,56	0,45	0,55	0,46	0,50	1,00	1,00	1,00	
	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,32	0,00	0,32	0,55	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,31	0,00	0,36	0,53	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
C2	1,26	1,00	0,18	0,13	0,13	0,14	0,55	0,18	C6	3,11	2,71	2,00	1,59	2,00	1,00	0,13	0,20	
	1,82	1,00	0,22	0,16	0,15	0,16	0,58	0,22		4,16	3,78	2,47	2,62	3,00	1,00	0,15	0,25	
	2,88	1,00	0,44	0,25	0,23	0,26	0,63	0,37		5,94	6,32	3,30	5,24	6,00	1,00	0,21	0,50	
	3,27	1,00	0,79	0,35	0,30	0,37	0,69	0,63		6,95	7,32	3,66	6,26	7,00	1,00	0,27	1,00	
	0,39	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	0,63	1,00		0,50	0,40	0,49	0,33	0,30	0,50	1,00	1,00	
	0,62	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,40	0,52	0,38	0,72	0,75	0,50	0,00	0,00	
	0,59	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,44	0,53	0,41	0,66	0,70	0,50	0,00	0,00	
C3	1,26	1,26	1,00	0,31	0,28	0,27	0,15	0,16	C7	2,88	1,44	2,29	4,16	5,45	3,68	1,00	0,58	
	2,29	2,29	1,00	0,35	0,30	0,30	0,18	0,19		3,91	1,59	3,30	5,19	6,32	4,76	1,00	0,63	
	4,58	4,58	1,00	0,46	0,40	0,40	0,30	0,38		5,65	1,71	5,65	6,21	7,11	6,65	1,00	0,79	
	5,59	5,59	1,00	0,63	0,52	0,50	0,44	0,63		6,65	1,82	6,65	7,23	7,86	7,65	1,00	1,00	
	0,36	0,36	0,50	0,79	0,79	0,79	1,00	1,00		0,52	0,53	0,38	0,76	0,81	0,53	0,50	0,63	
	0,68	0,68	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,34	0,44	0,58	0,17	0,00	0,36	0,50	0,00	
	0,63	0,63	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,38	0,46	0,58	0,20	0,00	0,40	0,50	0,00	
C4	2,00	2,88	1,59	1,00	0,58	0,16	0,14	0,15	C8	1,82	1,59	1,59	2,29	2,62	1,00	1,00	1,00	
	2,47	3,98	2,15	1,00	0,63	0,19	0,16	0,18		2,88	2,71	2,62	3,30	3,63	2,00	1,26	1,00	
	3,30	6,60	2,88	1,00	0,79	0,38	0,19	0,30		4,93	4,58	5,24	5,65	5,31	4,00	1,59	1,00	
	3,66	7,61	3,27	1,00	1,00	0,63	0,24	0,44		5,94	5,59	6,26	6,65	6,32	5,00	1,71	1,00	
	0,49	0,43	0,54	0,50	0,63	1,00	1,00	1,00		0,42	0,50	0,33	0,38	0,48	0,40	0,46	0,50	
	0,38	0,38	0,37	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00		0,55	0,40	0,72	0,58	0,45	0,65	0,55	0,50	
	0,41	0,37	0,39	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00		0,55	0,42	0,66	0,58	0,48	0,60	0,53	0,50	

Bir sonraki adımda, nütrosifik sentetik değerler hesaplanmaktadır. Bu değerler de Tablo 7’de yer almaktadır.

Tablo 7. Nütrosifik sentetik değerler (S_i).

S1	0,09	0,14	0,31	0,48	0,99	0,00	0,00
S2	0,08	0,13	0,32	0,49	1,00	0,00	0,00
S3	0,06	0,10	0,22	0,34	1,00	0,00	0,00
S4	0,06	0,09	0,21	0,32	1,00	0,00	0,00
S5	0,07	0,10	0,21	0,32	1,00	0,00	0,00
S6	0,04	0,06	0,14	0,22	1,00	0,00	0,00
S7	0,02	0,03	0,05	0,07	1,00	0,00	0,00
S8	0,01	0,02	0,04	0,07	1,00	0,00	0,00
Toplam	0,43	0,67	1,49	2,31	1,00	0,00	0,00

Nötrosifik AHP yönteminin son adımında ise, herbir kriterin nihai ağırlıkları belirlenmektedir. Normalize crisp değerler toplama 1'e eşittir. C2 en yüksek ağırlığa sahip kriter olurken, ikinci sıradaki C1 kriteri ile de oldukça yakın değerlere sahiptir. C3, C4 ve C5 kriterleri de kendi aralarında oldukça yakın ağırlık değerlerine sahiptirler. Benzer durum, C7 ve C8 için de geçerlidir. C1 ve C2 oldukça anlamlı bir farkla diğer göstergeler arasında öne çıkmaktadırlar. C7 ve C8 ise oldukça düşük değerlerle diğer kriterlerden ayrılmaktadır. Bu ağırlıkların, subjektif uzman görüşlerinden elde edildiği ve farklı uzman değerlendirmelerinde farklı çıkabileceği unutulmamalıdır.

Tablo 8. N-AHP'ye dayalı sekiz değerlendirme kriterinin (SVTNN) nihai önem ağırlıkları.

Kriterler	Kriter SVTNN ağırlıkları							Crisp	Normalize Crisp	Sıralama
C1	0,037	0,093	0,465	1,108	0,99	0,00	0,00	0,4245	0,2072	2
C2	0,036	0,089	0,476	1,130	1,00	0,00	0,00	0,4322	0,2110	1
C3	0,026	0,065	0,329	0,786	1,00	0,00	0,00	0,3015	0,1472	3
C4	0,026	0,063	0,307	0,736	1,00	0,00	0,00	0,2833	0,1383	5
C5	0,030	0,068	0,314	0,743	1,00	0,00	0,00	0,2890	0,1411	4
C6	0,017	0,040	0,202	0,497	1,00	0,00	0,00	0,1889	0,0922	6
C7	0,009	0,018	0,072	0,169	1,00	0,00	0,00	0,0669	0,0327	7
C8	0,006	0,013	0,059	0,170	1,00	0,00	0,00	0,0620	0,0303	8

N-AHP ağırlıkları TOPSIS değerlendirmesinde kriter ağırlıkları olarak kullanılmaktadır. Alternatiflere ait değerlendirmelerden oluşan TOPSIS karar matrisi Tablo 9'da yer almaktadır.

Tablo 9. Karar vericilerin alternatiflere ait değerlendirilmelerine ait karar matrisi

	Karar Verici 1						Karar Verici 2						Karar Verici 3					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C1	3,00	4,00	6,00	9,00	1,00	2,00	6,00	2,00	7,00	2,00	4,00	6,00	5,00	2,00	9,00	1,00	4,00	6,00
	4,00	5,00	7,00	9,00	1,00	3,00	7,00	3,00	8,00	3,00	5,00	7,00	6,00	3,00	9,00	2,00	5,00	7,00
	5,00	6,00	8,00	9,00	1,00	6,00	8,00	6,00	9,00	6,00	6,00	8,00	7,00	6,00	9,00	4,00	6,00	8,00
	6,00	7,00	9,00	9,00	1,00	7,00	9,00	7,00	9,00	7,00	7,00	9,00	8,00	7,00	9,00	5,00	7,00	9,00
	0,60	0,80	0,90	1,00	0,50	0,30	0,90	0,30	0,85	0,30	0,80	0,90	0,70	0,30	1,00	0,40	0,80	0,90
	0,35	0,15	0,10	0,00	0,50	0,75	0,10	0,75	0,10	0,75	0,15	0,10	0,25	0,75	0,00	0,65	0,15	0,10
0,40	0,20	0,10	0,00	0,50	0,70	0,10	0,70	0,15	0,70	0,20	0,10	0,30	0,70	0,00	0,60	0,20	0,10	
C2	3,00	4,00	2,00	1,00	9,00	6,00	3,00	6,00	2,00	3,00	5,00	9,00	4,00	6,00	1,00	3,00	5,00	9,00
	4,00	5,00	3,00	1,00	9,00	7,00	4,00	7,00	3,00	4,00	6,00	9,00	5,00	7,00	2,00	4,00	6,00	9,00
	5,00	6,00	6,00	1,00	9,00	8,00	5,00	8,00	6,00	5,00	7,00	9,00	6,00	8,00	4,00	5,00	7,00	9,00
	6,00	7,00	7,00	1,00	9,00	6,00	6,00	9,00	7,00	6,00	8,00	9,00	7,00	9,00	5,00	6,00	8,00	9,00
	0,60	0,80	0,30	0,50	1,00	0,90	0,60	0,90	0,30	0,60	0,70	1,00	0,80	0,90	0,40	0,60	0,70	1,00
	0,35	0,15	0,75	0,50	0,00	0,10	0,35	0,10	0,75	0,35	0,25	0,00	0,15	0,10	0,65	0,35	0,25	0,00
0,40	0,20	0,70	0,50	0,00	0,10	0,40	0,10	0,70	0,40	0,30	0,00	0,20	0,10	0,60	0,40	0,30	0,00	
C3	5,00	6,00	9,00	1,00	4,00	2,00	4,00	4,00	6,00	2,00	7,00	3,00	5,00	4,00	6,00	2,00	7,00	3,00
	6,00	7,00	9,00	1,00	5,00	3,00	5,00	5,00	7,00	3,00	8,00	4,00	6,00	5,00	7,00	3,00	8,00	4,00
	7,00	8,00	9,00	1,00	6,00	6,00	6,00	6,00	8,00	6,00	9,00	5,00	7,00	6,00	8,00	6,00	9,00	5,00
	8,00	9,00	9,00	1,00	7,00	7,00	7,00	7,00	9,00	7,00	9,00	6,00	8,00	7,00	9,00	7,00	9,00	6,00
	0,70	0,90	1,00	0,50	0,80	0,30	0,80	0,80	0,90	0,30	0,85	0,60	0,70	0,80	9,00	0,30	0,85	0,60
	0,25	0,10	0,00	0,50	0,15	0,75	0,15	0,15	0,10	0,75	0,10	0,35	0,25	0,15	0,10	0,75	0,10	0,35
0,30	0,10	0,00	0,50	0,20	0,70	0,20	0,20	0,10	0,70	0,15	0,40	0,30	0,20	0,10	0,70	0,15	0,40	
C4	9,00	7,00	2,00	1,00	6,00	4,00	7,00	7,00	4,00	7,00	6,00	3,00	9,00	7,00	4,00	5,00	6,00	3,00
	9,00	8,00	3,00	1,00	7,00	5,00	8,00	8,00	5,00	8,00	7,00	4,00	9,00	8,00	5,00	6,00	7,00	4,00
	9,00	9,00	6,00	1,00	8,00	6,00	9,00	9,00	6,00	9,00	8,00	5,00	9,00	9,00	6,00	7,00	8,00	5,00
	9,00	9,00	7,00	1,00	9,00	7,00	9,00	9,00	7,00	9,00	9,00	6,00	9,00	9,00	7,00	8,00	9,00	6,00
	1,00	0,85	0,30	0,50	0,90	0,80	0,85	0,85	0,80	0,85	0,90	0,60	1,00	0,85	0,80	0,70	0,90	0,60
	0,00	0,10	0,75	0,50	0,10	0,15	0,10	0,10	0,15	0,10	0,10	0,35	0,00	0,10	0,15	0,25	0,10	0,35
0,00	0,15	0,70	0,50	0,10	0,20	0,15	0,15	0,20	0,15	0,10	0,40	0,00	0,15	0,20	0,30	0,10	0,40	
C5	5,00	6,00	9,00	1,00	2,00	4,00	4,00	5,00	1,00	6,00	6,00	9,00	4,00	5,00	1,00	6,00	9,00	7,00
	6,00	7,00	9,00	1,00	3,00	5,00	5,00	6,00	2,00	7,00	7,00	9,00	5,00	6,00	2,00	7,00	9,00	8,00
	7,00	8,00	9,00	1,00	6,00	6,00	6,00	7,00	4,00	8,00	8,00	9,00	6,00	7,00	4,00	8,00	9,00	9,00
	8,00	9,00	9,00	1,00	7,00	7,00	7,00	8,00	5,00	9,00	9,00	9,00	7,00	8,00	5,00	9,00	9,00	9,00
	0,70	0,90	1,00	0,50	0,30	0,80	0,80	0,70	0,40	0,90	0,90	1,00	0,80	0,70	0,40	0,90	1,00	0,85
	0,25	0,10	0,00	0,50	0,75	0,15	0,15	0,25	0,65	0,10	0,10	0,00	0,15	0,25	0,65	0,10	0,00	0,10
0,30	0,10	0,00	0,50	0,70	0,20	0,20	0,30	0,60	0,10	0,10	0,00	0,20	0,30	0,60	0,10	0,00	0,15	
C6	6,00	9,00	1,00	2,00	4,00	5,00	3,00	4,00	1,00	5,00	2,00	5,00	3,00	4,00	1,00	5,00	2,00	5,00
	7,00	9,00	1,00	3,00	5,00	6,00	4,00	5,00	1,00	6,00	3,00	6,00	4,00	5,00	1,00	6,00	3,00	6,00
	8,00	9,00	1,00	6,00	6,00	7,00	5,00	6,00	1,00	7,00	6,00	7,00	5,00	6,00	1,00	7,00	6,00	7,00
	9,00	9,00	1,00	7,00	7,00	8,00	6,00	7,00	1,00	8,00	7,00	8,00	6,00	7,00	1,00	8,00	7,00	8,00
	0,90	1,00	0,50	0,30	0,80	0,70	0,60	0,80	0,50	0,70	0,30	0,70	0,60	0,80	0,50	0,70	0,30	0,70
	0,10	0,00	0,50	0,75	0,15	0,25	0,35	0,15	0,50	0,25	0,75	0,25	0,35	0,15	0,50	0,25	0,75	0,25
0,10	0,00	0,50	0,70	0,20	0,30	0,40	0,20	0,50	0,30	0,70	0,30	0,40	0,20	0,50	0,30	0,70	0,30	
C7	4,00	6,00	1,00	9,00	1,00	2,00	4,00	4,00	6,00	5,00	2,00	1,00	4,00	3,00	6,00	5,00	1,00	1,00
	5,00	7,00	1,00	9,00	2,00	3,00	5,00	5,00	7,00	6,00	3,00	2,00	5,00	4,00	7,00	6,00	2,00	1,00
	6,00	8,00	1,00	9,00	4,00	6,00	6,00	6,00	8,00	7,00	6,00	4,00	6,00	5,00	8,00	7,00	4,00	1,00
	7,00	9,00	1,00	9,00	5,00	7,00	7,00	7,00	9,00	8,00	7,00	5,00	7,00	6,00	9,00	8,00	5,00	1,00
	0,80	0,90	0,50	1,00	0,40	0,30	0,80	0,80	0,90	0,70	0,30	0,40	0,80	0,60	0,90	0,70	0,40	0,50
	0,15	0,10	0,50	0,00	0,65	0,75	0,15	0,15	0,10	0,25	0,75	0,65	0,15	0,35	0,10	0,25	0,65	0,50
0,20	0,10	0,50	0,00	0,60	0,70	0,20	0,20	0,10	0,30	0,70	0,60	0,20	0,40	0,10	0,30	0,60	0,50	
C8	6,00	4,00	1,00	1,00	2,00	9,00	3,00	4,00	1,00	2,00	6,00	9,00	3,00	4,00	1,00	1,00	6,00	9,00
	7,00	5,00	2,00	1,00	3,00	9,00	4,00	5,00	2,00	3,00	7,00	9,00	4,00	5,00	1,00	2,00	7,00	9,00
	8,00	6,00	4,00	1,00	6,00	9,00	5,00	6,00	4,00	6,00	8,00	9,00	5,00	6,00	1,00	4,00	8,00	9,00
	9,00	7,00	5,00	1,00	7,00	9,00	6,00	7,00	5,00	7,00	9,00	9,00	6,00	7,00	1,00	5,00	9,00	9,00
	0,90	0,80	0,40	0,50	0,30	1,00	0,60	0,80	0,40	0,30	0,90	1,00	0,60	0,80	0,50	0,40	0,90	1,00
	0,10	0,15	0,65	0,50	0,75	0,00	0,35	0,15	0,65	0,75	0,10	0,00	0,35	0,15	0,50	0,65	0,10	0,00
0,10	0,20	0,60	0,50	0,70	0,00	0,40	0,20	0,60	0,70	0,10	0,00	0,40	0,20	0,50	0,60	0,10	0,00	

Karar vericilerin kararların değerlendirilmesinde birinin diğerine göre bir üstünlüğü olmadığı şeklinde yapılan değerlendirmenin ışığında analizlerde tüm karar vericiler eşit öneme sahip olarak değerlendirilmektedir. Analizde N-ahp ağırlıkları ise, kriter ağırlıkları olarak kullanılmaktadır. Bu ağırlıkların ve TNWAA metodunun kullanılmasıyla ortak grup matrisi elde edilmektedir. İlgili değerler Tablo 10'da paylaşılmaktadır.

Tablo 10. N-AHP ağırlıklı karar vericilerin birleştirilmiş N-TOPSIS karar matrisi.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6		A1	A2	A3	A4	A5	A6
C1	0,17	0,09	0,27	0,10	0,09	0,15	C5	0,13	0,16	0,06	0,10	0,14	0,19
	0,52	0,33	0,74	0,35	0,27	0,49		0,36	0,43	0,23	0,25	0,39	0,49
	3,04	2,79	4,02	2,79	1,53	3,38		1,98	2,30	1,65	1,26	2,37	2,47
	8,38	7,76	9,98	7,54	4,06	9,17		5,44	6,18	4,52	3,22	6,15	6,15
	0,72	0,41	0,91	0,49	0,68	0,62		0,77	0,76	0,54	0,74	0,65	0,88
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C2	0,12	0,19	0,06	0,07	0,22	0,28	C6	0,06	0,09	0,02	0,06	0,04	0,08
	0,38	0,56	0,23	0,22	0,61	0,74		0,19	0,24	0,04	0,19	0,14	0,24
	2,53	3,46	2,49	1,39	3,62	4,12		1,18	1,39	0,20	1,34	1,21	1,41
	7,14	9,35	7,07	3,73	9,40	10,17		3,41	3,78	0,50	3,80	3,48	3,98
	0,66	0,86	0,33	0,56	0,79	0,96		0,69	0,86	0,50	0,53	0,42	0,70
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C3	0,12	0,12	0,18	0,04	0,15	0,07	C7	0,03	0,04	0,03	0,05	0,01	0,01
	0,37	0,36	0,49	0,13	0,44	0,23		0,09	0,09	0,07	0,12	0,04	0,03
	2,18	2,17	2,73	1,08	2,58	1,75		0,43	0,45	0,29	0,55	0,33	0,21
	6,02	5,98	7,08	2,88	6,51	4,97		1,18	1,22	0,73	1,41	0,94	0,55
	0,73	0,83	0,93	0,36	0,83	0,48		0,80	0,76	0,74	0,79	0,36	0,39
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C4	0,22	0,18	0,08	0,09	0,16	0,09	C8	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	0,06
	0,55	0,51	0,27	0,23	0,44	0,27		0,06	0,06	0,02	0,02	0,07	0,11
	2,77	2,77	1,84	1,22	2,46	1,63		0,34	0,35	0,15	0,17	0,43	0,53
	6,63	6,63	5,15	3,06	6,63	4,65		1,17	1,19	0,50	0,56	1,41	1,53
	0,95	0,85	0,58	0,67	0,90	0,66		0,69	0,80	0,43	0,39	0,62	1,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Bir sonraki adımda, Pozitif İdeal Çözüm (A^+) ve Negatif İdeal Çözüm (A^-) değerleri belirlenir. Tablo 11’de ilgili değerler görülmektedir.

Tablo 11. TOPSIS Pozitif İdeal Çözüm (A^+) ve Negatif İdeal Çözüm (A^-) değerleri.

	C1						
A+	9,00	9,00	1,00	1,00	0,30	0,00	0,00
A-	1,00	1,00	9,00	9,00	1,00	0,75	0,70
	C2						
A+	9,00	9,00	1,00	1,00	0,30	0,00	0,00
A-	1,00	1,00	9,00	9,00	1,00	0,75	0,70
	C3						
A+	9,00	9,00	1,00	1,00	0,30	0,00	0,00
A-	1,00	1,00	9,00	9,00	1,00	0,75	0,70
	C4						
A+	9,00	9,00	1,00	1,00	0,30	0,00	0,00
A-	1,00	1,00	9,00	9,00	1,00	0,75	0,70
	C5						
A+	9,00	9,00	1,00	1,00	0,30	0,00	0,00
A-	1,00	1,00	9,00	9,00	1,00	0,75	0,70
	C6						
A+	9,00	9,00	1,00	1,00	0,30	0,00	0,00
A-	1,00	1,00	9,00	9,00	1,00	0,75	0,70
	C7						
A+	9,00	9,00	1,00	1,00	0,30	0,00	0,00
A-	1,00	1,00	9,00	9,00	1,00	0,75	0,70
	C8						
A+	9,00	9,00	1,00	1,00	0,30	0,00	0,00
A-	1,00	1,00	9,00	9,00	1,00	0,75	0,70

Sonraki adımda, alternatiflerin Pozitif İdeal Çözüm (A^+) ve Negatif İdeal Çözüm (A^-) değerlerine olan uzaklıkları hesaplanır. Bu değerler sırasıyla aşağıda yer almaktadır:

$$d_1^+ = 1,0986, d_2^+ = 1,2348, d_3^+ = 0,3834, d_4^+ = 0,3406, d_5^+ = 1,0966, d_6^+ = 1,2085$$

$$d_1^- = 0,8286, d_2^- = 0,6075, d_3^- = 1,0042, d_4^- = 0,9718, d_5^- = 0,8313, d_6^- = 0,6325$$

Aşağıda yer alan formül ile alternatiflere ait göreceli yakınlık katsayıları hesaplanır.

$$RCC = \frac{d_i^+}{d_i^+ + d_i^-} \cdot (i = 1, 2, \dots, m) \quad (28)$$

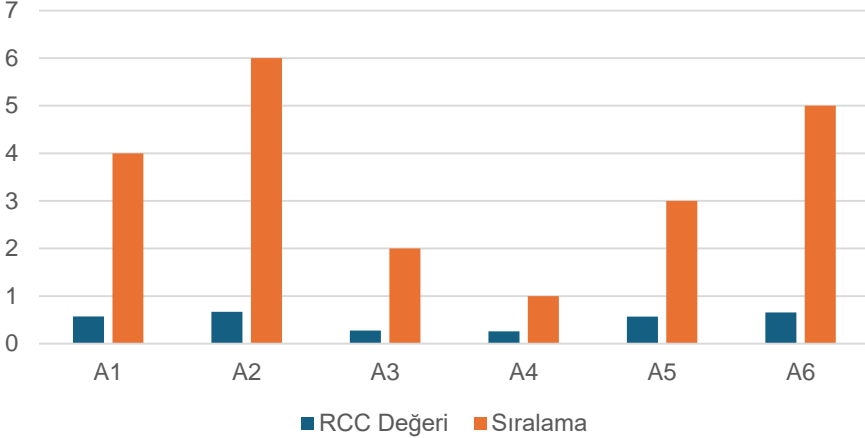
Alternatiflerin ideal çözüme yakınlık değerleri sırasıyla şu şekildedir:

$$\mathbf{RCC}_1 = 0,57004981, \mathbf{RCC}_2 = 0,67024914, \mathbf{RCC}_3 = 0,27630441, \\ \mathbf{RCC}_4 = 0,25952453, \mathbf{RCC}_5 = 0,56880544, \mathbf{RCC}_6 = 0,65643672$$

Göreceli yakınlık katsayısına göre sıralamayı en iyiden en kötüye alabiliriz. Alternatifleri sıralamak için göreceli yakınlık katsayısını kullanıp. RCC değeri ne kadar küçük olursa, ilgili alternatifin (A_i) o kadar iyi bir alternative olduğu söylenebilir.

Alternatiflerin N-TOPSIS nihai sıralaması şu şekilde oluşmaktadır.

Alternatiflerin Değerlendirilmesi



4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, denizcilik sektöründe kullanılacak alternatif yakıtların belirlenmesi ve en uygun yakıtın seçilmesi amacıyla nütrosifik AHP tabanlı TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen veriler, gemi yakıtları için kritik olan çeşitli kriterlere dayalı kapsamlı bir değerlendirme sunmuştur.

4.1 Kriterlerin Ağırlıkları ve Değerlendirme

Nütrosifik AHP yöntemi kullanılarak belirlenen kriter ağırlıkları, alternatif yakıtların değerlendirilmesinde hangi faktörlerin daha önemli olduğunu ortaya koymuştur:

C1 (Enerji Depolama Yoğunluğu): Gemilerin performansı ve yakıtın enerji verimliliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Bu kriter, alternatif hidrojen taşıyıcılarının bünyesinde bulunan hidrojenin gravimetrik ve hacimsel olarak ne kadar enerji sağlayabildiğini ifade eder ve yüksek enerji yoğunluğu, gemilerin daha uzun seyir sürelerinde verimli bir şekilde kullanımına olanak sağlamaktadır.

C2 (Gemiye Adaptasyon): Bu kriter, alternatif yakıtın mevcut gemi sistemlerine entegrasyon kolaylığını ifade eder ve en yüksek ağırlığa sahiptir. Gemiye adaptasyon, pratikte yakıtın kullanılabilirliğini artırır ve operasyonel zorlukları minimize eder.

C3 (Yeniden Kullanılabilirlik) ve C4 (Zehirlilik): Çevresel sürdürülebilirlik ve çevre sağlığı açısından önemlidir. Yeniden kullanılabilirlik, yakıtın çevre dostu olmasını sağlarken, düşük toksisite, denizcilik sektöründe güvenliği ve çevresel korumayı destekler.

C5 (Güvenlik): Güvenlik, denizcilik sektöründe her zaman birinci önceliktir. Alternatif yakıtların güvenlik kriterlerine uygun olması, kazaların ve tehlikeli durumların önlenmesinde kritik bir faktördür.

C6 (Çevresel Etki): Alternatif yakıtların çevresel sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi, karbon ayak izinin azaltılmasında ve çevre koruma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde önemli bir rol oynar.

C7 (Maliyet) ve C8 (Ulaşılabilirlik/Temin Etme Kolaylığı): Bu kriterler, ekonomik sürdürülebilirlik ve pratik kullanım açısından değerlendirilmiştir. Ancak analiz sonuçlarına göre diğer kriterlere göre daha düşük ağırlıklara sahiptir. Bu durum, ekonomik faktörlerin ve temin etme kolaylığının, teknik ve çevresel faktörlere göre daha az öncelikli olduğunu göstermektedir.

4.2 Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Alternatiflerin N-TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan değerlendirmesi sonucunda, ideal çözüme yakınlık değerlerine göre alternatiflerin sıralaması şu şekilde belirlenmiştir:

A4 (Sodyum Bor Hidrür): En iyi alternatif olarak öne çıkmıştır. Yüksek enerji yoğunluğu ve çevresel uyumluluğu ile dikkat çekmektedir. Sodyum Bor Hidrür, yüksek enerji depolama kapasitesine sahip olup, çevre dostu bir yakıt olarak öne çıkmaktadır.

A3 (Sıvı Hidrojen): İkinci sırada yer almakta olup, yüksek enerji yoğunluğu ve temiz enerji kaynağı olması nedeniyle tercih edilmiştir. Sıvı

hidrojen, yanma sonucu yalnızca su buharı üretir ve bu nedenle çevresel etkisi minimaldir.

A5 (Metanol): Üçüncü sırada yer alarak, yeniden kullanılabilirliği ve düşük maliyeti ile öne çıkmıştır. Metanol, kolay üretilebilir ve taşınabilir bir yakıt olup, birçok mevcut gemi motoru için uygun bir alternatiftir.

A1 (Amonyak): Dördüncü sırada yer almakta olup, iyi bir çevresel etkiye sahip olmasına rağmen diğer kriterlerde daha düşük performans göstermiştir. Amonyak, düşük karbon içeriği ile çevre dostu bir alternatif olmasına rağmen, toksikliği ve güvenlik riskleri nedeniyle daha az tercih edilmiştir.

A6 (LNG): Beşinci sırada yer almıştır. Mevcut altyapıya adaptasyonu kolay olmasına rağmen, çevresel etkileri ve maliyet açısından diğer alternatiflerin gerisinde kalmıştır. LNG, fosil yakıt olduğu için karbon emisyonları açısından dezavantajlıdır.

A2 (Sıvılaştırılmış Amonyak): En düşük performansa sahip alternatif olarak belirlenmiştir. Gemiye adaptasyon ve güvenlik kriterlerinde diğer alternatiflerin gerisinde kalmıştır. Sıvılaştırılmış amonyak, taşınabilirliği ve depolanması zor olması nedeniyle pratikte daha az tercih edilir.

4.3 Ana Bulgular

C1 ve C2 En Önemli Kriterler: Denizcilik sektöründe karbonsuz yakıt kullanımı, sürdürülebilir ve çevre dostu bir gelecek için kritik öneme sahiptir. Gemilerde kullanılacak karbonsuz yakıt olan hidrojen yakıtını taşıma yöntemlerinin belirlenmesi kapsamında yapılan çalışmada, alternatif taşıyıcıların enerji depolama yoğunlukları ve gemiye adaptasyon parametreleri, uzmanlar tarafından yapılan anket değerlendirmeleri ve bu sonuçların gerçekleştirmiş olduğumuz nütrosifik AHP analizi ile değerlendirilmesi ile en etkili kriterler olarak karşımıza çıkmıştır. Enerji depolama yoğunluğu, bir taşıyıcının en önemli özelliklerinden biridir çünkü bu, yenilenebilir enerji tedarik zincirinde önemli maliyet etkilerine sahiptir. En iyi taşıyıcılar hem gravimetrik hem de volumetrik olarak yüksek miktarda enerji depolayablenlerdir. Gemiye adaptasyon süreci ise, kullanılacak taşıyıcının mevcut gemilerde minimum değişiklik ile kullanıma olanak sağlaması uzmanlar tarafından ortak görüş olarak ortaya çıkmaktadır. Gemilerde gerçekleştirilecek modifikasyonlar, maliyetleri önemli ölçüde artıracaktır ve aynı zamanda gemilerin uzun süreli beklemelerine neden olarak bu kayıpların artması endişelerininide beraberinde getirmektedir.

C7 ve C8 Daha Az Önemli: Ekonomik faktörler ve temin etme kolaylığı, diğer kriterlere göre uzman değerlendirmeleri neticesinde ilk değerlendirmelere göre daha düşük ağırlıklara sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışma, değerlendiricilerin genellikle teknik ve çevresel faktörleri daha ön planda tutarak değerlendirmelerini yaptıklarını göstermektedir. Bu durum, Paris İklim Antlaşması ve IMO tarafından ortaya konulan sıfır karbon emisyonu hedeflerine uzmanların artık daha fazla önem verdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Çalışmada, uzun vadede sürdürülebilir ve çevre dostu alternatif hidrojen taşıyıcılarının tercih edilmesinin önemini ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda uzmanlara sunulan alternatif taşıyıcılar içerisinde özellikle Sodyum Bor Hidrür (NaBH_4) en uygun alternatif hidrojen taşıyıcısı olduğu görülmüştür. NaBH_4 ilk olarak 1940'lı yıllarda keşfedilmiş hidrojen taşıyıcısı olarak bilinen bir bileşiktir. Bu bileşik, yüksek bir gravimetrik hidrojen yoğunluğuna sahip olması ile (%10,8 ağırlık) yüksek miktarda hidrojen gazı üretme kapasitesine sahiptir. NaBH_4 , oda koşullarında su ile hidrolize olarak hidrojen üretimi gerçekleştirebilmektedir. Bu durum uzmanlar tarafından temiz ve çevreci bir alternatif olarak değerlendirilerek en uygun hidrojen taşıyıcısı olarak belirlenmiştir.

Sıvı Hidrojen ve Metanol Öne Çıkan Diğer Alternatifler: Sıvı Hidrojen, temiz enerji kaynağı olarak önemli bir seçenek olup, yüksek enerji yoğunluğuyla dikkat çekmektedir. Metanol ise yeniden kullanılabilirliği ve maliyet avantajı ile öne çıkmaktadır.

Amonyak, Sıvılaştırılmış Amonyak ve LNG: Bu alternatifler, diğerlerine göre daha düşük performans göstermiş olup, özellikle çevresel etkiler ve maliyet açısından daha az tercih edilir durumdadır.

4.4 Genel Değerlendirme

Bu çalışmanın sonuçları, denizcilik sektöründe kullanılacak alternatif hidrojen taşıyıcılarının belirlenmesi sürecinde kritik öneme sahip kriterlerin ortaya konulmasını ve bu kriterler arasında nasıl bir denge kurulması gerektiğini belirlemek amacıyla büyük önem taşımaktadır. Nötrosofik AHP tabanlı TOPSIS yöntemi, alternatif hidrojen taşıyıcılarının çok boyutlu ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlayarak, karar vericilerin daha bilinçli ve stratejik kararlar almasına olanak tanımıştır.

4.5 Tez Çalışmasının Katkıları

Çevresel Sürdürülebilirlik: Alternatif yakıtların çevresel etkilerinin değerlendirilmesi, denizcilik sektöründe sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunmuştur.

Enerji Verimliliği ve Maliyet: Enerji verimliliği ve maliyet optimizasyonu, sektörün ekonomik sürdürülebilirliğini desteklemiş ve fosil yakıtların sınırlı kaynaklarına bağımlılığı azaltmıştır.

Regülasyonlara Uyum: Uluslararası düzenlemelere uyum sağlama konusunda gemi operatörlerine ve sahiplerine pratik çözümler sunulmuştur.

Teknolojik Gelişme ve Yenilik: Alternatif yakıtların kullanımı, sektörde teknolojik yeniliklerin ve Ar-Ge faaliyetlerinin teşvik edilmesine olanak tanımıştır.

Çok Kriterli Karar Verme: Nötrosifik AHP tabanlı TOPSIS yöntemi, farklı kriterler arasında denge kurarak en uygun alternatifin belirlenmesini sağlamış ve karar vericilerin daha stratejik kararlar almasına yardımcı olmuştur.

Sonuç olarak, bu tez çalışması, denizcilik sektöründe alternatif yakıtların belirlenmesi sürecinde yenilikçi ve bütüncül bir yaklaşım sunarak, sektörün daha sürdürülebilir, ekonomik ve çevre dostu bir geleceğe adım atmasına katkıda bulunmuştur. Bu çalışma, hem akademik literatüre değerli bir katkı sağlamakta hem de sektördeki uygulayıcılara pratik çözümler sunmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü öğrencileri Furkan AKBAŞ ve Ali YILDIZ tarafından Lisans Bitirme Çalışması kapsamında hazırlanmıştır.

KAYNAKLAR

Aakko-Saksa, P. T., Cook, C., Kiviaho, J., & Repo, T. (2018). Liquid organic hydrogen carriers for transportation and storing of renewable energy – Review and discussion. *Journal of Power Sources*, 396, 803-823. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.04.011>

Appl, M. (2000). Ammonia. İçinde *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/14356007.a02_143

Arteconi, A., Brandoni, C., Evangelista, D., & Polonara, F. (2010). Life-cycle greenhouse gas analysis of LNG as a heavy vehicle fuel in Europe. *Applied Energy*, 87(6), 2005-2013.

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.11.012>

Bansode, A., & Urakawa, A. (2014). Towards full one-pass conversion of carbon dioxide to methanol and methanol-derived products. *Journal of Catalysis*, 309, 66-70. <https://doi.org/10.1016/j.jcat.2013.09.005>

Biswas, P., Pramanik, S., & Giri, B. (2019). Neutrosophic TOPSIS with group decision making. İçinde *Studies in Fuzziness and Soft Computing* (ss. 543-585). https://doi.org/10.1007/978-3-030-00045-5_21

Bos, M. J., & Brilman, D. W. F. (2015). A novel condensation reactor for efficient CO₂ to methanol conversion for storage of renewable electric energy. *Chemical Engineering Journal*, 278, 527-532.

<https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.10.059>

Bracha, M., Lorenz, G., Patzelt, A., & Wanner, M. (1994). Large-scale hydrogen liquefaction in Germany. *International Journal of Hydrogen Energy*, 19(1), 53-59. [https://doi.org/10.1016/0360-3199\(94\)90177-5](https://doi.org/10.1016/0360-3199(94)90177-5)

Broumi, S., Bakali, A., & Bahnasse, A. (2018). Neutrosophic sets: An overview. *Infinite Study*.

Burel, F., Taccani, R., & Zuliani, N. (2013). Improving sustainability of maritime transport through utilization of Liquefied Natural Gas (LNG) for propulsion. *Energy*, 57, 412-420. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.05.002>

Chen, C.-T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1-9. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1)

Chen, Y., Ma, J., Han, B., Zhang, P., Hua, H., Chen, H., & Su, X. (2018). Emissions of automobiles fueled with alternative fuels based on engine technology: A review. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 5(4), 318-334. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2018.05.001>

Crabtree, G. W., Dresselhaus, M. S., & Buchanan, M. V. (2004). The Hydrogen Economy. *Physics Today*, 57(12), 39-44.

<https://doi.org/10.1063/1.1878333>

Ersoy, Y. (2021). AHP VE TOPSIS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK TEKSTİL SEKTÖRÜNDE PERSONEL SEÇİMİ. *Kafdağı*, 6(1), 60-78. <https://doi.org/10.51469/kafdagi.948358>

European Commission. Joint Research Centre. (2016). *Alternative fuels for marine and inland waterways*. LU: Publications Office. Geliş tarihi gönderen <https://data.europa.eu/doi/10.2790/227559>

Gardiner, M., & Satyapal, S. (2009). Energy requirements for hydrogen gas compression and liquefaction as related to vehicle storage needs. *DOE hydrogen and fuel cells program record, 9013*.

Giddey, S., Badwal, S., Munnings, C., & Dolan, M. (2017). Ammonia as a Renewable Energy Transportation Media. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 5*. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.7b02219>

Golden, B. L., Wasil, E. A., & Harker, P. T. (2012). *The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies*. Springer Science & Business Media.

Hadi-Vencheh, A., & Mirjaberi, M. (2014). Fuzzy inferior ratio method for multiple attribute decision making problems. *Information Sciences, 277*, 263-272. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.02.019>

Hagen, A., Langnickel, H., & Sun, X. (2019). Operation of solid oxide fuel cells with alternative hydrogen carriers. *International Journal of Hydrogen Energy, 44*(33), 18382-18392. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.05.065>

Hayaty, M., Mohammadi, M. T., Rezaei, A., & Shayestehfar, M. R. (2014). Risk assessment and ranking of metals using FDAHP and TOPSIS. *Mine Water and the Environment, 33*(2), 157-164.

Hwang, C.-L., & Yoon, K. (1981). Methods for Multiple Attribute Decision Making. İçinde C.-L. Hwang & K. Yoon (Ed.), *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-of-the-Art Survey* (ss. 58-191). Berlin, Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3

Karadayi-Usta, S. (2022). A novel neutrosophic set based hierarchical challenge analysis approach for servicizing business models: A case study of car share service network. *Computers & Industrial Engineering, 163*, 107795. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107795>

Khalilpour, K. R., Pace, R., & Karimi, F. (2020). Retrospective and prospective of the hydrogen supply chain: A longitudinal techno-historical analysis. *International Journal of Hydrogen Energy, 45*(59), 34294-34315. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.02.099>

Kojima, Y. (2019). Hydrogen storage materials for hydrogen and energy carriers. *International Journal of Hydrogen Energy*, 44(33), 18179-18192. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.05.119>

Kumar, S., Kwon, H.-T., Choi, K.-H., Lim, W., Cho, J. H., Tak, K., & Moon, I. (2011). LNG: An eco-friendly cryogenic fuel for sustainable development. *Applied Energy*, 88(12), 4264-4273. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.06.035>

Leung, L. C., & Cao, D. (2000). On consistency and ranking of alternatives in fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 124(1), 102-113. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(99\)00118-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(99)00118-6)

Liberatore, M. J. (1982). Book Review of the Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation by Thomas L. Saaty. *American Journal of Mathematical and Management Sciences*, 2(2), 165-172. <https://doi.org/10.1080/01966324.1982.10737095>

Liquid Hydrogen: Fuel of the Future - Peschka, Walter: 9783709191286 - AbeBooks. (t.y.). Geliş tarihi 18 Mayıs 2024, gönderen <https://www.abebooks.com/9783709191286/Liquid-Hydrogen-Fuel-Future-Peschka-3709191289/plp>

Muir, S. S., & Yao, X. (2011). Progress in sodium borohydride as a hydrogen storage material: Development of hydrolysis catalysts and reaction systems. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36(10), 5983-5997. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2011.02.032>

Müller, K., & Arlt, W. (2013). Status and Development in Hydrogen Transport and Storage for Energy Applications. *Energy Technology*, 1(9), 501-511. <https://doi.org/10.1002/ente.201300055>

Najibi, H., Rezaei, R., Javanmardi, J., Nasrifar, Kh., & Moshfeghian, M. (2009). Economic evaluation of natural gas transportation from Iran's South-Pars gas field to market. *Applied Thermal Engineering*, 29(10), 2009-2015. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2008.10.008>

Ogden, J., Jaffe, A. M., Scheitrum, D., McDonald, Z., & Miller, M. (2018). Natural gas as a bridge to hydrogen transportation fuel: Insights from the literature. *Energy Policy*, 115, 317-329. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.049>

Peng, J., Wang, J., Wang, J., Zhang, H., & Chen, X. (2016). Simplified neutrosophic sets and their applications in multi-criteria group decision-making problems. *International Journal of Systems Science*, 47(10), 2342-2358. <https://doi.org/10.1080/00207721.2014.994050>

Pospisil, J., Charvat, P., Arsenyeva, O., Klimes, L., Špiláček, M., & Klemeš, J. (2019). Energy demand of liquefaction and regasification of natural gas and the potential of LNG for operative thermal energy storage. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 99, 1-15.

<https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.09.027>

Profio, P. D. (2009). Comparison of hydrogen hydrates with existing hydrogen storage technologies: Energetic and economic evaluations. *International Journal of Hydrogen Energy*. Geliş tarihi gönderen https://www.academia.edu/13667050/Comparison_of_hydrogen_hydrates_with_existing_hydrogen_storage_technologies_Energetic_and_economic_evaluations

Radwan, N. M., Senousy, M. B., & Alaa El Din, M. R. (2016). *Neutrosophic AHP multi criteria decision making method applied on the selection of learning management system*. Infinite Study.

Review of Maritime Transport 2023 | UNCTAD. (t.y.). Geliş tarihi 17 Mayıs 2024, gönderen <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2023>

Rosenstiel, D. von, Bünger, U., Schmidt, P. R., Weindorf, W., Wurster, R., & Zerhusen, J. (2014). LNG in Germany: Liquefied natural gas and renewable methane in heavy-duty road transport. *German Energy Agency: Berlin, Germany*.

Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—What it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3), 161-176.

[https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)

Saaty, T. L. (2005). Analytic Hierarchy Process. İçinde *Encyclopedia of Biostatistics*. John Wiley & Sons, Ltd.

<https://doi.org/10.1002/0470011815.b2a4a002>

Satyapal, S., Petrovic, J., Read, C., Thomas, G., & Ordaz, G. (2007). The U.S. Department of Energy's National Hydrogen Storage Project: Progress towards meeting hydrogen-powered vehicle requirements. *Catalysis Today*, 120(3), 246-256. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2006.09.022>

Schlapbach, L., & Züttel, A. (2001). Hydrogen-storage materials for mobile applications. *Nature*, 414(6861), 353-358.

<https://doi.org/10.1038/35104634>

Schlesinger, H. I., Brown, H. C., Finholt, A. E., Gilbreath, J. R., Hoekstra, H. R., & Hyde, E. K. (1953). Sodium Borohydride, Its Hydrolysis and its Use as a Reducing Agent and in the Generation of Hydrogen¹. *Journal*

of the American Chemical Society, 75(1), 215-219.
<https://doi.org/10.1021/ja01097a057>

Schüth, F., Palkovits, R., Schlögl, R., & Su, D. S. (2012). Ammonia as a possible element in an energy infrastructure: Catalysts for ammonia decomposition. *Energy & Environmental Science*, 5(4), 6278-6289.
<https://doi.org/10.1039/C2EE02865D>

Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG). (t.y.). Geliş tarihi 17 Mayıs 2024, gönderen <https://www.shell.com.tr/kurumsal-musteriler/shell-lng/liquefied-natural-gas-lng.html>

Sinigaglia, T., Eduardo Santos Martins, M., & Cezar Mairesse Siluk, J. (2022). Technological evolution of internal combustion engine vehicle: A patent data analysis. *Applied Energy*, 306, 118003.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118003>

Smarandache, F. (2021). *Indeterminacy in neutrosophic theories and their applications*. Infinite Study.

Smarandache, F., & Pramanik, S. (2016). *New trends in neutrosophic theory and applications* (C. 1). Infinite Study.

Sotoodeh, F., & Smith, K. J. (2013). An overview of the kinetics and catalysis of hydrogen storage on organic liquids. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 91(9), 1477-1490. <https://doi.org/10.1002/cjce.21871>

Starling, K. E., Ding, E. R., Harwell, J. H., & Mallinson, R. G. (1995). Method for improving natural gas energy density at ambient temperatures. *Energy & fuels*, 9(6), 1062-1064.

Technology Roadmap Hydrogen and Fuel Cells. (t.y.).

Transport and Environment. (2024, Temmuz 18). What the IMO needs to do to meet its newest targets? Geliş tarihi 25 Temmuz 2024, gönderen Transport & Environment website:

<https://www.transportenvironment.org/articles/what-the-imo-needs-to-do-to-meet-its-newest-targets>

Türk Armatörler Birliği. (t.y.). Geliş tarihi 17 Mayıs 2024, gönderen <https://armatorlerbirligi.org.tr/>

Vafadarnikjoo, A., Badri Ahmadi, H., Liou, J., Botelho, T., & Chalvatzis, K. (2021a). Analyzing Blockchain Adoption Barriers in Manufacturing Supply Chains by the Neutrosophic Analytic Hierarchy Process. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04048-6>

Vafadarnikjoo, A., Badri Ahmadi, H., Liou, J., Botelho, T., & Chalvatzis, K. (2021b). Analyzing Blockchain Adoption Barriers in Manufacturing Supply

Chains by the Neutrosophic Analytic Hierarchy Process. *Annals of Operations Research*. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04048-6>

Ye, J. (2017). Some Weighted Aggregation Operators of Trapezoidal Neutrosophic Numbers and Their Multiple Attribute Decision Making Method. *Informatica*, 28(2), 387-402. <https://doi.org/10.15388/Informatica.2017.108>

Yiğit, K. (2018). *Gemi Teknolojisinde Alternatif Enerji Sistemlerinin Kullanım Potansiyelinin İncelenmesi*. 214.

Zamfirescu, C., & Dincer, I. (2008). Using ammonia as a sustainable fuel. *Journal of Power Sources*, 185(1), 459-465. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2008.02.097>

Zhuzhgov, A. V., Krivoruchko, O. P., Isupova, L. A., Mart'yanov, O. N., & Parmon, V. N. (2018). Low-Temperature Conversion of ortho-Hydrogen into Liquid para-Hydrogen: Process and Catalysts. Review. *Catalysis in Industry*, 10(1), 9-19. <https://doi.org/10.1134/S2070050418010117>

BÖLÜM II

SURİYE’DE KADINLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMASI VE EKONOMİK GÜÇLENMESİNİ DESTEKLEYEN PROJELERİN ANALİTİK AĞ SÜRECİ YÖNTEMİ İLE TASARLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

DESIGN AND EVALUATION OF PROJECTS SUPPORTING THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND ECONOMIC EMPOWERMENT OF WOMEN IN SYRIA WITH THE ANALYTICAL NETWORK PROCESS METHOD

Hasan HARAC¹ & Gökhan ÖZKAYA¹

*¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fak.,
İşletme Bölümü, Türkiye*

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir kalkınma ve kadınların ekonomik olarak güçlendirilmesi, herhangi bir toplumda sosyal ve ekonomik istikrara ulaşmanın iki temel yönüdür. Suriye savaş, çatışma ve bunun yansımaları nedeniyle birçok zorlukla karşı karşıya kalırken, sürdürülebilir kalkınmayı ve kadınların güçlendirilmesini desteklemek için araştırmalar ve istihdam destekleyici projeler son derece gerekli hale gelmektedir (Spengler, 2001, s. 44).

Mart 2011’de Suriye devriminin patlak vermesiyle kadınlar ekonomik ve siyasi haklarını elde etme ve rollerini üstlenme fırsatı bulmuş, ancak 12 yıl sonra çatışma, ekonominin tüm göstergelerinin bozulmasına ve standartların düşmesine neden olmuştur. Çatışmanın olumsuz etkileri genel olarak insani duruma, özelde ise kadınlara yansdı. Çünkü kadınlar Suriye’de 2011’den sonra toplumda ve aile yapısında yeni konumlar ve sorumluluklar almak zorunda kaldı. Ailenin geçimini sağlayan kişinin kaybı nedeniyle dul kalan kadınlar veya bombalama sonucu kocaları yaralanan ve sakat kalan kadınlar, diğer sorumluluklarına ek olarak evin geçimini sağlayan kişi rolünü üstlenmek durumunda kaldılar. Dolayısıyla aile ekonomisinin korunmasına ve

geliştirilmesine katkı sağlanması, kadının ekonomik kaynaklardan yararlanabilmesine bağlıdır.

Yıllarca süren çatışmalardan sonra kadınlar, bir ailenin sorumluluğu üstlenmenin yanı sıra, yerinden edilmenin getirdiği zorlu koşullara katlanmanın, işgücü piyasasına girmenin yollarını aramaya zorlandı. Bunun yanı sıra, mevcut kültürel yapı büyük ölçüde kadınların çalışmasına izin vermemektedir. Birçok istatistik, kadınların ekonomik varlıklarının toplumdaki gerçek varlıklarıyla eşit olmadığını, yani bağımsız bir ekonomik varlığa sahip olmadıklarını göstermektedir.

Kadınların ekonomik koşullarındaki ciddi bozulmaya rağmen, onları ekonomik olarak güçlendirmeye yönelik müdahalelerin hacmi sınırlı ve acil insani ihtiyaçları bile karşılamaktan uzaktır. Suriye'deki kadınlar, ülkede sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına etkili bir şekilde katkıda bulunma yeteneklerini olumsuz etkileyen, işe erişim ve siyasi katılım alanlarında büyük zorluklar yaşamaktadır. Bu nedenle, kadınların güçlendirilmesine dayalı kalkınma proje ve programlarının rolünün geliştirilmesi, kadınların statüsünü ve ekonomik ve sosyal rollerini geliştirecektir (Mayoux, 1998, ss. 66-73).

2. KADINLARIN EKONOMİK OLARAK GÜÇLENMESİNE İLİŞKİN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA HEDEFLERİ

Kadınların ekonomik olarak güçlendirilmesi sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin önemli bir parçasıdır. Kadınların ekonomik olarak güçlendirilmesiyle ilgili bazı önemli sürdürülebilir hedefler şu şekildedir:

- o Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (5): Toplumsal cinsiyet eşitliği:
 - a. Cinsiyet eşitliğini sağlamayı ve kadınları ve kız çocuklarını tüm ekonomik, sosyal ve politik yönlerden güçlendirmeyi amaçlamaktadır.
 - o Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (1): yoksulluğun ortadan kaldırılması:
 - b. Kadınlara eşit ekonomik fırsatlar sağlanması ve gelirlerinin artırılması da dahil olmak üzere, yoksulluğun her biçiminin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır.
 - o Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin Hedefi (8): İnsana yakışır iş ve ekonomik büyüme:
 - c. Sürdürülebilir ekonomik büyümeyi teşvik etmeyi ve kadınların güçlendirilmesi ve işgücü piyasasına entegre edilmesi de dahil olmak üzere herkese iş fırsatları sağlamayı amaçlamaktadır.
 - o Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (10): Eşitsizliklerin azaltılması:

d. Kadınlara ekonomik büyümeye katılım konusunda daha iyi fırsatlar sunarak ülkeler içindeki ve arasındaki ekonomik ve sosyal eşitsizlikleri azaltmayı amaçlamaktadır.

o Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi (17): Kalkınma için ortaklıklar:

e. Kadınların ekonomik açıdan güçlendirilmesini artırmak ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak amacıyla hükümetler, şirketler, sivil toplum ve uluslararası kuruluşlar arasında çok taraflı ortaklıkların kurulmasını teşvik eder.

Bu hedeflere ulaşmak, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına ve genel olarak kadınların ve toplulukların yaşam kalitesinin iyileştirilmesine ve güçlendirilmesine katkıda bulunur (Head, 1977, ss. 46-58).

2.1. Sürdürülebilir Kalkınmanın Boyutları ve Gereksinimleri

Sürdürülebilir kalkınmanın en önemli boyutları şu şekilde özetlenebilir:

2.1.1. Sürdürülebilir Kalkınmanın Ekonomik Boyutu

- Sanayileşmiş ülkelerde kişi başına tüketim düzeyinin, gelişmekte olan ülkelere kıyasla 33 kat arttığı gelişmiş ülkelerde, doğal kaynakların bireysel aşırı tüketiminin azaltılması.

- Doğal kaynakların akılcı ve optimal kullanılması.

- Yaşam standardını, ekonomik ve insani refahı ve sosyal yaşamı iyileştirmek.

- Kaynakların eşit dağılımı ve cinsiyetler arasındaki gelir eşitsizliğinin azaltılması.

- Etkin istihdam politikalarının benimsenmesi yoluyla işsizlik olgusuyla mücadele edilmesi.

- Hükümetin harcama önceliklerini belirlemektedir.

- Sermayenin daha verimli kullanılması.

- Ekonomik büyüme çevreyle uyumlu olmalıdır.

- Askeri harcamaların azaltılma (Munasinghe, 1993).

2.1.2. Sürdürülebilir Kalkınmanın Sosyal Boyutu

- İnsan unsurunun iyileştirilmesi.

- Nüfusun temel ihtiyaçlarının sağlanması.

- Sosyal refahın iyileştirilmesi.
- Aşırı büyümenin kaynaklar ve hükümetlerin çeşitli hizmetleri sağlama yeteneği üzerinde ciddi bir baskı oluşturması nedeniyle demografik büyümenin kontrol edilmesi.
- Şehirlere göçün yavaşlamasına yardımcı olmak için kırsal kalkınmanın desteklenmesi.
- Güvenliğin sağlanması, eğitim sektörünün ve sağlık hizmetlerinin geliştirilmesi, gıda sağlanması, yoksulluğun ve okuma yazma bilmemenin ortadan kaldırılması (Sachs ,2019) .

2.1.3. Sürdürülebilir Kalkınmanın Çevresel Boyutu

- Tarım alanlarının kentsel genişlemeden korunması, yeşil örtüsü ve ormanların muhafaza edilmesi.
- Yüzey ve yer altı suları ile tatlı su kaynaklarının korunması.
- Yağış düzeninin değişmemesini sağlamak için iklimi küresel ısınmadan korumak, yani iklimin ve coğrafı, biyolojik ve fiziksel sistemlerin istikrarının korunması (Olsen & Fenhann, 2008, s. 32) .

2.1.4. Sürdürülebilir Kalkınmanın Teknolojik Boyutu

- Endüstriyel alanlar başta olmak üzere her alanda temiz teknoloji ve teknolojilerin kullanılması.
- Kamu kuruluşları özel kuruluşlarla işbirliği yapmak zorundadır çünkü özel kuruluşlar büyük ölçüde modern teknolojilere bağımlıdır.
- Bilimsel seviyeyi ve bilgiyi yükseltmek için bilim, teknoloji ve yenilik konularında yeteneklerin oluşumunu teşvik etmek (Mebratu, 1998, s. 77).

3. DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: SURİYE’NİN KUZEYİNDE UYGULANAN KADINLARI DESTEKLEYEN PROJELERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1 Proje Yönetimi

Proje yönetimi: projenin hedeflerini etkili ve verimli bir şekilde başarmak için planlama, düzenleme, uygulama, izleme ve değerlendirme sürecidir. Proje, belirli bir süre içinde belirli sonuçları üretmeyi amaçlayan geçici bir çabadır ve sınırlı kaynaklar kullanılarak gerçekleştirilir. Bu, projenin tüm yönlerini planlamadan başlayarak tamamlanana kadar ve sonuçları sunulana kadar

düzenlemeyi ve yönetmeyi içerir (Crawford & Bryce, 2003, 33). İngiliz Proje Yönetimi Derneği, proje yönetimini şu şekilde tanımlamaktadır: belirli başlangıçları ve bitişleri olan ve önceden belirlenmiş bir maliyet, zaman ve kaliteye göre belirli hedeflere ulaşmak için kişiler veya Organizasyonlar tarafından uygulanan, birbirine bağlı, rutin olmayan bir faaliyetler grubu (Kerzner, 2018).Proje yönetimi beş temel aşamadan oluşur. Bu aşamalar projenin başarısını sağlamak için etkili organizasyon ve planlamanın temelini oluşturur. Beş aşama şunlardır (Guide, 2008):

3.1.1 Proje Başlangıcı

Proje yaşamının ilk aşamasıdır. Bu aşamada aşağıdaki görevler hazırlanır (Friedman & Cassar, 2004):

- Üzerinde çalışmak istediği projenin kimliğini belirlemek.
- İş vakası belgesi/proje başlama belgesi: Bu belge, projenin ihtiyacını ve faydalarını gerekçelendirir.
- Fizibilite çalışması: Proje Kaynakların değerlendirilmesi için yapılan inceleme.
- Tüm maliyetleri ve beklenen sorunları inceleme.
- Projeden yararlanacak kuruluşları ve ortakları belirlemek.
- Proje için belirlenen uygun yer ve lokasyonu belirlemek (Vanhoucke, 2013).

Gerekli Analizlerin Yapılması: Proje Analizi 13 ana Başlık Altında Toplanmıştır:

1. Bilgi Analizi: projenin dayandığı bilgileri ve yatırım kararı almak için gereken belgeleri içerip içermediğini inceleyen bir analiz türüdür. Bu analiz aynı zamanda, projenin çözüm getirdiği sorunlar ve konular, kısa ve uzun vadeli hedefleri, planları, programları ve diğer projelerle ilişkisi gibi konuları kapsar. Ayrıca, projenin hedeflediği grup veya kitlenin incelendiği bir aşamayı içerir. Bu aşamada, projenin temel bilgilerinin eksiksiz ve yeterli olup olmadığı değerlendirilir, böylece proje yöneticileri ve paydaşlar, doğru ve güvenilir bilgilere dayanarak etkili bir şekilde kararlar alabilirler (Kayadelen, 2021).

2. Kurumsal Analiz: bir projenin verildiği kurumun, referansları da göz önüne alınarak projeyi başarıyla gerçekleştirme kapasitesini değerlendiren bir aşamadır. Bu aşama aynı zamanda, projeyi üstlenen kurumun hukuki durumu, örgütsel yapısı, yönetim süreçleri, finansal durumu, ve personel yönetimi gibi faktörleri içerir. Ayrıca, yöneticilerin ve personelin nitelikleri ile deneyimleri de bu aşamada incelenir. Bu değerlendirme, projenin sürdürülebilirliği, etkin yönetimi ve başarılı bir şekilde tamamlanması için kurumsal yetenekleri anlamak amacıyla önemlidir (Kazan, 2020).

3. Pazar Analizi: projenin üreteceği ürünlerin veya hizmetlerin hangi koşullarda ve ne miktarda satılabileceğini veya kullanılabileceğini inceleyen bir aşamadır. Bu aşamada, kullanıcıların projeye ilişkin görüşleri toplanır. Aynı zamanda, üretilecek mal ve hizmetlerin tanımlanması, kalite standartları, ürün ve hizmetin geçmiş ve güncel taleplerini içeren istatistikler, üretim, tüketim, ithalat, ihracat ve fiyat istatistiklerinin incelenmesi, geçmiş ve mevcut talep ve eğilimlerin değerlendirilmesi, satış ve dağıtım kanallarının belirlenmesi, risk ve belirsizliklerin tanımlanması, tahmini pazar payı ve satış miktarının belirlenmesi, talep tahminlerinin yapılması gibi süreçlere odaklanılır.

4. Teknik Analiz: projenin teknik açıdan yapılabilirliğinin değerlendirildiği ve teknik tercihlerin belirlendiği bir aşamadır. Bu süreçte, uygulanacak veya kullanılacak teknoloji ve alternatifleri, kullanılması planlanan tesisin kapasitesi, hammadde ve diğer girdilerin özellikleri ile temin yöntemleri, makine ve donanım özellikleri gibi konular ele alınır. Ayrıca, yapılan teknik tercihlerin de dolaylı bir incelemesi yapılır. Bu aşama, projenin teknik olarak gerçekleştirilebilirliğini sağlamak ve optimum çözümleri belirlemek amacıyla önemlidir (Gedik vd., 2005).

5. Çevresel Analiz: projenin çevresel etkilerinin değerlendirildiği ve bu etkilerin yasal sınırlar içinde nasıl yönetilebileceğinin incelendiği bir analiz türüdür (Yiğit, 2011).

6. Finansal Analiz: projenin sorunsuz bir şekilde yürütülmesi için yeterli finansman kaynaklarına sahip olup olmadığını, yatırımcı kuruluşun mali yapısının projenin uygulanması ve işletilmesi için uygun olup olmadığını, ayrıca projenin genel yatırıma uygunluğunu belirlemek amacıyla incelenen bir aşamadır. Bu analiz, maliyet analizi, kaynak analizi ve ticari karlılık analizi olmak üzere üç ana başlık altında gerçekleştirilir (Tekin, 2017).

7. Maliyet Analizi: belirlenen maliyet tahminlerinin ve finansman ihtiyaçlarının doğruluğunun değerlendirildiği bir aşamadır. Bu analiz, yatırım

giderleri ve işletme giderleri olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir. Yatırım giderleri aşamasında, projenin başlangıcında yapılacak yatırımlar ve bu yatırımların finanse edilip edilemeyeceği, varsa borcun nasıl karşılanacağı belirlenir. İşletme giderleri aşamasında ise projenin konusu olan mal ve hizmetlerin üretimi, stoklanması, satılması ve işletmenin faaliyetlerini sürdürebilmesi için yapılan harcamalar incelenir (Sariaslan, 1990).

8. Kaynak Analizi: projenin finansman ihtiyacının doğru bir şekilde belirlendiği, finansal açıdan projenin yapılabilirliğinin değerlendirildiği ve hangi finansman kaynaklarının kullanılacağını belirlendiği bir aşamadır. Potansiyel finansman kaynakları arasında şirket sermayesi, teşvikler, destekler ve krediler bulunabilir. Oluşturulan finansman planına göre, yıllara göre kredi ana parası ve faiz ödemeleri hesaplanır ve bu miktarlar ilgili tablolarda gösterilerek kaynak analizi gerçekleştirilir (Alyanak, 2010).

9. Ticari Karlılık Analizi: projenin oluşturacağı faydaları ve beraberinde getireceği maliyetleri karşılaştırarak, yatırımın yatırımcı kuruluş açısından yapılabilir olup olmadığını belirleyen bir aşamadır. Bu analiz türü, çeşitli yatırım tekliflerinin fayda ve maliyetlerini karşılaştırarak, öncelik sırasını belirlemeyi amaçlar (Ak, E, 2021).

10. Ekonomik Analiz: projenin ulusal ekonomiye sağlayacağı fayda ve maliyetlerin detaylı bir şekilde incelendiği aşamadır (Pehlivan, 2018).

11. Sosyal Analiz: projenin üreteceği mal veya hizmetin tüketiminden elde edilen faydanın bireyler veya çeşitli gelir grupları açısından farklı olduğu varsayımıyla, sosyal refahı en üst düzeye çıkarmayı amaçlar (Ömürbek vd., 2015).

12. Maliyet Etkinlik Analizi fayda ve maliyetlerin parasal olarak ifade edilemediği durumlarda, aynı sonuca ulaştıran alternatif projeler arasından en ekonomik olanını seçme sürecini ifade eder.

13. Belirsizlik ve Risk Analizi geleceğe yönelik tahminlere dayanan değişkenlerin, maliyet, gelir, süre, iskonto oranı gibi, olası değer aralıklarına göre modeldeki etkilerini ölçen bir analiz türüdür (Vanhoucke, 2013).

Yukarıda bahsedilen analizleri açıklamak ve anlamak için aşağıdaki modeli kullanabilir. Bu model, Birleşik Krallık'taki Uluslararası Kalkınma Bakanlığı tarafından uygulanmaktadır. Bu bakanlık, dış yardımların yönetiminden sorumlu bir devlet kurumudur. Bu örgüt, 2013 yılında Suriye'de faaliyet gösterdi.

3.1.2 Proje Planlama

Amerikalı kalkınma uzmanlarından Jim Rohn şöyle diyor: Başarının %20'si beceri, %80'i stratejidir. Projenin çözümü en ayrıntılı şekilde geliştirilen ve projenin hedefine ulaşmak için atılacak adımların planlandığı aşamadır. Ekipler, bu aşamada yapılacak işi tüm detaylarıyla belirlerler. Projelerin kapsamı, üretim süreçleri ve yönetimiyle ilgili tüm ayrıntıları içerecek şekilde tanımlanır. Aynı zamanda, malzeme maliyeti, işçilik ve diğer giderler için tahminler yapılır. Olası riskler ve çözümleri de bu aşamada belirlenir, projeye dair öngörülerde bulunulur. Eğer tahminler ile gerçek değerler arasında bir tutarsızlık varsa, proje planlaması iteratif bir şekilde tekrarlanır.

Proje planlamanın bir diğer önemli aşaması, gereksinim analizidir. Gereksinim Analizi aşamasında, paydaşların ve müşterilerin tüm istekleri toplanır ve uygun yöntemlerle ayrıştırılır. Bu aşama, müşteri ve paydaş isteklerini anlamak açısından büyük bir öneme sahiptir. Projenin doğru bir şekilde anlaşılması, proje bitirme süresi ve maliyetini doğrudan etkileyebileceği için, proje seçiminde önemli bir kriter olarak öne çıkar (Darnall & Preston, 2018).

3.1.3 Proje Yürütme

Projeyi anlama ve analiz etme aşamasının ardından, gereksinimlerin karşılanması amacıyla projenin uygulamaya konduğu evre başlamaktadır. Başarı için kritik faktörler arasında, kapsamın doğru ve eksiksiz bir şekilde anlaşılması gelmektedir. Kapsamın doğru bir şekilde anlaşılmadığı ve etkili bir şekilde yönetilemediği durumlarda, gecikmeler ve kalitesiz ürünlerin ortaya çıkma olasılığı artmaktadır (Kazan, 2020).

3.1.4 Proje Kontrolü

Projenin yürütülmesi ve kontrol süreci, başlangıç aşamasıyla birlikte başlayıp kapanış aşamasına kadar devam eden bir süreçtir. Proje, belirli kriterler çerçevesinde takip edilir ve bu kriterlerin projede yerine getirilip getirilmediği kontrol edilir. Aynı zamanda, KPI (Anahtar Performans Göstergesi) analizi ile projenin hangi aşamada olduğu, belirlenen başarı kriterlerine ne ölçüde uyduğu ve hedeflere ne kadar yaklaştığı değerlendirilir. Bu kriterler genellikle zaman, maliyet ve kapsam olmak üzere üç ana başlık

altında toplanabilir (Çorak, 2015). Proje bu kısıtlamalardan herhangi birini ihlal ederse proje başarısız olarak kabul edilir.

3.1.5 Proje Kapanışı

Proje yönetimi sürecinde gerçekleştirilen faaliyet ve görevlerin resmi olarak sonlandırılması aşamasıdır. Proje yaşamının son aşaması olarak kabul edilir. Bu aşamada aşağıdaki görevler gerçekleştirilir (Moehler and others , 2018):

- Tüm proje sözleşmeleri toplanır ve belgelendirilir.
- Proje sözleşmesinin son incelemesi.
- Proje ile ilgili tüm idari işlerin tamamlanması.
- Projenin tüm mali işlerinin denetlenmesi ve tamamlanması.
- Projeden öğrenilen derslerin belgelenmesi.
- Tüm proje belgelerini arşivlenmesi.
- Projenin başarısını kutlamak.

3.2. Mikro, Küçük ve Orta Projelerin Ülke Ekonomilerindeki Önemi

Ekonomik çevrelerin küçük ve mikro ölçekli projelere açık bir ilgi göstermesi, gelişmiş dünya ülkelerinin deneyimlerinin küçük projelerin ekonomik kalkınmayı gerçekleştirebileceğini kanıtlamasıyla belirgin hale gelmiştir (Thurik & Wenckers, 2004). Küçük projeler, uygun bir iklim ve gerekli finansman sağlandığında yasal düzenlemelerde hak ettikleri önemi gördüğünde ekonomik sektörün temel taşı oluştururlar. Bu durum, İngiltere, Fransa ve Almanya'nın 18. yüzyılda tanık olduğu Sanayi Devrimi'nin boşluktan gelmediğini, o dönemde var olan küçük sanayi projelerinden kaynaklandığını doğrulamaktadır (Voss and others ,1998). Küçük ve Mikro projeler, ekonomik güçlendirmeyi desteklemede ve ekonomik, sosyal ve insani boyutlarıyla sürdürülebilir kalkınmayı sağlamada önemli bir role sahiptir. Özellikle bir ülkenin kaynak kıtlığı çektiği durumlarda ve insan kaynağına dayalı yatırımın büyük olduğu durumlarda bu daha da belirgindir (Broadberry and others ,2007). Bu duruma örnek olarak Japonya, Tayvan, Kore ve diğer birçok ülke verilebilir; bu ülkeler, kısa sürede büyük ekonomik büyüme sağlamayı başarmışlardır (Park, 2001).

Tayvan ekonomisinin verilerine dayanarak, Tayvan'ın ekonomisinin büyük ve küçük projelere dayandığı açıkça görülmektedir. 2001 yılı sonuna

kadar 10.098.185 milyondan fazla küçük proje olduğu ve bunların %98.2'sine dayanıldığı görülmektedir. Bu projeler 9.382.540 milyondan fazla işçiyi istihdam etmektedir, bunların %77'si işgücünün büyük bir kısmını oluşturur. Bu projeler 2002 yılında yaklaşık 24.109 milyar Tayvan doları satış gerçekleştirdi (Hsueh and others ,2003).

Almanya için, küçük projeler iş sektöründeki toplam projelerin %96'sını oluşturuyor ve işgücünün yaklaşık %77'sini istihdam ediyor (Hsueh and others ,2003).

Tabloda küçük ve orta projelerin ekonomik göstergelere katkısının ne kadar olduğunu açıklayabiliriz (Saleem, 2013):

Tablo 1. Ülke gruplarına göre projelerin ekonomilere katkıları

Ülke Türleri	GSYİH'ya katkı (%)	İstihdama katkı oranları (%)
Düşük Gelirli Ülkeler	% 16	% 36
Orta Gelirli Ülkeler	% 39	% 58
Yüksek Gelirli Ülkeler	% 51	% 62

3.2.1 Küçük, Orta ve Mikro Projeler Kavramları

Gerçekte, mikro projeler, küçük projeler ve orta projeler kavramları üzerinde akademik bir fikir birliği yoktur. Bu, Amerikan Ekonomik Kalkınma Komisyonu tarafından tanımlanan bir grup faktörden dayanmaktadır. Bu faktörler, küçük ve mikro projelerin özelliklerini belirlemektedir (Ayyagari and others ,2007):

- o Ülkedeki ekonomik sistemin tipi ve şekli.
- o Küçük, orta veya büyük olsun projelerin niteliğini belirlemek için kullanılan farklı kriterler.
 - o Projedeki işçi sayısı
 - o Projedeki sermayenin büyüklüğü
 - o Projede kullanılan teknoloji.
 - o Proje yönetiminin bağımsızlığı (Küçük ve mikro projelerde sadece proje sahibine bağlı olmalıdır).
 - o Projenin tek bir kişi veya küçük bir grup kişi tarafından sahiplenilmesi.
 - o Projenin sektöre göre sınırlı boyutu.
 - o Projenin faaliyet gösterdiği alana göre sınırlı boyutu.

Bu faktörlere dayanarak, Projelerin küçük, orta veya mikro olarak sınıflandırılması sağlanır.

Projeler kavramları ülkeden ülkeye, bazen de sektörden sektöre farklılık gösterir. Örneğin İngiltere’de sektörler göre bu durum farklılık gösteriyor. Kimya sanayi sektöründe bir projenin boyutu küçük olabilir ama mühendislik sektörlerinde bu durum büyüktür, yani aynı standart kullanılıyorsa.

3.2.2 Japonya’da Küçük Proje Kavramı

Bir proje genellikle 300 veya daha az çalışana sahip olduğunda küçük kabul edilir, ancak hizmet sektöründe bu sayı 100’e kadar düşebilir (Uchikawa, 2009).

3.2.3 Tayvan’daki küçük Proje Kavramı

Sanayi ve inşaat sektöründe sermayesi 80 milyon Tayvan dolarından az olmayan, çalışan sayısı 200’den az, diğer sektörler için 50’den az olan bir projedir. Veya geliri 100.000 Tayvan dolarından az olan bir projedir (Hsiao, 2013).

3.2.4 Avrupa Ülkelerinde Küçük Proje Kavramı

Çalışan sayısı 250’den az olan herhangi bir projedir (Ayadi and others , 2009)

Gelişmekte olan ülkelerde küçük ve orta projelerin tanımında belirgin farklılıklar vardır ve bu genellikle ekonomik sistemin doğasıyla ilgilidir:

3.2.5 Endonezya’da Küçük Proje Kavramı

Bir projedeki 5 ile 9 çalışan arasında olduğunda proje küçük olarak kabul edilmesi (İbrahim, 2012).

3.2.6 Ürdün’de Küçük Proje Kavramı

Bir proje 4 kişiden az çalışana olduğunda küçük kabul edilir; orta projeler ise 5 ile 9 arasında çalışana sahiptir (Saymeh & Sabha, 2014).

3.2.7 Suriye’de Küçük Proje Kavramı

Kanuna göre, küçük projeleri 9 veya daha az kişinin çalıştığı projeler olarak tanımlarken, orta projeler, çalışan sayısı 10-30 arasında değişen

projelerdir ve bunun dışındaki her şey büyük proje olarak kabul edilmektedir (Alobid and others ,2019).

3.2.7.1 Ekonomik Kurumlara Göre Suriye'deki Mikro ve Küçük Projelere Yönelik Standartlar

Çalışan sayısı (10)'u geçmeyen projelerin oranı yaklaşık %97'ye ulaşıyor. Çalışan sayısı (11-50) arasında olan projelerin oranı %1'i geçmiyor. Ekonomik kurumlar tarafından yayımlanan standartlarla karşılaştırıldığında, bu projelerin yaklaşık %98'inin mikro projeler olduğunu göreceğiz, yani ne küçük ne de ortadırlar. Bu durumda ekonomik politikalar ve yasal düzenlemeler arasında bir uyumsuzluk olduğu ortaya çıkıyor ve bu durum, Suriye'de projelerin gelişimine yardımcı olmayacak ve ekonomik istikrarı veya ekonomik güçlendirme sürecini desteklemeyecek.

3.2.7.2 Araştırmacının bakış açısına göre Suriye'de kadınların ekonomik güçlenmesini destekleyen mikro, küçük ve orta projeler kavramı

o **Mikro Projeler:** Herhangi bir Ekonomik veya ticari faaliyette bulunan, sermayesi 1.000 doları aşmayan ve çalışan sayısı ise 1 kadın veya küçük bir aile olan her proje.

o **Küçük Projeler:** Herhangi bir Ekonomik veya ticari faaliyette bulunan, sermayesi 2.000 doları geçmeyen ve en az 6 kadın çalışanı bulunan her proje.

o **Orta Projeler:** Herhangi bir ekonomik, üretim, hizmet veya ticari faaliyet yürüten, sermayesi 10.000 ABD dolarını aşmayan ve çalışan sayısı 11 kadından az olmayan her proje.

Sonuçta, kavramlar ülkeden ülkeye, sektörden sektöre ve zaman, dönemden döneme farklılık göstermektedir, Bir ülkede küçük bir proje, başka bir ülkede büyük bir proje olarak değerlendirilebilir, Aynı şekilde, geçmişte büyük olan bir proje, şu anda mikro bir proje olabilir (Mokyr, 2011).

3.2.8 Suriye'deki Mikro ve Küçük Projelerin Önemi

2011'den sonra, sivil toplum kuruluşları, devletin ekonomik faaliyetlerdeki rolünün eksikliği ve toplumun zayıf kesimlerine destek sağlama stratejisinin yokluğuna yanıt olarak küçük projelerin finansmanına artan ilgi gösterdi. Bu projeler, iş fırsatları sağlama, yaşam standartlarını yükseltme ve yerel ekonomik kalkınmayı teşvik etme konusunda etkili bir araç haline geldi.

Mikro ve küçük ve orta projeler, ister mevcut senaryoda (Savaşın devam etmesi durumu, istikrarsızlık durumu) ister savaş sonrası aşamada (yeniden inşa dönemi) Suriye'nin inşası için acil ihtiyaçlar arasında yer alıyor. Bu projeler, ekonomik faaliyetlerde önemli bir temel oluşturur ve Suriye gibi çatışma durumlarında küçük projelerin önemi katlanarak artar çünkü şu özelliklere sahiptirler:

- o Bu projeler Tamamlanmış altyapı gerektirmiyor, Suriye'deki mevcut imkanlardan faydalıyor.
- o Kurulması çok büyük sermaye gerektirmez ve küçük miktarlarla kurulabilir.
- o Suriye'deki siyasi ve ekonomik koşullara büyük projelerden daha fazla uyum sağlayabilmektedir.
- o Suriye'ye yatırımcıların girişini teşvik edilmesi için uygun bir temel ortamı oluşturmaktadır.
- o Küçük projelerde çalışmak için yeterli, yüksek vasıflı olmayan, uygun maaşlı bir işgücüne yatırım yapma imkânı.
- o Bu projelerin çalışanlarının yeteneklerini artırma ve verimlilik düzeylerini yükseltme potansiyeli.
- o Mikro ve küçük projeler, Suriye bölgelerinin işsizlik sorununun çözümüne katkıda bulunmak.
- o Sosyal güvenliğin güçlendirilmesine katkıda bulunmak.
- o Uygun ekonomik fırsatların araştırılması amacıyla göçün Türkiye, Ürdün ve Lübnan gibi komşu ülkelere azaltmadırılması.
- o Kadınlar ve erkekler arası ekonomik kalkınma adaletini sağlama.

3.2.9 En Önemli Küçük ve Mikro Proje Türlerinin Sınıflandırılması

- o Küçük Ticari Projeler: temel ihtiyaçların satıldığı küçük bir mağazanın açılması ve giyim mağazalarının açılması- süpermarketlerin yenilenmesi.
- o Küçük Hizmet Projeleri: pastacılık açma, Kadın kuaförleri ve güzellik hizmetleri salonları açması.
- o Küçük Üretim Projeleri: Kadınlara yönelik dikiş atölyelerinin desteklenmesi, aksesuar üretimine yönelik projelerin desteklenmesi, temizlik ürünlerine yönelik projelerin desteklenmesi.
- o Küçük Tarım Projeleri: Çiftçilerin tohumla desteklenmesi, sebze yetiştirilmesi ve pazarlarda satılması.
- o Küçük Hayvancılık Projeleri: Koyun yetiştirme- Tavuk yetiştirme.

Sivil toplum örgütleri, mali hibeler, geri ödemeli hibeler veya bazen dikiş makineleri gibi materyal ve finansman desteği sağlayarak kadınları desteklemeye ve güçlendirmeye katkıda bulunan projelerin sayısını artırdı. Bu projeler, kadınların ekonomik olarak güçlenmesini ve iş ve ek gelir fırsatlarını sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, bölgedeki kadınların yaşam standartlarını artırmaya ve yerel topluma olumlu etki yapmaya olanak sağlarlar.

3.2.10 Projenin Uygulanması Sırasında Kadınların Karşılaştığı En Önemli Zorluklar

1. Güvenlik zorlukları ve yaşam istikrarsızlığı durumu (Communication, 2024).

2. Sağlanan finansmanın yetersizliği ve projelerin genişletilmesine yardımcı olacak yeni finansman kaynaklarına erişimdeki zorluklarla ilgili zorluklar. Bir çalışmanın proje sermayesinin yeterliliğini değerlendirmesi Cevaplar şu şekildeydi (International Finance Corporation/World Bank Group, 2018):

a. Katılımcıların % 65'i bu miktarın bir proje açmak için yetersiz olduğunu düşünüyor ve hatta bu kişilerin örneklem, projelerini devam ettirememeleri nedeniyle varlıklarını satmak veya projeyi kapatmak zorunda kaldı.

b. % 33'ü bu miktarın yeterli olduğunu inanıyorlar.

c. %2'si ise önceden biriken borçlarını ödemek için sağlanan mali destekten yararlandı.

3. Katılımcılar, projeyi başarılı bir şekilde yönetmek için gerekli teknik ve idari becerilerin edinme ve eğitimde zorluklar yaşadı (Eğitim süresi kısıydı, Faydalanıcıların çoğunluğu cahil kişilerdi).

4. Bazı projelerde temel hammadde fiyatlarının yükselmesi.

5. Yararlanıcılara yardım etmemek ve onları işgücü piyasasına entegre etmemek, yani ürünlerini pazarlamalarına yardımcı olmamak veya kadınları tüccarlarla buluşturmamak anlamına geliyor.

3.2.11 Suriye'de Küçük ve Mikro Projelerin Kadınların Ekonomik Güçlenmesi Üzerindeki Ekonomik Etkilerinin Değerlendirilmesi

Kadınların % 88'inin aile geliri doğrudan arttı, %10'unun aile geliri nispeten olarak arttı ve %2'si aile gelirini etkilemedi.

3.2.12 Küçük Bir Proje Açmanın İş Fırsatlarının Güvence Altına Alınması Üzerindeki Etkisi (İş Fırsatları Göstergesi)

Sonuçlar, kadınların %76'sının projeyi kendi başlarına yönettiğini, %18'inin eşleriyle birlikte projeyi yönettiğini ve %6'sının ise çocuklarıyla birlikte çalıştığını gösterdi. Bu sonuçlar, kadınların ekonomik güçlendirilmesindeki büyük olumlu etkiyi iki noktada vurgulamaktadır:

1. Sonuçlar, kadınların %76'sının projeyi kendi başlarına yönettiğini gösteriyor. Bu, kendi ekonomik kaderlerini bağımsız olarak kontrol eden kadınların büyük bir yüzdesini yansıtır, bu da ekonomik güçlenmelerine ve finansal kararlarını almada daha fazla yetkiye sahip olmalarına katkıda bulunur.

2. Küçük proje, nispeten daha fazla iş fırsatı yaratır, bu da kadınların yerel ekonomideki rolünü güçlendirir.

3.2.13 Küçük Bir Proje Açmanın Gıda, Giysi ve Dayanıklı Mal Güvencesi Açısından Önemi

Aile yemekleriyle ilgili olarak, kadın katılımcıların %88'i, projeden elde edilen gelirin günlük yemek sayısına (1 ila 4 arası) ve yiyecek kalitesine olumlu bir şekilde yansıdığını görmüştür, çünkü artık et, süt ve meyve gibi yiyecekleri satın alabiliyorlar. %12'si ise projenin gelirinin aile yemeği üzerinde bir etkisi olmadığını görmüştür.

Aile kıyafetleriyle İlgili Olarak: Kadın faydalanıcıların %76'sı projenin gelirinin ailenin giyimine, özellikle de çocuk giyimine olumlu etkisi olduğunu görmüştür. %24'ü ise proje gelirinin ailenin giyimine olumlu bir etkisi olduğuna inanmıyor.

Dayanıklı Malları Alımıyla İlgili Olarak: Kadın yararlanıcıların %88'i projeden elde edilen gelirin dayanıklı malları (cep telefonu, gaz, çamaşır makinesi, buzdolabı, televizyon...) alımına olumlu bir etkisi olduğunu görmüştür. %12'si dayanıklı malları alımında proje gelirinden faydalanmadı.

3.2.14 Küçük Bir Proje Açmanın Ailenin Sağlık Durumunu İyileştirmeye Etkisi ve Sağlık Göstergesi

Kadın Yararlanıcıların %66'sı projeden elde edilen gelirin aile üyelerinin sağlığının iyileştirilmesinde olumlu bir etkisi olduğunu görmüştür. (Bir bayan, dişlerindeki ağrılara rağmen 6 yıldır diş doktoruna gitmediğini ancak proje

geliri sayesinde diş hekimine gitmeye gittiğini söyledi) ve %12'lik bir yüzde, proje gelirinin ailenin çocuklarına ilaç sağlanmasına katkıda bulunduğunu belirtti, %20'lik bir yüzde, proje gelirinin aile üyelerinin sağlık durumunun iyileşmesini etkilemediğini söylemektedir.

4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), genellikle birbirleriyle uyumsuz ve çelişen nitelikleri içeren kararları temsil eder. Bu tür kararlar, yaşamın her alanında karşılaşılan ve çeşitli niteliklere dayanan karmaşık kararlardır (Othmani, 1998). Örneğin, bireyin kişisel yaşamında iş seçimi yaparken ücret, saygınlık, kariyer fırsatları, çalışma şartları ve için konumu gibi çok sayıda nitelik değerlendirmesi gerekebilir. Aynı şekilde, bir araç satın almayı düşünen bir kişinin aracı yakıt tüketimi, güvenlik özellikleri, fiyat, konfor ve tarz gibi bir dizi nitelik açısından değerlendirmesi mümkündür. İş dünyasında, üst düzey bir yönetici kurumsal strateji belirlerken işletmenin kazancı, hisse fiyatı, pazar payı, itibarı, kurumsal imajı ve diğer paydaşlara karşı taşıdığı sorumluluklar gibi birçok niteliği göz önünde bulundurabilir. Akademik alanda, bir niversitenin kabul edeceği adayları lise notları, başarı sıralaması, liderlik özellikleri, genel yetenek test sonuçları gibi kriterlere göre değerlendirmesi mümkündür. Kamusal alanda, su kaynaklarını iyileştirmek için ekonomik maliyet, sel koruması, arazi kullanımı verimliliği, orman kullanım oranı, su kesintisi olasılıkları, enerji geri dönüşümü gibi birçok ölçüt düşünülebilir. Hkmet perspektifinden bakıldığında ise Hava Kuvvetleri envanterine füze modeli seçiminde srat, performans, mesafe, vuruş hassasiyeti, güvenilirlik gibi çeşitli kriterler temel alınabilir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) süreci beş ana aşamada özetlenmektedir (zkaya, 2017).

1. Adım: Problemin tanımlanması.
2. Adım: Değerlendirme için bir hiyerarşi sisteminin oluşturulması.
3. Adım: Uygun değerlendirme modelinin seçilmesi.
4. Adım: Her bir alternatifte göre her bir özelliğin greliliğinin ve performans skorunun elde edilmesi.

5. Adım: Bağlı ağırlıkların toplamı olan sentetik yarar değerlerine ve alternatiflere karşılık gelen performans skorlarına göre en iyi alternatifin belirlenmesi. Alternatiflerin toplam puanı bulanık olduğu durumlarda, en iyisini seçmek ve alternatifleri sıralamak için Adım 6 eklenebilmektedir.

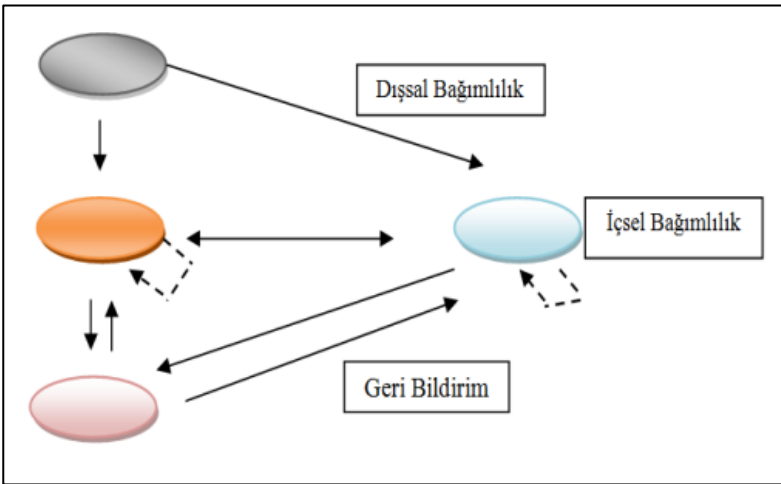
4.1 Analitik Ağ Süreci Yöntemi

ANP yöntemi; problemleri, bileşenler arasındaki ilişkileri ve yönlerini belirleyerek bunların bir Ağ biçiminde gösterilmesinden oluşmaktadır. Bu yapı sayesinde doğrudan ilişkilendirilmemiş ana ve ara yapılar arasındaki oluşabilecek dolaylı etkileşimler ve geribildirimler hesaplanmaktadır (Jharkharia & Shankar, 2007). AHP, karar verme problemlerini hiyerarşik bir yapıda tek yönlü olarak değerlendirmekte ve en iyi kararın verilmesine etki eden kriterleri sistematik bir şekilde değerlendirerek, kriterlere ilişkin öncelik sıralarını hesaplamaktadır. ANP yönteminde ise karar düzeyleri ve özellikler arasında daha karmaşık ilişkiler yer almaktadır. Bu süreçte AHP'nin en önemli varsayımlarından biri aynı seviyede bulunan kriterlerin birbirlerinden bağımsız olması ve kriterlerin birbirlerine olan etkilerinin yok sayılarak hesaplanmamasıdır. Fakat gerçek hayatta karar verme problemlerini etkileyen birçok kriter birbirine etki etmektedir. En iyi kararın verilmesi için kriterler arasındaki bu ilişkilere dikkat edilmektedir (Dağdeviren vd, ,2006).

4.2 Analitik Ağ Sürecinin Yapısı

ANP yönteminde karar verme problemleri bir ağ şeklinde modellenmekte ve bu aşamada kriter grupları arasındaki dış bağımlılıkları, geri bildirimleri ve aynı kriter grubu içinde yer alan iç bağımlılıkları da hesaplanmaktadır (Karsak and others ,2003).

Şekil 1. Bir ağ sürecinin model yapısı



ANP yönteminde ikili karşılaştırma matrisleriyle hesaplanan öncelik vektörleri, AHP yönteminde olduğu gibi doğrusal bir biçimde

hesaplanmamaktadır. Bir kümedeki kriterlerin diğer kümelerdeki kriterlere etkisinin (dış bağımlılık) ya da aynı kümedeki diğer kriterlere etkisinin (iç bağımlılık) belirlenebilmesi için bu vektörler bir matrise sütun olarak konulmaktadır. Bir kümedeki kriterlerin hepsinin başka bir kümedeki bir kriteri etkilemesi zorunluluğu olmadığından dolayı etkisi olmayan bu kriterlerin katkıları sıfır olmaktadır (Saaty, 2004).

4.3 Analitik Ağ Süreci Yönteminin Literatürdeki Bazı Önemli Uygulamaları

ANP, karmaşık karar verme süreçlerini desteklemek için geniş bir uygulama alanına sahip olan güçlü bir analitik araçtır. İşte ANP'nin uygulama alanlarından bazıları:

Tablo 2. Araştırma değişkenleri ile ilgili önceki araştırmalar

Yazar	Yöntem ve değişkenler	Sonuçlar
(Al-Hassan, 2020)	Kadınların ekonomik faaliyete katkısı.” Çalışmada Suudi kadınların ekonomik faaliyete katkısının boyutunun bilinmesi amaçlandı. Çalışmada tanımlayıcı analitik yaklaşım ve karşılaştırmalı yaklaşım kullanıldı.	Kadınlara verilen eğitim programlarının zayıflığı, Ücretlerde kadın ve erkek arasındaki eşitsizlik ve kadınlar arasında okuma yazma bilmeme oranının yüksek olması.
(Al-Kharouf, Al-Hadidi, Abdel Aziz, 2011)	Bu çalışma, Kadınların Gelişimi Refahı Projesi’ni ve bunun koşulları bilerek kadınların güçlendirilmesiyle ilişkisini değerlendirmeyi amaçladı. Araştırmada kadınların işe katılımının ekonomik ve sosyal güçlenme üzerindeki etkisi değerlendirildi.	Katılımcıların bu proje tarafından kendilerine sağlanan mesleki iş ve eğitim kurslarından memnuniyeti, bu proje onların Kendi kararlarını verebilme yeteneği, kadınların ekonomik ve sosyal açıdan bağımsızlığını güçlendirdi.
(Sneina, 2017)	Çalışma, Filistinli kadınları kendi işlerini kurmaya teşvik eden motivasyonları ve karşılaştıkları engelleri bilmeyi amaçladı. Araştırmada sosyal araştırma yöntemi ve anket aracı kullanılmıştır.	Gelişim fırsatlarının mevcudiyeti Mesleki eğitim, kadınları çevre koşullarına uygun projeler açmaya teşvik etmektedir Çalışmada, Kudüs’te kadınların karşılaştığı en önemli engellere değinilmiştir: idari ve yasal prosedürlerin karmaşıklığı, toplumun işe bakış açısı, kadınların yetkinliği ve proje yönetimini aile taahhütleriyle uzlaştırmanın zorluğu.
(Al-Kurdi & Adira, 2014)	Çalışma, Suriye’de kadınların ekonomik güçlenmesi gerçeğini bilmeyi amaçladı. Çalışma, tanımlayıcı analitik yaklaşımı kullandı.	Finansal kuruluşlar tarafından sağlanan krediler, boyutlarının küçük olması nedeniyle tavsiye edilmiyor, Kanun ve mevzuatta kadının güçlendirilmesine ilişkin açık hükümlerin bulunmaması.

Yöntem olarak benzer çalışmalardan bazıları da Tablo 3’te sunulmaktadır.

Tablo 3. Araştırma yöntemi ile ilgili önceki araştırmalar

Yazar	Yöntem ve değişkenler	Sonuçlar
(Özkaya, 2017)	Akıllı şehir seçim kriterlerinin ANP yöntemi ile önceliklerinin belirlenmesi ve bir uygulama. Bu Çalışmada, literatürdeki akıllı şehir tanımları ile BİT altyapısına dayalı dijital şehirleri ayıran temel farkları inceledi. Araştırmacı, akıllı şehirlerin değerlendirilmesi için Analitik Ağ Süreci (ANP) kullanılarak altı boyutlu bir model tasarlandı.	Çalışma, akıllı şehirler için sürdürülebilir kararlar almak amacıyla kapsamlı bir çerçeve sağlandı. Şehir liderlerin yerel, bölgesel ve ulusal düzeyde akıllı şehir önceliklerini anlamalarına ve etkili kararlar almalarına yardımcı olacak sonuçlar sağladı.
(Hamal, 2011)	Bu çalışmanın amacı bir pazarlama stratejisi karar problemini çok değişkenli karar verme problemi olarak modellemek ve firma için en uygun pazarlama stratejisi seçmek için yöneticilere yardımcı olmaktır. Kriterler ve alternatifler arasında karşılıklı bağımlılık olduğu zaman, Analitik Ağ Süreci bir karar probleminin unsurları arasındaki etkileşimleri içeren etkili bir araçtır.	Bu tez çalışmasının uygulama kısmında karar verme problemini değerlendirmek ve modellemek için Bulanık Analitik Ağ Süreci yöntemi uygulanmıştır. Ikea firmasının verileri analiz edilerek en uygun pazarlama stratejisi seçilmiştir.
(Sert, 2021)	Bu çalışmada Bursa'da faaliyet gösteren bir tekstil firmasında, firmaya maksimum fayda sağlayacak ürünlerin analiz edilebilmesi amacı ile analitik ağ süreci (AAS) yöntemi uygulanmıştır.	AAS uygulaması neticesinde 15 kalem ürüne ilişkin öncelik değerleri hesaplanmış olup firma için katma değeri en yüksek olan ürün kalemleri ortaya koyulmuştur.
(Tınmaz, 2017)	Bu çalışma ile teknoloji perakende mağaza seçiminde etkili olan faktörlerin ortaya konulup, hangi faktörün ne kadar etkisi olduğu araştırılmıştır. Mağaza seçiminde etkili olan faktörler ile ilgili makale, tez ve bildiri gibi yayınlar taranmış ve 22 alt kriter 5 ana kriter belirlenmiştir. BAAS ile bulunan ikili karşılaştırma matris ağırlık vektörleri değerleri Superdecision programına girilerek kriterlerin ve alternatiflerin öncelik sıralaması elde edilmiştir.	Araştırmada elde edilen bulgulara göre, perakende mağaza tercihinde etkili olan faktörlerin başında ürün gelmektedir, onu sırasıyla erişilebilirlik ve mağaza yapısı izlemektedir.

5. SURİYE’DE KADINLARIN SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMASI VE EKONOMİK GÜÇLENMESİNİ DESTEKLEYEN PROJELERE AİT KRİTERLERİN ANALİTİK AĞ YÖNTEMİ (ANP) İLE ÖNCELİKLERİNİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

5.1 Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, Suriye’deki sürdürülebilir kalkınma ve kadınların ekonomik güçlendirilmesini destekleyecek projelerin tasarlanması için Analitik Ağ Süreci yöntemi kullanılarak etkili bir strateji geliştirmektir. Aynı ana hedefa bağlı olarak bir grup alt amaç ortaya çıkmaktadır:

- Suriye’deki küçük ve mikro projelerin tanımını ve özelliklerini belirlemek,
- Analitik Ağ Süreci (ANP) kullanarak Suriye’deki kadınların ekonomik güçlenmesini etkileyen faktörleri belirlemek,
- Kadınların gözünden küçük projelerin etkilerini ve kadınların bu projelerdeki rolünü anlamak,
- Kadınların finansal bağımsızlıklarını artırmaya yönelik küçük projelerin etkilerini belirlemek,
- Savaş sırasında kadınları destekleyen organizasyonların uyguladığı küçük projelerin türlerini ve özelliklerini anlamak,
- Savaşın etkisi altındaki bölgede ekonomik durumu ve kadınların istihdam katılımını incelemek,
- ANP yöntemlerinin kullanılmasıyla Suriye’deki kadınları destekleyen projelerin etkinliklerini değerlendirmek,
- Savaş sonrası dönemde kadınları ekonomik olarak güçlendirmeyi hedefleyen projelerin türlerini ve bu projelerin başarısını değerlendirmek için kullanılacak kriterleri belirlemek.

5.2 Araştırmanın Önemi

Bu araştırmanın önemi, Suriye’deki kadınların karşılaştığı ekonomik, insani, sosyal ve eğitimsel sorunların boyutuna ışık tutmasında yatmaktadır. Araştırma, sürdürülebilir kalkınma bağlamında kadınların ekonomik olarak güçlendirilmesinin rolünü analiz etmeye odaklanmaktadır. Ayrıca, kadınların ekonomik hayata katılımını etkileyen fırsat ve zorluklar tespit edilmeye çalışılmaktadır. Diğer yandan araştırmada, Suriye’deki kadınlar için sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına katkı sunabilecek etkili önlemlerin

alınmasına yönelik yerel ve uluslararası düzeyde ışık tutacak ve toplumda sürdürülebilir kalkınmayı sağlayacak öneriler de bulunmaktadır.

Araştırmanın bilimsel ve pratik önemi aşağıdaki noktalarda özetlenebilir:

1) Araştırma, Suriye'deki çatışmanın, çatışma öncesi ve çatışma sırasında kadınların istihdamını ve ekonomik katılımını nasıl etkilediği hakkında önemli bir kaynak olmaktadır.

2) Araştırmanın, Suriye'deki kadın işgücü piyasasını inceleyenlere kadınların ekonomik olarak güçlenmesi ve kadınların yerel ekonomiye katkısını artıran uygun politika ve stratejiler geliştirmelerde önemli bir rehber olması beklenmektedir.

3) Araştırma, kadınların rolünü geliştirmeye ve sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmaya yönelik politikaların tasarlanmasına ve değerlendirilmesine yardımcı olan bilimsel bir yaklaşım sunmaktadır.

4) Araştırma, çeşitli yerel ve uluslararası aktörler ve Organizasyonlara yönelik pratik öneriler sunarken; Suriye'de kadınların çalışma, iş ve eğitim alanlarındaki fırsatlarının nasıl iyileştirilebileceği, sorunların çözümüne yönelik adımların atılmasına ve kadınlar üzerindeki ekonomik ve insani etkilerinin azaltılmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

5) Çalışma, uluslararası kuruluşların dikkatini, Suriye'de gerçek bir erken iyileşmenin sağlanmasında ve kadınlara yönelik ekonomik fırsatların oluşmasında küçük ve mikro işletmelerin önemine dikkat çekmeyi hedeflemektedir.

6) Araştırmacı, araştırmanın Türkiye'deki kadın konularında çalışan araştırmacılara da bilimsel bir katkı sunmasını ummaktadır. Araştırma, Türkiye'deki kadınların çalışma koşullarını nasıl iyileştirebileceğinin anlaşılması için gelecekteki araştırmalara yeni perspektifler açabilir.

Genel olarak araştırmanın literatür bölümü ve uygulama sonuçları, toplumsal cinsiyet eşitliği bağlamında çatışma etkileşimlerinin ve sürdürülebilir kalkınmanın anlaşılmasında ve Suriye toplumunda kadınların rolünün artırılmasında sağlayabileceği katkılardan dolayı oldukça önemlidir.

5.3 Araştırmanın Kapsamı

Bu çalışmada, Suriye'de kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projeleri tanımlayan 4 karakter, 40 alt

kriter yer almaktadır. Araştırmada, kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projelere ait kriterlerin ilişki ağı ANP ile belirlenerek doğrudan veya dolaylı birbiriyle ilişkili tüm kriterler arası geri bildirimler değerlendirmeye alınması amaçlanmıştır. Araştırmanın uygulama sonucunda, ilgili kriterlerin kendi kategorilerinde ve tüm kriterler arasında önem dereceleri belirlenmiştir.

5.4 Araştırmanın Sınırlılığı

Kriter kapsamının çok geniş olması ve tümü hakkında bilgi sahibi uzmanların bulunmaması bu gibi araştırmalarının sınırlılığını oluşturmaktadır.

5.5 Araştırmada Kullanılan Yöntem

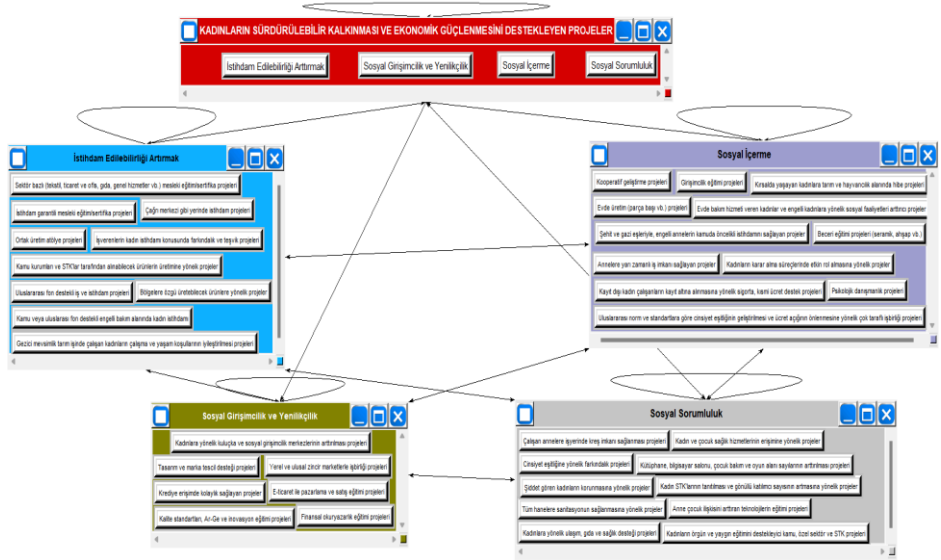
Araştırma da, kriterler arası ilişkiler ve geri bildirimlerin daha çok değerlendirilmeye alınması amacıyla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri'nden Analitik Ağ Yöntemi (ANP) kullanılmıştır. ANP yönteminin subjektif değerlendirmelerle analize izin vermesi, ikili karşılaştırmaların ve tüm analizin tutarlılığının denetlenebilmesi, çok sayıda kriterin yer aldığı uygulamalarda önceliklerin belirlenmesinde uygun bir yöntem olarak değerlendirilmiştir. Uzmanların subjektif görüşleriyle oluşturdukları ikili karşılaştırma matrislerinden literatürde önerilen geometrik ortalama yöntemiyle ortak grup kararını temsil eden ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. ANP Ağ Modeli SuperDecision paket programında oluşturularak grup kararı olarak oluşturulan karşılaştırma matrislerinin verilerinin girilmesiyle analiz edilmiştir.

5.6 Uygulamanın ANP Tasarımı

Aşağıda Şekil 2'de kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projelerin analitik ağ süreci yapısı verilmiştir. Analitik Ağ Süreci uygulaması için Super Decisions paket programından yararlanılmıştır. Öncelikle ANP ağ yapısı Super Decisions programında oluşturulmuştur. Daha sonra tez yazarı ve tez danışmanına ait değerlendirmelerin geometric ortalaması ikili karşılaştırma matris verileri olarak programa girilmiştir. Tez sahibinin özellikle sosyal yardım amaçlı uluslararası kurumlardaki tecrübesi ve uzmanlık alanının da projeler olması ve tez danışmanın da kadınlar ve cinsiyet eşitsizliği, projeler, yatırımlar, sürdürülebilir kalkınma konularında birçok uluslararası yayın ve proje

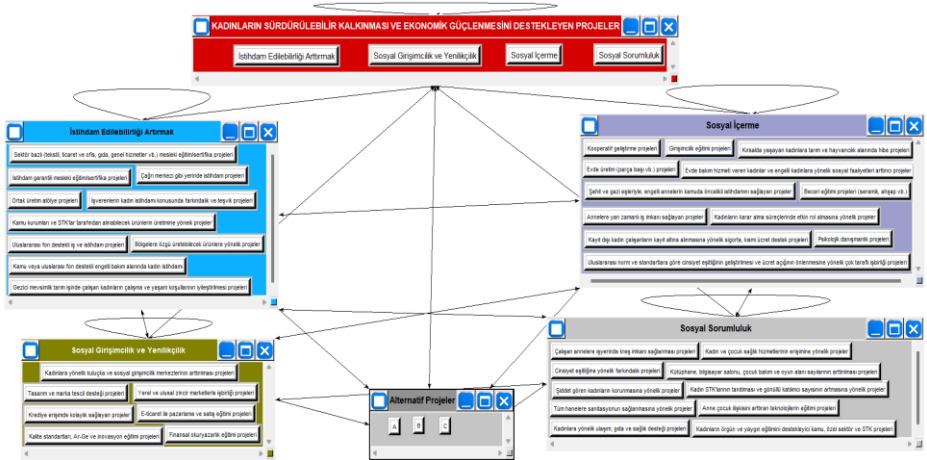
tecrübesi nedeniyle kriter değerlendirmelerinde yeterliliğe sahip olduğu düşünülmektedir. Çalışma sonucunda ise, Super Decisions programı çıktıları yorumlanmıştır.

Şekil 2. Alternatifsiz modelin analitik ağ süreci yapısı



Şekil 3'te ağ yapısına alternatif kümesinde eklendiği ağ yapısı sunulmaktadır.

Şekil 3. Alternatifli modelin analitik ağ süreci yapısı



5.7 Problem Hiyerarşisinin Tanımı

Bu bölümde, kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projelerin Analitik Ağ Yapısı'yla ilgili Şekil 2 ve Şekil 3'te belirtilen 'İstihdam Edilebilirliği Artırmak', 'Sosyal Girişimcilik ve Yenilikçilik', 'Sosyal İçerme' ve 'Sosyal Sorumluluk' şeklinde tanımlanan dört kriter ve bunların alt kriterleri hakkında bilgi sunulmaktadır.

Şekil 4. Araştırma projelerin açısından boyutları



5.7.1 İstihdam Edilebilirliği Artırmak

- Kadınların istihdama katılımının kolaylaştırılmasına ve mesleki bilgi ve becerilerinin geliştirilmesine,
- Kadın istihdamını artırmaya,
- Bölgedeki ihtiyaçlara uygun alanlarda nitelikli ve üretken beşerî sermayenin geliştirilmesine, yönelik projeler.

Alt kriterleri:

- 1A. Sektör bazlı (tekstil, ticaret ve ofis, gıda, genel hizmetler vb.) mesleki eğitim/sertifika projeleri
- 1B. İstihdam garantili mesleki eğitim/sertifika projeleri
- 1C. Çağrı merkezi gibi yerinde istihdam projeleri
- 1D. Ortak üretim atölye projeleri
- 1E. Bölgelere özgü üretebilecek ürünlere yönelik projeler
- 1F. Kamu kurumları ve STK'lar tarafından alınabilecek ürünlerin üretimine yönelik projeler
- 1G. Uluslararası fon destekli iş ve istihdam projeleri
- 1H. Kamu veya uluslararası fon destekli engelli bakım alanında kadın istihdamı

1I. Gezici mevsimlik tarım işinde çalışan kadınların çalışma ve yaşam koşullarının iyileştirilmesi projeleri

1J. İşverenlerin kadın istihdamı konusunda farkındalık ve teşvik projeleri

5.7.2 Sosyal Girişimcilik ve Yenilikçilik

- Sosyal girişimlerin kurulmasına ve kapasitelerinin artırılmasına,
- İstihdam edilebilirliğe ve sosyal içermeye ilişkin yenilikçi modeller geliştirilmesine,

- Sosyal girişimcilik ve sosyal yenilikçilik alanlarında hizmet veren/verecek olan kuruluşların işleteceği, ekosistem güçlendirmeye yönelik merkezler, sosyal laboratuvarlar ile kuluçka ve hızlandırıcı programların uygulanmasına, yönelik projeler.

Alt kriterleri:

2A. Kadınlara yönelik kuluçka ve sosyal girişimcilik merkezlerinin artırılması projeleri

2B. Tasarım ve marka tescil desteği projeleri

2C. Kalite standartları, Ar-Ge ve inovasyon eğitimi projeleri

2D. Finansal okuryazarlık eğitimi projeleri

2E. Krediyeye erişimde kolaylık sağlayan projeler

2F. E-ticaret ile pazarlama ve satış eğitimi projeleri

2G. Yerel ve ulusal zincir marketlerle işbirliği projeleri

5.7.3 Sosyal İçerme

- Sosyal yardım alan kesimin gelir düzeyinin artırılmasına,
- Kadınların yaşam kalitelerinin yükseltilmesine,
- Kadınlara sunulan hizmetlerin kalitesinin artırılmasına,
- Kadınların ve çocuklarının yetenek gelişimi ve teknoloji kullanma becerilerinin geliştirilmesine, yönelik projeler.

Alt kriterleri:

3A. Kooperatif geliştirme projeleri

3B. Girişimcilik eğitimi projeleri

3C. Psikolojik danışmanlık projeleri

3D. Şehit ve gazi eşleriyle, engelli annelerin kamuda öncelikli istihdamını sağlayan projeler

3E. Beceri eğitimi projeleri (seramik, ahşap vb.)

- 3F. Annelere yarı zamanlı iş imkanı sağlayan projeler
 3G. Evde üretim (parça başı vb.) projeleri
 3H. Evde bakım hizmeti veren kadınlar ve engelli kadınlara yönelik sosyal faaliyetleri arttırıcı projeler
 3I. Kırsalda yaşayan kadınlara tarım ve hayvancılık alanında hibe projeleri
 3J. Kadınların karar alma süreçlerinde etkin rol almasına yönelik projeler
 3K. Uluslararası norm ve standartlara göre cinsiyet eşitliğinin geliştirilmesi ve ücret açığının önlenmesine yönelik çok taraflı işbirliği projeleri
 3L. Kayıt dışı kadın çalışanların kayıt altına alınmasına yönelik sigorta, kısmi ücret destek projeleri

5.7.4 Sosyal Sorumluluk

- Bölge öncelikleriyle kâr amacı güden kesimin sosyal sorumluluk faaliyetlerini uyumlaştırmaya,
- Program öncelik alanlarına ve/veya tespit edilen farklı sosyal bir sorunun çözümüne, yönelik yenilikçi ve model nitelikli projeler.

Alt kriterleri:

- 4A. Çalışan annelere işyerinde kreş imkanı sağlanması projeleri
 4B. Kadınların örgün ve yaygın eğitimini destekleyici kamu, özel sektör ve STK projeleri
 4C. Kütüphane, bilgisayar salonu, çocuk bakım ve oyun alanı sayılarının arttırılması projeleri
 4D. Anne çocuk ilişkisini arttıran teknolojilerin eğitimi projeleri
 4E. Tüm hanelere sanitasyonun sağlanmasına yönelik projeler
 4F. Kadınlara yönelik ulaşım, gıda ve sağlık desteği projeleri
 4G. Kadın ve çocuk sağlık hizmetlerinin erişimine yönelik projeler
 4H. Cinsiyet eşitliğine yönelik farkındalık projeleri
 4I. Şiddet gören kadınların korunmasına yönelik projeler
 4J. Kadın STK'larının tanıtılması ve gönüllü katılımcı sayısının artmasına yönelik projeler

5.8 ANP İle Kadınların Sürdürülebilir Kalkınması ve Ekonomik Güçlenmesini Destekleyen Projeler Konusuna İlişkin Analiz

Kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projeler ağ yapısı şekil 2 ve 3'te görüldüğü üzere Super Decisions

paket programıyla oluşturulduktan sonra değerlendirmelerden oluşan ikili karşılaştırma matrisi verilerinin geometrik ortalamaları Şekil 5'te gösterildiği üzere ilgili programa girilmiştir.

Şekil 5. İkili karşılaştırma matrisi

1. Choose	2. Node comparisons with respect to Çalışan annelere iş~				
Node Cluster	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct				
Choose Node	Comparisons wrt "Çalışan annelere işyerinde kreş imkanı sağlanması projeleri" node in "Anne çocuk ilişkisini arttıran teknolojilerin eğitimi projeleri is 6 times more important than"				
Çalışan anne~	Inconsistency	Cinsiyet ~	Kadın ve ç~	Kütüphane,~	Tüm hanel~
Cluster: Sosyal Sorumlul~					
Choose Cluster	Anne çocuk~	Cinsiyet ~	Kadın ve ç~	Kütüphane,~	Tüm hanel~
Sosyal Sorumlul~					
	← 6	← 3	← 6	← 4	↑ 3.0000C
		← 4	↑ 3.0000C	← 2	↑ 7.0000C
			↑ 4	↑ 3.0000C	↑ 9.0000C
				← 2	↑ 5.9999E
					↑ 5.9999E
3. Results					
Normal Hybrid					
Inconsistency: 0.11511					
Anne çocu~					0.27132
Cinsiyet ~					0.07125
Kadın ve ~					0.03585
Kütüphane~					0.10445
Tüm hanel~					0.05936
Çalışan a~					0.45777

5.9 Analitik Ağ Süreci (ANP)'ye Göre Kriterlerin Önceliklerinin Değerlendirilmesi

Uygulamanın tutarsızlık oranı %10'nun altındadır. Araştırmada yer alan boyutların ve kriterlerin analiz sonuçları bu bölümde paylaşılmaktadır.

Şekil 6. Kadınların Sürdürülebilir Kalkınması ve Ekonomik Güçlenmesini Destekleyen Projeler Boyutlarının Öncelik Değerleri – ANP



‘Kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projeler’ kavramı, dört boyutta değerlendirilmektedir. Boyutların ANP öncelik değerleri Şekil 6’da görülmektedir. ‘Sosyal İçerme’ %34,369 öncelik değeri ile en önemli boyut olurken ‘Sosyal Girişimcilik ve Yenilikçilik’ boyutu ise %14,529 ANP öncelik değeri ile önem sırasında son sıradadır.

Şekil 7. İstihdam edilebilirliği artırmak kriterlerinin ANP öncelik değerleri

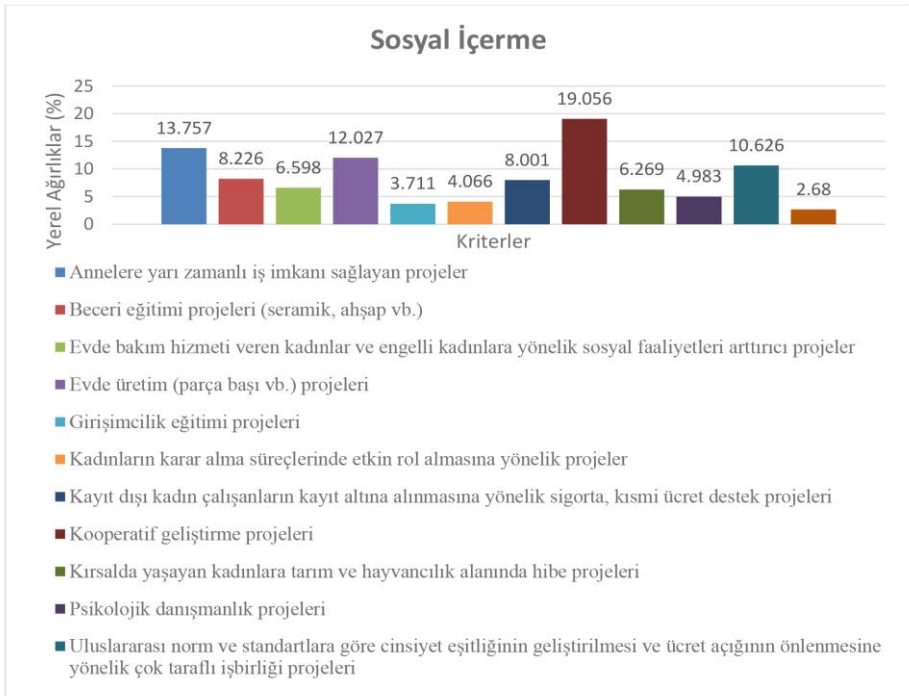


‘İstihdam Edilebilirliği Artırmak’ kavramı, on kriterle değerlendirilmektedir. Kriterlerin ANP öncelik değerleri Şekil 7’de görülmektedir. ‘İstihdam garantili mesleki eğitim/sertifika projeleri’ %19,11 öncelik değeri ile en önemli kriter olurken ‘Çağrı merkezi gibi yerinde istihdam projeleri’ kriteri ise %3,933 ANP öncelik değeri ile önem sırasında son sıradadır.

‘Sosyal Girişimcilik ve Yenilikçilik’ kavramı, yedi kriterle değerlendirilmektedir. Kriterlerin ANP öncelik değerleri Şekil 8’de görülmektedir. ‘Krediye erişimde kolaylık sağlayan projeler’ %25,725 öncelik değeri ile en önemli kriter olurken, ‘Kalite standartları, Ar-Ge ve inovasyon eğitimi projeleri’ %5,199 ANP öncelik değeri ile önem sırasında son sırada yer almaktadır.

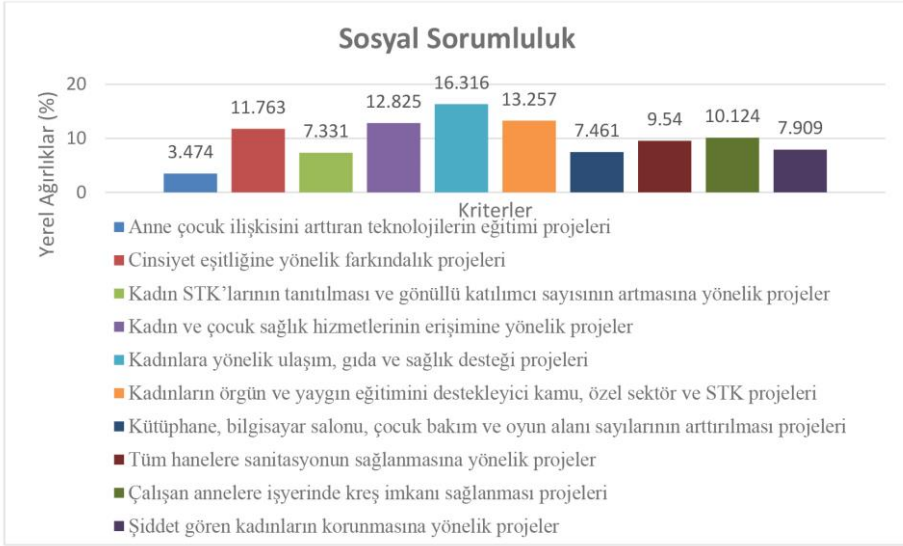
Şekil 8. Sosyal girişimcilik ve yenilikçilik kriterlerinin ANP öncelik değerleri

‘Sosyal İçerme’ kavramı, on iki kriterle değerlendirilmektedir. Kriterlerin ANP öncelik değerleri Şekil 9’da görülmektedir. ‘Kooperatif geliştirme projeleri’ %19,056 öncelik değeri ile en önemli kriter olurken, ‘Şehit ve gazi eşleriyle, engelli annelerin kamuda öncelikli istihdamını sağlayan projeler’ %2,68 ANP öncelik değeri ile önem sırasında son sırada yer almaktadır.

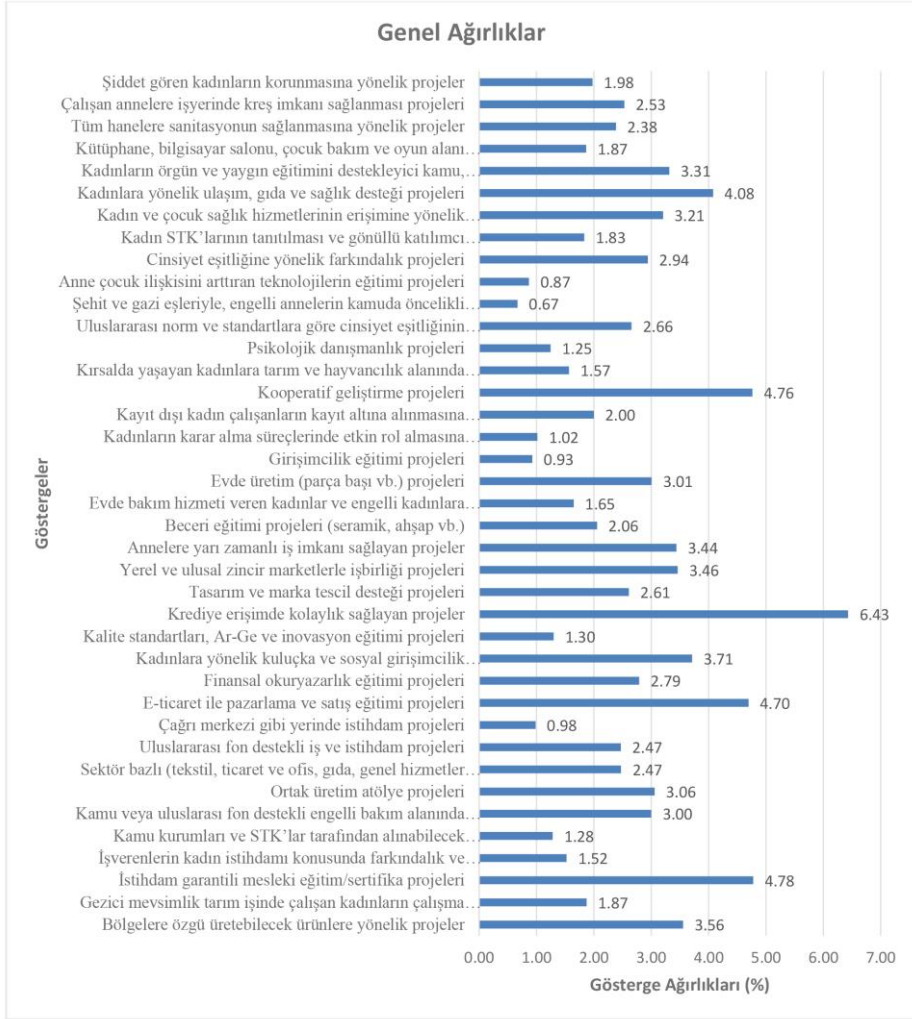
Şekil 9. Sosyal içerme kriterlerinin öncelik değerleri – ANP

‘Sosyal Sorumluluk’ kavramı, altı kriterle değerlendirilmektedir. Kriterlerin ANP öncelik değerleri Şekil 10’da sunulmaktadır. ‘Kadınlara yönelik ulaşım, gıda ve sağlık desteği projeleri’ %16,316 öncelik değeri ile en önemli kriter olurken ‘Anne çocuk ilişkisini arttıran teknolojilerin eğitimi projeleri’ kriteri ise %3,474 ANP öncelik değeri ile önem sırasında son sıradadır.

Şekil 10. Sosyal sorumluluk kriterlerinin öncelik değerleri – ANP



Şekil 11’de ‘Kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projeler’ kriterlerinin öncelik değerlerinin tümü birlikte sunulmaktadır. Şekil 6’da gösterildiği üzere ‘Sosyal Girişimcilik ve Yenilikçilik’ boyutu dört boyut arasında üçüncü sırada yer almasına rağmen bu boyut altında değerlendirilen ‘Krediye erişimde kolaylık sağlayan projeler’ alt kriteri genel öncelik sıralamasında %6,43 ANP öncelik değeri ile ilk sırada yer almaktadır. Birinci sırada yer alan ‘İstihdam Edilebilirliği Artırmak’ boyutunun kriteri olan ‘İstihdam garantili mesleki eğitim/sertifika projeleri’ kriteri %4,78 ile ikinci, ‘Koopratif geliştirme projeleri’ kriteri ise %4,76 ile üçüncü sırada yer almaktadır.

Şekil 11. Araştırma kriterlerinin ANP öncelik değerleri

6. SONUÇ

Savaş, şiddetli çatışma, terörizm ve şiddet içeren aşırılık, kadınlar ve kız çocukları için farklı ve yıkıcı sonuçlar doğurmaktadır. Bunun karşısında, dünyanın her yerinde kadınlar barış ve toplumların yeniden inşası için hareketlere öncülük ediyor ve kadınların barış süreçlerine katılımının çatışma sonrasında daha uzun süreli, daha dirençli barışa katkıda bulunduğunu gösteren güçlü kanıtlar var. Ancak buna rağmen kadınlar barış süreçleri ve müzakerelerinde büyük ölçüde görünmez ve dışlanıyor. Bu arka plana dayanarak ve 2030 sürdürülebilir kalkınma gündeminin kimseyi geride

bırakmama çağrısına yanıt olarak bu araştırma her kökenden ve yaştan kadının çatışmayı önleme ve barışı inşa edip sürdürme süreçlerine katılımını desteklemektedir. Mevcut küresel barış ve güvenlik bağlamında, şiddet içeren aşırıcılık, iklim değişikliği, uzun süreli şiddet içeren çatışmalar, insan kaçakçılığı ve benzeri görülmemiş ve uzun süren mülteci ve insani krizler gibi birçok yeni ve ortaya çıkan tehditle birlikte kadınlar açısından barış ve güvenliği hayata geçirme çabaları her zamankinden daha kritik öneme sahiptir.

Yerelden küresel düzeye kadar kadınların liderliği ve siyasi katılımı kısıtlanmaktadır. Kadınlar, seçilmiş makamlarda, kamu hizmetlerinde, özel sektörde veya akademik dünyada seçmen olarak ve lider pozisyonlarda yeterince temsil edilmemektedir. Ayrıca, toplumsal cinsiyet eşitsizliklerini ele almayan sosyal koruma sistemleri, kadınların ve kızların karşılaştığı çoklu ve kesişen ayrımcılık türlerini daha da kötüleştirme riski taşımaktadır. Sosyal korumanın toplumsal cinsiyet eşitliğini açıkça desteklemesini sağlamak için çabalarımızı acilen artırmamız gerekmektedir. Bunun yapılmaması, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine doğru ilerlemeyi engelleyecek, kadınların ve kız çocuklarının hayatlarını iyileştirmeye yönelik bu hayati fırsatın kaçırılmasına neden olacaktır. Yaşam döngüsü boyunca cinsiyete dayalı riskleri ele alan ve yoksulluk, kırılganlık veya kriz durumlarında destek sağlayan sosyal koruma sistemleri, kadınları ve erkekleri yoksulluk ve güvensizlikten korumada, risklerle başa çıkmalarına, şoklardan kurtulmalarına ve sonuçta değişime yardımcı olmalarında hayati bir rol oynamaktadır.

Cinsiyet eşitliği temel bir insan hakkıdır ve aynı zamanda barışçıl, müreffeh bir dünyaya sahip olmanın da temelidir. Ancak kızlar ve kadınlar dünyanın her yerinde önemli zorluklarla karşılaşmaya devam ediyorlar. Kadınlar genellikle güç ve karar alma rollerinde yeterince temsil edilmemektedir. Eşit işe eşit olmayan ücret almakta ve sıklıkla işteki fırsatlarını etkileyen yasal ve diğer engellerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Gelişmekte olan dünyada kızlar ve kadınlar genellikle erkeklerden daha az değerli görülmektedir. Okula gönderilmek yerine genellikle evde ev işleri yaptırılmakta ya da yetişkin olmadan çeyiz karşılığında evlendirilmektedir. Her yıl 12 milyon reşit olmayan kız çocuğu evlendirilmektedir.

Dünyanın çeşitli yerlerinde bazı ilerlemeler kaydedilirken, toplumsal cinsiyet eşitsizliği sorunlarını düzeltmek için hâlâ yapılması gereken çok şey var. Kadınların güçlendirilmesi ailelerin, toplulukların ve ülkelerin sağlık ve sosyal gelişimi için gereklidir. Kadınlar güvenli, tatmin edici ve üretken bir

yaşam sürdürüklerinde tüm potansiyellerine ulaşabilirler. Becerilerini işgücüne katarak daha mutlu ve sağlıklı çocuklar yetiştirebilirler. Ayrıca sürdürülebilir ekonomileri beslemeye yardımcı olabilirler ve toplumlara ve genel olarak insanlığa fayda sağlayabilirler. Bu yetkilendirmenin önemli bir kısmı eğitim yoluyla sağlanır. Eğitimli kızlar, hayatlarının ilerleyen dönemlerinde anlamlı işler peşinde koşabilir ve ülke ekonomisine katkıda bulunabilirler. Ayrıca sekiz yıllık eğitim aldıklarında genç yaşta evlenme olasılıkları da dört kat daha az oluyor; bu da kendilerinin ve ailelerinin daha sağlıklı olduğu anlamına gelmektedir.

Bu çalışmanın önemi, henüz bu çalışmaya benzer bir yöntem ve konuda Suriye ve benzeri ülkeler üzerine yapılmış bilimsel araştırmanın olmamasıdır.

Uygulamanın tutarsızlık oranı %10'nun altındadır. Araştırmada yer alan boyutların ve kriterlerin analiz sonuçları bu bölümde paylaşılmaktadır. 'Kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projeler' kavramı, dört boyutta değerlendirilmektedir. Boyutların ANP öncelik değerleri Şekil 20'de görülmektedir. 'Sosyal İçerme' %34,369 öncelik değeri ile en önemli boyut olurken 'Sosyal Girişimcilik ve Yenilikçilik' boyutu ise %14,529 ANP öncelik değeri ile önem sırasında son sıradadır.

'İstihdam Edilebilirliği Artırmak' kavramı, on kriterle değerlendirilmektedir. Kriterlerin ANP öncelik değerleri Şekil 21'de görülmektedir. 'İstihdam garantili mesleki eğitim/sertifika projeleri' %19,11 öncelik değeri ile en önemli kriter olurken 'Çağrı merkezi gibi yerinde istihdam projeleri' kriteri ise %3,933 ANP öncelik değeri ile önem sırasında son sıradadır.

'Sosyal Girişimcilik ve Yenilikçilik' kavramı, yedi kriterle değerlendirilmektedir. Kriterlerin ANP öncelik değerleri Şekil 22'de görülmektedir. 'Krediye erişimde kolaylık sağlayan projeler' %25,725 öncelik değeri ile en önemli kriter olurken, 'Kalite standartları, Ar-Ge ve inovasyon eğitimi projeleri' %5,199 ANP öncelik değeri ile önem sırasında son sırada yer almaktadır.

'Sosyal İçerme' kavramı, on iki kriterle değerlendirilmektedir. Kriterlerin ANP öncelik değerleri Şekil 23'de görülmektedir. 'Kooperatif geliştirme projeleri' %19,056 öncelik değeri ile en önemli kriter olurken, 'Şehit ve gazi eşleriyle, engelli annelerin kamuda öncelikli istihdamını sağlayan projeler' %2,68 ANP öncelik değeri ile önem sırasında son sırada yer almaktadır.

'Sosyal Sorumluluk' kavramı, altı kriterle değerlendirilmektedir. Kriterlerin ANP öncelik değerleri Şekil 24'de sunulmaktadır. 'Kadınlara

yönelik ulaşım, gıda ve sağlık desteği projeleri' %16,316 öncelik değeri ile en önemli kriter olurken 'Anne çocuk ilişkisini arttıran teknolojilerin eğitimi projeleri' kriteri ise %3,474 ANP öncelik değeri ile önem sırasında son sıradadır.

Şekil 25'de 'Kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projeler' kriterlerinin öncelik değerlerinin tümü birlikte sunulmaktadır. Şekil 5'te gösterildiği üzere 'Sosyal Girişimcilik ve Yenilikçilik' boyutu dört boyut arasında üçüncü sırada yer almasına rağmen bu boyut altında değerlendirilen 'Krediye erişimde kolaylık sağlayan projeler' alt kriteri genel öncelik sıralamasında %6,43 ANP öncelik değeri ile ilk sırada yer almaktadır. Birinci sırada yer alan 'İstihdam Edilebilirliği Artırmak' boyutunun kriteri olan 'İstihdam garantili mesleki eğitim/sertifika projeleri' kriteri %4,78 ile ikinci, 'Kooperatif geliştirme projeleri' kriteri ise %4,76 ile üçüncü sırada yer almaktadır.

Bu çalışmanın verileriyle bölge, il veya ülke yöneticilerine hangi boyutların veya alt kriterlerin diğer boyutlara veya kriterlere kıyasla ne kadar öneme sahip olduğu hangi kriter veya alt kriterlere nispi olarak daha fazla yatırım yapılarak kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projeler oluşturulabileceğine dair rehberlik etmesi beklenmektedir.

Yoksulluğun nesiller arası aktarımıyla mücadele etmek için küçük çocuk ve ergenlerin bulunduğu hanelere düzenli olarak yeterli transfer ve hizmetlerin sağlanması gerekmektedir. Hamile kadınlar, kız çocukları ve yeni anneler de dâhil olmak üzere üreme çağındaki kızlar ve kadınlar için yeterli korumaya erişim sağlanmalıdır. Ücretli ebeveyn izni sağlanmalı ve bakım konusunda ortak sorumluluk teşvik edilmelidir. Kayıt dışı, düşük ücretli ve güvencesiz çalışanlar da dâhil olmak üzere, sosyal koruma yardımlarının ve kaliteli kamu hizmetlerinin kapsamının kadınların çalışma yaşamları ve yaşlılık dönemlerine kadar genişletilmesi önem arz etmektedir. Eğitim, sağlık ve beslenme, toplumsal cinsiyete dayalı şiddet sonrası destek hizmetleri ve sağlık sigortasının yaygınlaştırılması ve bunlara erişimlerin kolaylaştırılması gerekmektedir. Kaliteli bakım hizmetleri, sürdürülebilir altyapı, geçim programları ve finansal katılım sağlayarak kadınların geçim kaynaklarını ve ekonomik ilerlemelerini güçlendirme projelerinin ve politikalarının sayısı ve niteliği genişletilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi, İşletme Yönetimi Tezli Yüksek Lisans Programında Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ÖZKAYA'nın danışmanlığında Hasan HARAC tarafından yazılan 'Suriye'de kadınların sürdürülebilir kalkınması ve ekonomik güçlenmesini destekleyen projelerin analitik ağ süreci yöntemi ile tasarlanması ve değerlendirilmesi' adlı tezinden derlenmiştir.

KAYNAKLAR

Al-Hassan, T. J. A.-B. (2020). Measuring the impact of the contribution of Saudi women working in the private sector on economic growth 2005-2017. *Journal of Economic, Administrative and Legal Sciences*, 4(7), 127–112.

Al-Kharouf, Ali, A. M., Al-Hadidi, & Abdel Aziz, S. (2011). The Women's Prosperity Development Project and its relationship to the empowerment of Jordanian women: An evaluation study. *Dirasat: Human & Social Sciences*, 38(1).

Al-Kurdi, M. F., & Adira, M. F. (2014). The reality of women's empowerment in the Syrian Arab Republic. *Tishreen University Journal-Arts and Humanities Sciences Series*, 36(2), 225.

Alobid, M., Istvan, S., & Zeed, M. (2019). Social and Economic Impacts of Small Projects in Al-Hasaka Province Syria. *Cross-Cultural Management Journal*, 21(1).

Alyanak. (2010). Yapı İşletmesi. <http://yapisiletmesi.blogspot.com/>

Ayadi, R., Bernet, B., Westerfeld, S., Franck, T., Huyghebaert, N., Gaspar, V., Bovha-Padilla, S., & Veugelers, R. (2009). Financing SMEs in Europe.

Ayyagari, M., Beck, T., & Demircuc-Kunt, A. (2007). Small and Medium Enterprises Across the Globe. *Small Business Economics*, 29(4), 415–434.

Communication. (2024). Kuzeybatı Suriye'de kadınların çalışma hayatında karşılaştığı çok yönlü zorluklar. Hakikat ve adalet için Suriyeliler. <https://stj-sy.org/ar/>

Crawford, P., & Bryce, P. (2003). Project monitoring and evaluation: A method for enhancing the efficiency and effectiveness of aid project implementation. *International journal of project management*, 21(5), 363–373.

Çorak, A. (2015). Proje Yönetimi. *Demiryolu Mühendisliği*, 2, 52–54.

Dağdeviren, M., Dönmez, N., & Kurt, M. (2006). Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(2), 247–255.

Darnall DM, R. W., & Preston, J. M. (2018). Project management: From simple to complex. <https://scholarworks.waldenu.edu/facpubs/525/>

Friedman, D., & Cassar, A. (2004). 7 Finish what you started Project management. *Economics Lab: An Intensive Course in Experimental Economics*, 75.

Gedik, T., Akyüz, K. C., & Akyüz, İ. (2005). YATIRIM PROJELERİNİN HAZIRLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ (İç Karlılık Oranı ve Net Bugünkü Değer Yöntemlerinin İncelenmesi). *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7(7), 51–61.

Guide, P. (2008). A guide to the project management body of knowledge.

Hamal, S. (2011). Using fuzzy analytic network process for selecting optimal marketing strategy [PhD Thesis, Marmara Üniversitesi (Turkey)].

Head, J. W. (1977). Challenge of International Environmental Management: A Critique of the United Nations Environment Programme, *The. Va. J. Int'l L.*, 18, 269.

Hsiao, H.-H. M. (2013). The state and business relations in Taiwan. *في The State and Economic Development (P 76–97)*. Routledge.

Hsueh, L., Lim, A., & Okrasa, G. (2003). White paper on small and medium enterprises in Taiwan, 2003. *Small and Medium Enterprise Administration*, Ministry of Economic Affairs, Taipei, 324.

Ibrahim, N. (2012). The model of crowdfunding to support small and micro businesses in Indonesia through a web-based platform. *Procedia Economics and Finance*, 4, 390–397.

Karsak, E. E., Sozer, S., & Alptekin, S. E. (2003'a). Product planning in quality function deployment using a combined analytic network process and goal programming approach. *Computers & industrial engineering*, 44(1), 171–190.

Kayadelen, M. (2013). (D.T). Proje analiz teknikleri

Kazan, H. (2020). Proje Yönetimi. İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.

Kerzner, H. (2018). Project management best practices: Achieving global excellence. John Wiley & Sons.

Mayoux, L. (1998). Women's empowerment and micro-finance programmes approaches, evidence and ways forward. <https://oro.open.ac.uk/89074/1/41.pdf>

Mebratu, D. (1998). Sustainability and sustainable development: Historical and conceptual review. *Environmental impact assessment review*, 18(6), 493–520.

Moehler, R., Hope, A., & Algeo, C. (2018). Sustainable project management: Revolution or evolution? *Academy of management proceedings*, 2018(1), 13583.

Mokyr, J. (2011). *The enlightened economy: Britain and the industrial revolution, 1700-1850*. Penguin UK.

Munasinghe, M. (1993). *Environmental economics and sustainable development (M 3)*. World Bank Publications.

Niemira, M. P., & Saaty, T. L. (2004). An analytic network process model for financial-crisis forecasting. *International journal of forecasting*, 20(4), 573–587.

Olsen, K. H., & Fenhann, J. (2008). Sustainable development benefits of clean development mechanism projects: A new methodology for sustainability assessment based on text analysis of the project design documents submitted for validation. *Energy policy*, 36(8), 2819–2830.

Ömürbek, N., Makas, Y., & Ömürbek, V. (2015). AHP ve TOPSIS yöntemleri ile kurumsal proje yönetim yazılımı seçimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 59–83.

Özkaya, G. (2017). Akıllı şehir seçim kriterlerinin ANP yöntemi ile önceliklerinin belirlenmesi ve bir uygulama [Master's Thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü].

Park, H. J. (2001). SMALL BUSINESS IN KOREA, JAPAN, AND TAIWAN. *Asian Survey*, 41(5), 846–864. <https://doi.org/10.1525/as.2001.41.5.846>

Pehlivan. (2018). Ekonomik Analiz Nedir? Ekonomik Analiz hakkında detaylı bilgi. <https://www.ekonomim.com/sozluk/ekonomik-analiz>

Saaty, T. L. (2004). Decision making—The Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP). *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 13(1), 1–35. <https://doi.org/10.1007/s11518-006-0151-5>

Saleem, Q. (2013). Overcoming constraints to SME development in MENA countries and enhancing access to finance. IFC Advisory Services in the Middle East and North Africa.

Sariaslan, H. (1990). Yatırım projelerinin hazırlanması ve değerlendirilmesi: Planlama, analiz, fizibilite. Turhan Kitabevi.

Saymeh, A. A. F., & Sabha, S. A. (2014). Assessment of small enterprise financing, case of Jordan. *Global Journal of Management and Business Research*, 14(2), 6–18.

Sert, O. (2021). Bir tekstil işletmesinde analitik ağ süreci yöntemi ile bütünlük stok yönetimi uygulaması [Master's Thesis, Bursa Uludağ University (Turkey)].

Sneina, S. A. S. A. (2017). The impact of applying governance in small enterprises on the economic empowerment of Palestinian women, an applied study on associations in the Hebron Governorate [PhD Thesis, AL-Quds University].

Spengler, K. (2001). Expansion of Third World Women's Empowerment: The Emergence of Sustainable Development and the Evolution of International Economic Strategy. *Colo. J. Int'l Envtl. L. & Pol'y*, 12, 303.

SSachs, J. D., Woo, W. T., Yoshino, N., & Taghizadeh-Hesary, F. (2019). Importance of green finance for achieving sustainable development goals and energy security. *Handbook of green finance*, 3.

Tekin, İ. (2017). Finansal analiz teknikleri ve finansal analiz üzerine bir uygulama [Master's Thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü]. <https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/709295>

Thurik, R., & Wennekers, S. (2004). Entrepreneurship, small business and economic growth. *Journal of small business and enterprise development*, 11(1), 140–149.

Tınmaz, M. (2017). Bulanık analitik ağ süreci yöntemiyle teknoloji perakende firma seçimi [PhD Thesis, Sakarya Üniversitesi (Turkey)].

Uchikawa, S. (2009). Small and medium enterprises in Japan: Surviving the long-term recession. ADBI working paper.

Vanhoucke, M. (2013). Project Management with Dynamic Scheduling: Baseline Scheduling, Risk Analysis and Project Control. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-40438-2>

Voss, C., Blackmon, K. L., Cagliano, R., Hanson, P., & Wilson, F. (1998). Made in Europe: Small Companies. *Business Strategy Review*, 9(4), 1–19. <https://doi.org/10.1111/1467-8616.00078>

Yiğit, S., & YİĞİT, A. (2011). Stratejik Yönetimde Dış Çevre Analizi: Kobi'ler ve Büyük İşletmeler Arasında Bir Karşılaştırma. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 38, 119–136.

BÖLÜM III

ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YAKLAŞIMI İLE YÜKSEK LİSANS DERECEİ İÇİN ÜNİVERSİTE SEÇİMİ

UNIVERSITY SELECTION FOR MASTER'S DEGREE WITH ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS APPROACH

Beyza İNCE¹ & Ceren ERDİN¹

*Yıldız Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Yönetimi,
Türkiye*

1. GİRİŞ

Karar verme işlemi birçok şekilde tanımlanabilmektedir. Kısıtlı seçenekler arasından en uygun olanı seçme olarak tanımlanabilir. Karar verme, çok alternatifli bir olay için seçim yapmayı ifade eder.

Kişiler açısından ‘doğru karar verme’, bireylerin gelecekteki yaşantıları açısından hayati öneme sahiptir. Karar vermek, rekabetin keskinleştiği günümüzde daha da zorlaşan bir süreç haline gelmiştir. Birlikte aynı ortamda yer alan ve aynı amaca yönelik ilerleyen tüm canlılar için iyi ya da güçlü olanın varlığına devam edebilmesi; zayıf ve güçsüz olanların ise elenmesi rekabeti kızıştıran bir durumdur. Bu nedenle bireyler de, hep daha iyi olma yarışı içerisindedirler.

Özellikle iş hayatındaki rekabet ortamı bu kadar artmışken çalışanların kendilerini geliştirme ve farklılık yaratma ihtiyaçları kaçınılmaz olacaktır. Geline durumda mesleki hayatta rollerin getirdiği sorumlulukları doğru ve en iyi şekilde yerine getiriyor olmak ne yazık ki yeterli olmuyor. Bu nedenle, çalışanlar mevcut bilgi birikimlerini sürekli artırma eğilimindedirler. İş hayatındaki bireyler bu rekabet ortamı içerisinde hem fark yaratabilmek hem de mesleki uzmanlık alanlarında daha derin bilgi ve becerilere sahip olabilmek için çeşitli programlarda yüksek lisans yapmaktadırlar. Bunu eğitim ile desteklemek rekabette bir adım öne geçme imkanı sunar ve bireylerin kariyerindeki başarıyı destekler. Yüksek lisans yapmanın bunun yanında pek çok avantajı bulunmaktadır. Uzmanlık alanındaki derinleşmenin yanı sıra, iş hayatı için ağ oluşturulmasında ve iş imkanlarının arttırılmasına katkı sağlar. Bireylere, kişisel olarak kendilerini geliştirebileceği bir ortam sunar. Bu sayede edinilen beceriler hem mesleki hayatlarına hem de kişisel hayatlarına katkı

sağlar. Bu alanda bireylerin talebi arttıkça karar verilmesi gereken bir problem de açığa çıkıyor. Uzmanlaşım istenen alan seçildikten sonra, bunun hangi eğitim kurumunda gerçekleştirileceği kararının verilmesi gerekiyor.

Artan alternatifler karar verme sürecini de zorlaştırıyor. Birçok üniversite çok çeşitli yüksek lisans programlarına sahip. Bu nedenle yüksek lisans programına karar verildikten sonra, karar verilmesi gereken en zor kısım üniversite seçimi oluyor. Bireyler, iş hayatında zamanlarının yarısından çoğunu geçiriyor. Kalan kısıtlı zamana birçok şeyi sığdırmak zorunda kalıyorlar. Mevcut iş ve hayatın temposunda eğitim anlamında insanların kendilerine bir alan açması hem zor hem de çok çaba gösterilmesi gereken bir durum.

Bu nedenle, eğitim alanına yatırım yapmak beraberinde bireylerin zamanlarını da büyük ölçüde kaplayacağından buna değer bir kurumda yüksek lisans yapma istekleri de kaçınılmaz oluyor. Bunun yanın sıra, zaman açısından değil hem alınacak eğitimin kalitesi hem de bu eğitime ayrılan bütçe de çok önemli. Zaman, bütçe, fayda gibi kriterlerin hepsinin düşünülerek karar verilmesi gerekiyor. Bu da, birçok kriteri içeren bir karar verme problem haline dönüşüyor. Çok kriterli karar verme, belirlenen kriterler arasından bir kriteri gerçekleştirmek için bir diğer kriterden fedakarlık edilecek olmasından dolayı oldukça zordur.

Yüksek lisans yapılacak üniversitenin seçim kararı da, çok sayıda kriteri içerdiğinden ve birbirleriyle çakışan bu kriterler arasında bir uzlaşma gerektirdiğinden dolayı oldukça karmaşık bir karar verme problemidir. Bilgisayar Mühendisliği bölümüne ilişkin çok sayıda yüksek lisans programına sahip okul olduğundan, okulun profili, eğitim kalitesi, maliyeti ve diğer faktörler göz önünde bulundurularak en iyi okulun seçilmesi oldukça önemlidir.

Bu araştırmanın amacı, yüksek lisans yapılacak üniversite seçimine ilişkin temel değerlendirme kriterlerini belirlemek ve bu kriterlere dayalı bir sistem geliştirerek seçeneklerdeki okullar arasından en iyi okula karar vermektir. Okul (üniversite) seçimi şüphesiz ki hem nicel hem de subjektif unsurlar içeren bir karar problemidir. En doğru karara ulaşmak için analitik bir yöntem kullanılmalıdır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) karmaşık kriterler arasında çözüm arayan, en iyi çözüm yollarından biridir. Bu araştırma, üniversite seçiminin önemini ve bu seçime karar verirken önemli olan bazı olası kriterleri göz önüne sermekte ve bu kriterlerin ağırlıklarına göre ortaya çıkan sonucu AHP yöntemi ile adım adım göstermektedir.

2. KARAR SÜRECİ

Günlük yaşantımızda karar verme işlemi önemli yer tutmaktadır. Hem kurumlar/işletmeler için hem de bireyler için ‘doğru karar verme’ gelecekte oluşacak sonuçlar açısından değerlidir. Karar verme işlemi, rekabetin artması ve seçeneklerin çoğalması ile zorlaşan bir süreç haline gelmiştir. Karar verme, seçenekler arasından en uygunu seçme olarak tanımlanabilir. Karar verilecek konuya ilişkin belirlenen alternatifler arasında karşılaştırmalar yapılarak karar verme işlemi gerçekleştirilebilir.

Karar verme aşamalarını;

- 1) Problemin belirlenmesi,
- 2) Probleme ilişkin karar unsurlarının belirlenmesi,
- 3) Amaç ve kısıtların saptanması,
- 4) Model kurulması
- 5) Alternatif çözümlerin belirlenmesi şeklinde sıralayabiliriz.

2.1 Çok Nitelikli Karar Verme Yöntemleri

Karar verme, herkesin hayatının her anında yapması gereken bir eylemdir. Karar verme sürecine başvurmadan ele alınabilecek hiçbir karar yoktur. Karar verme, zihinsel karmaşık bir süreç olarak, farklı yönleri göz önünde bulundurarak arzu edilen bir sonucu belirlemeyi amaçlayan bir problem çözme programıdır. Bu süreç rasyonel ya da irrasyonel olabileceği gibi fizyolojik, biyolojik, kültürel vb. pek çok faktörden etkilenen varsayımları da kullanabilir. Çok kriterli karar verme (ÇKKV), hem niceliksel hem de niteliksel faktörleri içeren karmaşık bir karar verme (DM) aracı olarak kabul edilir.

Eğer mevcut karar verme süreci içerisinde birden çok kriter var ise, bu bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemidir. Çok kriterli karar verme (ÇKKV), seçim sürecinde birden fazla kriteri dikkate alarak en iyi alternatifi belirlemeyi amaçlayan temel karar verme problemlerinden biridir. Bu problemi çözmek için, çok fazla sayıda yöntem oluşturulmuştur.

ÇKVV iki ayrı bölümde alınır. Bunlar; Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) ‘dir. ÇNKV; birden fazla kritere göre sıralama yapabilme imkanı verir. Çok nitelikli karar verme

yöntemlerinde çoğunlukla AHP, Analitik Ağ Prosesi (ANP), TOPSIS ve ELECTRE'nin kullanıldığı görülmektedir.

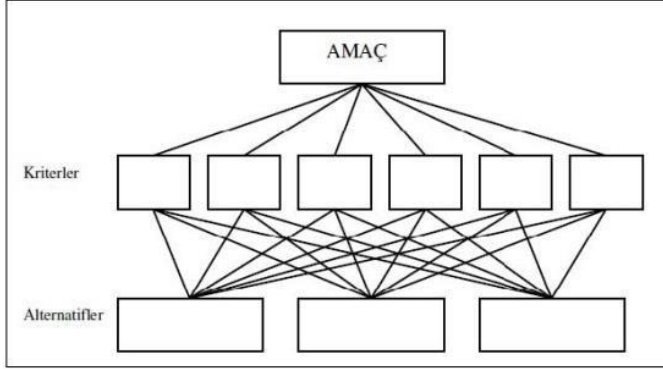
2.2 Analitik Hiyeraşi Süreci (AHP)

1970'lerde Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen analitik hiyerarşi süreci (AHP), karmaşık kararların çözümlenebilmesi için yapılandırılmış bir tekniktir. Karar verme süreçlerini yönetebilmek ve yönlendirebilmek için kullanılacak bir yöntemdir. Yöntemin adından da anlaşılacağı üzere AHP yönteminde karar verilmesi gereken problem, hiyerarşik olarak formüle edilir ve aynı zamanda niceliksel ve niteliksel kriterlerin bir karışımına inanılmasına olanak tanır. İlk adım problemin hiyerarşisini; problemin amacını oluşturmaktadır. Bir alt adım, kriterlerden ve varsa o kriterlerin alt kriterlerinden oluşmaktadır ve bu adımda hiyerarşinin her düzeyine nominal bir değer verilmeli ve ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmalıdır.

Çok kritere sahip problemler olduğunda, AHP yönteminin tercih edilmesinin en önemli sebebi aldığımız kararın subjektif olmasını sağlamasıdır. AHP yönteminde nitel faktörler oldukça önemlidir. Karar verilecek konuya ilişkin alternatifler değerlendirilirken, hem nitel hem de nicel faktörlerin birleştirilmesini sağlayan bir yöntemdir.

AHP çeşitli seviyelerde birbirinden bağımsız olan faktörlerin, içinde buldukları hiyerarşik yapıda değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. (Zelal Anık, “Nesne Yönelimli Yazılım Dillerinin Analitik Hiyerarşi ve Analitik Network Prosesi ile Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi”, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 2007), s. 13) AHP yönteminde problem hiyerarşik bir şekilde ele alınır. Şekil 1'de bu hiyerarşik yapı gösterilmektedir. Hiyerarşinin en üstünde bir amaç yer almakta ve amacın altında sırasıyla kriterler ve en altta alternatifler olacak biçimde yapı tamamlanmaktadır. (Felek, Yuluğkural ve Aladağ, 2007, s. 7.)

İkili karşılaştırmalar AHP'de temel yapı taşlarıdır. Kriterler arası ikili karşılaştırmalar yapılırken, Tablo 1'de görülen ve Saaty tarafından önerilen 1'den 9'a kadar değerler içeren temel karşılaştırma skalası kullanılmaktadır. (Felek, Yuluğkural ve Aladağ, 2007, s. 8.)”

Şekil 1: Üç Seviyeli Analitik Hiyerarşi Modeli

Thomas L. Saaty and Luis G. Vargas, “Models, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process”, Springer; 2001, s. 3.

ÖNEM DERECESİ	TANIM
1	İki Kriter Amaca Eşit Katkıda Bulunuyor
3	Bir Kriter Diğerine Göre Amaca Biraz Daha Fazla Katkıda Bulunuyor
5	Bir Kriter Diğerine Göre Amaca Oldukça Fazla Katkıda Bulunuyor
7	Bir Kriter Diğerine Göre Amaca Çok Fazla Katkıda Bulunuyor
9	Bir Kriter Diğerine Göre Amaca Son Derece Önemli Katkıda Bulunuyor
2,4,6,8	Ara değerler (Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler)

Tablo 1: Karşılaştırmada Kullanılan Önem Dereceleri (1-9)

Thomas L. Saaty, “The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Processes: Applications to Decisions Under Risk”, European Journal of Pure and Applied Mathematics, Vol 1, No 1, 2008, s. 125.

2.2.1 Analitik Hiyerarşi Sürecinin Aşamaları

AHS yönteminin aşamaları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Problemin tanımlanması,
- Kriterlerin belirlenmesi,
- Alternatiflerin ortaya konulması,
- Hiyerarşik Ağaç Diyagramının çizilmesi,

- Kriter ağırlıklarının belirlenmesi,
- Alternatiflerin her kritere göre puanlanması,
- Her alternatifin çok kriterli puanının elde edilmesi,
- Genel puanların karşılaştırılması ve sıralama yoluyla en iyi alternatifin seçilmesidir. (Ulucan, 332-333).

Farklı kriterlerin ikili karşılaştırmaları Tablo-2’de görüldüğü gibidir. Matristeki w/w_1 terimi, amaca ulaşmak için i . Kriterin j . Kriterden ne kadar daha önemli olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 2 : Kriterlerin Karşılaştırma Matrisi

	Kriter-1	Kriter-2	Kriter ...	Kriter-n
Kriter-1	w_1/w_1	w_1/w_2	.....	w_1/w_n
Kriter-2	w_2/w_1	w_2/w_2	.....	w_2/w_n
Kriter....	.....	.....	.....	.....
Kriter-n	w_n/w_1	w_n/w_2	.....	w_n/w_n

İkili karşılaştırma matrisinin özellikleri aşağıdadır; (SAATY, 1980:212)

- Matrisin köşegenleri 1 (bir)’e eşittir.
- Matris kare matristir ve elemanlarının tümü pozitif sayıdır.
- Matris tam tutarlı ise ($CR=0$), $a_{ij}.a_{jk}=a_{ik}$ eşitliği sağlanır.
- Matris tam tutarlı ise her hangi bir satırdan matrisin diğer tüm faktörlerine ulaşılır.
- Matrisin en büyük özdeğerine karşılık gelen özvektör, AHS matrisinde ağırlık veya göreceli önem vektörü olarak tanımlanır.
- Değerlendirmede açılım, n sayılı 2’li kombinasyon kadar yapılabilir.

Bir karşılaştırma matrisinin tutarlı olabilmesi için en büyük özdeğerinin (λ_{max}) matris boyutuna (n) eşit olması gerekmektedir.

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (CI)} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1),$$

Rassal Gösterge (RI) olsun,
Tutarlılık Oranı (CR) = $\frac{CI}{RI}$ (2)

Tutarlılık oranı (CR); tutarlılık indeksinin (CI) rassal değer indeksine oranlanması ile bulunur. Burada kullanılan rastgele değer indeksi RI şeklinde gösterilmekte ve kriter sayısına göre sabit değerler almaktadır. (Tzeng ve Huang, 2011:18-19)

Rassal İndeks Değerleri Tablo 3'de mevcuttur.

Tablo 3: Rassal İndeks Değerleri (Tzeng ve Huang, 2011: 18)

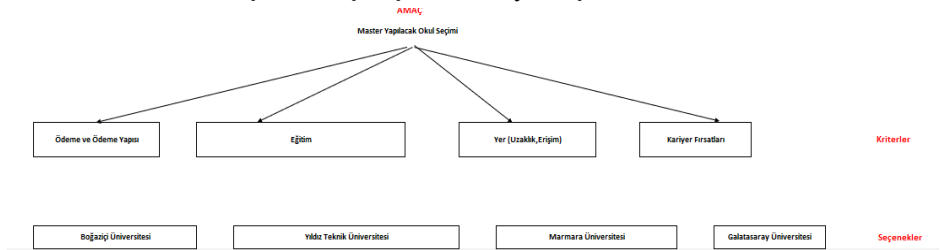
<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Rassallık Göstergesi	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Karar matrisinin tutarlı olabilmesi için $CR < 0,10$ olması istenir. Eğer; $CR > 0,10$ gibi bir durum var ise orada bir tutarsızlık vardır.

3. AMAÇ, KRİTERLER VE SEÇENEKLER

Bu çalışmanın amacı, Bilgisayar Mühendisliği için yüksek lisans yapılacak en doğru okulu seçebilmektir. Bu kararı verebilmek için, karar verici tarafından belirlenmiş bazı kriterler ve seçenekler vardır. Amacın, kriterlerin ve seçeneklerin olduğu hiyerarşik yapı aşağıdaki Şekil 2'de paylaşılmıştır.

Şekil 2- Çalışmanın Hiyerarşik Modeli



3.1 Yöntem

Karar verici amacı doğrultusunda 4 kriter belirlemiştir. Bu kriterleri okul seçerken kişisel olarak belirleyici olan durumları düşünerek seçmiştir. Eğitim kriterinin belirlenmesinde; tercih edilecek programın ders içeriği, program içerisindeki öğretim üyelerinin nitelikleri ve akademik başarıları, bölümün ve üniversitenin genel itibarı, üniversitenin dünya ve ulusaldaki sıralamasının

önemi belirleyici olmuştur. Yer(ulaşım) kriterinin belirlenmesinde; karar verici yüksek lisansı mevcut işini sürdürürken paralelde işinin yanında yapacağından yüksek lisans yapacağı okulun ulaşılabilir olması belirleyici olmuştur. Karar verici kendi mevcut durumunu düşündüğünde, yüksek lisans öğrenimini 2. öğretim şeklinde almak zorundadır. Bu da, üniversitelerin yüksek lisans programlarının maliyetine yansımaktadır. Tüm giderlerinin yanında üniversite için de bir ödeme yapılacağı için bu durum maliyet kriterinin ortaya çıkmasında belirleyici olmuştur. Son olarak; karar verici yüksek lisans programından mezun olduktan sonra kariyer hayatına bunu entegre etmek istemektedir. Daha önce bu programdan mezun olan kişilerin kariyerlerinde açılan olanaklar ve kariyer hayatlarındaki yükselişlerinin oranı bu kriterin oluşmasında belirleyici olmuştur. Seçeneklerin belirlenmesinde ise, karar vericinin yüksek lisansını gerçekleştirmek istediği üniversiteler rol oynamıştır

3.1.1 Kriterler için için Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Öncelikle karar verici tarafından belirlenmiş 4 kriter önem derecelerine göre birbiri ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 4- Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	Kriterler			
	K1	K2	K3	K4
(Yer)K1	1	1/9	1/3	1/7
(Eğitim)K2	9	1	7	3
(Ödeme ve Ödeme Yapısı)K3	3	1/7	1	1/5
(Kariyer Fırsatları)K4	7	1/3	5	1

2.adım oluşturulan karşılaştırma matrisi için normalizasyon adımının gerçekleştirilmesidir;

Tablo 5- Normalizasyonu yapılmış Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	Kriterler			
	K1	K2	K3	K4
(Yer)K1	0,05	0,07	0,025	0,032895
(Eğitim)K2	0,45	0,63	0,525	0,690789
(Ödeme ve Ödeme Yapısı)K3	0,15	0,09	0,08	0,05
(Kariyer Fırsatları)K4	0,35	0,21	0,375	0,230263

Normalizasyon işlemi her bir kriterin ağırlığının o kriterin sütun toplamına bölünmesiyle elde edilmiştir.

3. adım normalizasyonu yapılan karşılaştırma matrisi üzerinden satır bazlı her bir kriter için özvektörün belirlenmesidir. Satır bazlı tüm kriter değerleri/kriter sayısı yapılarak elde edilir.

Tablo 6-Özvektör Değerleri

Özvektör (satır ortalaması)
0,044473684
0,573947368
0,090263158
0,291315789

Tablo 7-Kriterler ve Özvektör

Kriterler	Özvektör	
(Yer)K1	0,044473684	4,45%
(Eğitim)K2	0,573947368	57,39%
(Ödeme ve Ödeme Yapısı)K3	0,090263158	9,03%
(Kariyer Fırsatları)K4	0,291315789	29,13%
Toplam	1	100,00%

4. adım normalizasyonu yapılmış karşılaştırma matrisi ile özvektörlerin çarpılması ve özdeğerlerin elde edilmesi işlemidir.

Tablo 8-Özdeğer Oranları

Özdeğer
0,18
2,48
0,36
1,25

Tablo 9-Karar Değişkenleri ve Özdeğer oranları

Karar Değişkenleri	Özdeğer
(Yer)K1	0,18
(Eğitim)K2	2,48
(Ödeme ve Ödeme Yapısı)K3	0,36
(Kariyer Fırsatları)K4	1,25

5. adım da her bir kısıtın özdeğeri özvektörüne bölünür ve çıkan 4 değer toplanır. Bulunan toplam 4 kriter olmasından dolayı 4 e bölünür ve λ_{max} bulunur.

Tablo 10-Özdeğer Oranları ve Özvektörler

Karar Değişkenleri	Özdeğer	Özvektör (sıra ortalaması)
(Yer)K1	0,18	0,044473684
(Eğitim)K2	2,48	0,573947368
(Ödeme ve Ödeme Yapısı)K3	0,36	0,090263158
(Kariyer Fırsatları)K4	1,25	0,291315789

$\lambda_{max} = 4,17$ değerindedir.

6. ve son adımda ise CI ve CR değerleri bulunur. Yapılan hesaplamalar sonucu; CI= 0,056147 çıkmıştır.

CR= CI/RI şeklinde bulunur. Burada RI olarak ifade edilen değer rassal indeks değerleri tablosunda kriter sayısına denk gelen değerdir. Bu çalışmada 4 kriter olduğu için RI değeri 0,89/0,9 şeklinde almıştır. Bu nedenle;

CR=0,06 değerindedir. CR<0,10 çıktığı için karar verici tutarlı değerlendirme yapmıştır diyebiliriz.

3.1.2 Seçeneklerin Karşılaştırma Değerlerinin Oluşturulması

Karar verici tarafından ortaya konulan her bir seçenek her kriter için değerlendirilmelidir. Yer kriteri için seçenekler değerlendirilmiştir;

Burada yer kriteri için seçenekler önem derecelerine göre değerlendirilirken karar vericinin sorması ona göre değerlendirme yapması gereken soru; hangi seçeneğin bu kriter için ne derece tercih edileceği sorusudur. Verilen değerler tercih derecelerini belirtmektedir.

Tablo 11- Yer Kriteri için Karşılaştırmalı Matris

Yer (Uzaklık, Erişim)				
Seçenekler	B	Y	M	G
B	1	1/3	1/4	1/2
Y	3	1	1/3	2
M	4	3	1	4
G	2	1/2	1/4	1

Hazırlanmış matris için normalizasyon işlemi yapılmıştır. (Tablo-12)

Tablo 12- Normalizasyonu yapılmış Karşılaştırmalı Matris

Yer (Uzaklık, Erişim)				
Seçenekler	B	Y	M	G
B	0,10	0,07	0,14	0,07
T	0,30	0,21	0,18	0,27
Y	0,40	0,62	0,55	0,53
K	0,20	0,10	0,14	0,13

Bir sonraki adım için normalizasyonu yapılmış matris üzerinden özvektör değerleri hesaplanmıştır. Her seçenek için satırdaki değerler toplanmış ve 4'e bölünmüştür. (Tablo-13)

Tablo 13-Yer Kriteri için Özvektörler

Yer (Uzaklık, Erişim)		
Seçenekler	Özvektör	
B	0,092998955	3,88%
T	0,23884535	21,29%
Y	0,524869383	57,88%
K	0,143286311	16,95%
Toplam	1	100,00%

CR değeri= 0,03 şeklindedir.

Tablo 14- Eğitim Kriteri için Karşılaştırmalı Matris

Eğitim				
Seçenekler	B	Y	M	G
B	1	3	5	7
Y	1/3	1	3	5
M	1/5	1/3	1	3
G	1/7	1/5	1/3	1

Hazırlanmış matris için normalizasyon işlemi yapılmıştır. (Tablo-15)

Tablo 15- Normalizasyonu yapılmış Karşılaştırmalı Matris

Eğitim				
Seçenekler	B	Y	M	G
B	0,60	0,66	0,54	0,44
T	0,20	0,22	0,32	0,31
Y	0,12	0,07	0,11	0,19
K	0,09	0,04	0,04	0,06

Bir sonraki adım için normalizasyonu yapılmış matris üzerinden özvektör değerleri hesaplanmıştır. Her seçenek için satırdaki değerler toplanmış ve 4'e bölünmüştür. (Tablo-16)

Tablo 16-Eğitim Kriteri için Özvektörler

Eğitim		
Seçenekler	Özvektör	
B	0,557892475	59,98%
T	0,263345111	24,48%
Y	0,121872613	11,67%
K	0,056889801	3,88%
Toplam	1	100,0%

CR değeri= 0,04 şeklindedir.

Tablo 17- Ödeme Kriteri için Karşılaştırmalı Matris

Ödeme ve Ödeme Yapısı				
Seçenekler	B	Y	M	G
B	1	1/6	1/3	1/4
T	6	1	2	3
Y	3	1/2	1	3
K	4	1/3	1/3	1
Sütun Toplamı	14	2	3,666667	7,25

Hazırlanmış matris için normalizasyon işlemi yapılmıştır. (Tablo-18)

Tablo 18- Normalizasyonu yapılmış Karşılaştırmalı Matris

Ödeme ve Ödeme Yapısı				
Seçenekler	B	Y	M	G
B	0,07	0,08	0,09	0,03
T	0,43	0,50	0,55	0,41
Y	0,21	0,25	0,27	0,41
K	0,29	0,17	0,09	0,14

Bir sonraki adım için normalizasyonu yapılmış matris üzerinden özvektör değerleri hesaplanmıştır. Her seçenek için satırdaki değerler toplanmış ve 4'e bölünmüştür. (Tablo-19)

Tablo 19-Ödeme Kriteri için Özvektörler

Ödeme		
Seçenekler	Özvektör	
B	0,070038439	56,70%
T	0,471954769	7,79%
Y	0,287701523	5,80%
K	0,170305269	29,71%
Toplam	1	100,0%

CR değeri= 0,07 şeklindedir.

Tablo 20- Kariyer Fırsatları Kriteri için Karşılaştırmalı Matris

Kariyer Fırsatları				
Seçenekler	B	Y	M	G
B	1	2	3	4
Y	1/2	1	3	4
M	1/3	1/3	1	2
G	1/4	1/4	1/2	1

Hazırlanmış matris için normalizasyon işlemi yapılmıştır. (Tablo-21)

Tablo 21- Normalizasyonu yapılmış Karşılaştırmalı Matris

Kariyer Fırsatları				
Seçenekler	B	Y	M	G
B	0,48	0,56	0,40	0,36
T	0,24	0,28	0,40	0,36
Y	0,16	0,09	0,13	0,18
K	0,12	0,07	0,07	0,09

Bir sonraki adım için normalizasyonu yapılmış matris üzerinden özvektör değerleri hesaplanmıştır. Her seçenek için satırdaki değerler toplanmış ve 4'e bölünmüştür. (Tablo-22)

Tablo 22-Kariyer Fırsatları Kriteri için Özvektörler

Kariyer Fırsatları		
Seçenekler	Özvektör	
B	0,450443975	50,70%
T	0,320676533	32,76%
Y	0,142043693	12,37%
K	0,0868358	4,17%
Toplam	1	100,00%

CR değeri=0,03 şeklindedir

3.1.3 Seçeneklerin Puan Tablosunun Oluşturulması

Her bir kriter için bakılan seçenekler için özvektörler hesaplanmıştır. Bu değerlerin kriter ve seçenek bazlı nihai matrisi aşağıdaki şekildedir;

Tablo 23-Kriter ve Seçeneklerin Özvektör Matrisi

	K1 (Yer,Uzaklık)	K2 (Eğitim)	K3 (Ödeme)	K4 (Kariyer Fırsatları)
B	0,093	0,558	0,070	0,450
Y	0,239	0,263	0,472	0,321
M	0,525	0,122	0,288	0,142
G	0,143	0,057	0,170	0,087

İlk aşamada kriterler için karşılaştırmalı matris oluşturulmuş ve özvektörler hesaplanmıştır. Tablo-23'de oluşturulan matrisi Tablo-7de bulunan özvektör değerleri ile çarparak seçeneklerin puanları bulunmuştur;

Tablo 24- Seçeneklerin Puan ve Sıralaması

Alternatifler	Puan	Sıralama
B	0,46188	1
Y	0,297787	2
M	0,16064	3
G	0,079693	4

Seçeneklerin puanları büyükten küçüğe sıralanmıştır.

3.1.4 Üniversite Seçimi ve Karar

Tablo 24'te puanlara göre yapılan sıralamada görüldüğü üzere 1. Sırada Boğaziçi Üniversitesinin, 2. Sırada Yıldız Teknik Üniversitesinin, 3. Sırada Marmara Üniversitesinin ve 4. Sırada ise Galatasaray Üniversitesi olduğu görülmüştür. Hesaplanan puan ve sıralamaya göre Bilgisayar Mühendisliği üzerine yüksek lisans programı yapmak isteyen karar verici, Boğaziçi Üniversitesini tercih etmelidir.

4. SONUÇ

Günümüzde eğitim kalitesi yüksek, başarılı üniversite sayısı fazla olduğundan bireyler bu seçenekler arasında karar vermekte zorlanabiliyor. Aynı zamanda tam olarak istekleri doğrultusunda kendilerine en uygun üniversite seçimini yapmakta yanlılık yapabiliyorlar. İş hayatındaki rekabet ortamı bu kadar yüksekken, bireylerin hem bilgi anlamında kazanım sağlayabileceği hem de rakiplerinden sıyrılacakları bir eğitim süreci geçirmeleri büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı da; karar vericinin belirlediği kriterler göz önünde bulundurularak yüksek lisans yapılacak en doğru üniversite seçimine karar vermektir. Bu seçimi yaparken, karar vericinin birden fazla kriteri bulunmaktadır.

Karar verme aşamasında çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak karar verme süreci kolaylaştırılabilir. Bu çalışmadaki problem çok kriterli bir problem olmasından dolayı Çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP seçilmiştir. Basit ve uygulama kolaylığı olan bir yöntem olan AHP, ÇKKV problemlerinin çözümünde de oldukça tercih edilen yöntemlerden biridir.

Bireylerin karar alma problemlerini çözebilmelerine fayda sağlar. Kriterlerin ve düşünülen alternatiflerin göreceli öneminin nicelleştirilmesini sağladığı için bu alternatifleri bir sıra haline getirir.

Analitik Hiyerarşi Süreci, karar problemlerinde kararları analiz ederek en uygun sonuca ulaştırmayı hedefleyen bir yöntemdir. AHP’de belirlenen kriterlerin ikili karşılaştırmalar yoluyla değerlendirilmesi yapılarak, alternatiflerin önceliklendirilmesi sağlanır. Bu yöntem günümüze kadar birçok karar problemine uygulanmış ve problemi en uygun sonuca götürmüştür. Çok kriterli karar verme modellerinin çözümünde önemli ama bir o kadar da basit ve uygulama kolaylığı olan bir tekniktir.

Karar vericinin kriterlerine en uygun okulu seçmek için AHP yöntemini kullanmaları karar verme sürecini kısaltacağı gibi, kararsızlığın da ortadan kaldırılmasına yardımcı olacaktır. Bu çalışmada karar vericinin amacı yüksek lisans programı yapacağı okulu seçebilmektir. Bu amaca ilişkin verilecek kararda, karar vericinin seçim yapabilmesi için belirlemiş olduğu seçenekler ve kriterler mevcuttur. Bu kriterler göz önünde bulundurularak AHP yöntemi ile karar vericinin en doğru seçimi yapması hedeflenmiştir. ÇKKV yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi, karşılaştırma tablolarındaki değerlendirmeler için tutarlık ölçütüne baktığı için bu yöntemin benzer yöntemlere göre çok daha avantajlı olduğunu söyleyebiliriz.

Karar verici dört kriter belirlemiştir. Bunlar; ödeme ve ödeme yapısı, eğitimin kalitesi, üniversitenin yeri ve seçilen üniversitenin getireceği kariyer fırsatıdır. Seçenekler de ise; Boğaziçi Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Marmara Üniversitesi ve Galatasaray Üniversitesi bulunmaktadır. Belirlenen kriterlerin önem ağırlıkları AHP yöntemiyle hesaplanmıştır. Karar verici tarafından ortaya konulan her bir seçenek her kriter için değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda; seçenekler puan ağırlıklarına göre bakıldığında 1. Sırada Boğaziçi Üniversitesi, 2. Sırada Yıldız Teknik Üniversitesi, 3. Sırada Marmara Üniversitesi ve 4. Sırada ise Galatasaray Üniversitesi gelmektedir. Hesaplanan puan ve sıralamaya göre Bilgisayar Mühendisliği üzerine yüksek lisans programı yapmak isteyen karar vericinin, Boğaziçi Üniversitesi’ni tercih etmesi gerektiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

Zelal Anık, “Nesne Yönelimli Yazılım Dillerinin Analitik Hiyerarşi ve Analitik Network Prosesi ile Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi”, (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, 2007).

Felek Sevgi, Yuluğkural Yıldız ve Aladağ Zerrin, "Mobil İletişim Sektöründe Pazar Paylaşımının Tahmininde AHP ve ANP Yöntemlerinin Kıyaslanması", Makine Mühendisleri Odası Endüstri Mühendisliği Dergisi, Cilt 18, Sayı 1, 2007, s. 8.

Thomas L. Saaty, Thomas L. Saaty and Luis G. Vargas, "Models, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process", Springer; 2001.

Thomas L. Saaty, "The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Processes: Applications to Decisions Under Risk", European Journal of Pure and Applied Mathematics, Vol 1, No 1, 2008.

ULUCAN, Aydın (2004), Yöneylem Araştırması – İşletmecilik Uygulamalı Bilgisayar Destekli

Saaty, T.L., (1980), The Analytic Hierarchy Process, Mc. Graw Hill, USA

Tzeng, Gwo-Hshiung ve Huang Jih-Jeng (2011). Multi Attribute Decision Making: Methods and Applications, CRC Press.

BÖLÜM IV

VERİ ANALİZİ SÜREÇLERİNİN YÜRÜTÜLMESİNDE VERİ MADENCİLİĞİNİN ROLÜ- R UYGULAMALI ÖRNEKLER

THE ROLE OF DATA MINING IN EXECUTING DATA ANALYSIS PROCESSES- R PROGRAMMING APPLIED EXAMPLES

Recep ÖZSÜRÜNÇ¹

¹ *İstanbul Medipol Üniversitesi, İşletme ve Yönetim Bilimleri Fak.,
Yönetim Bilişim Sistemleri (İngilizce) Bölümü, Türkiye*

1. GİRİŞ

Bir konuda detaylı bilgi edinmenin en önemli yollarından biri, o konuya dair yeterli veri toplamaktır. Ancak, elbette sadece verinin elde edilmesi tek başına anlam taşımaz; veriyi işleyip onu anlamlı bilgilere dönüştürmek gerekir. Bu durum da verilerin toplanması, işlenmesi, temizlenmesi, amaca uygun şekilde düzeltilmesi ve analiz edilmesi süreçleriyle gerçekleşir. İnternetin yaygın kullanımı ile birlikte, veri tabanlarında büyük miktarda veri toplanmaktadır. Bu verilerin oldukça kısa sürelerde iki katına çıkabildiği ve devasa boyutlara ulaştığı bilinmektedir. Bu büyüklükteki veri yığınları, tüm organizasyonlar ve işletmeler için önemli bir maden rezervi gibidir. Bu rezerve ulaşmak ve elde edilen veriyi kullanılabilir hale getirmek için veriyi belirli süreçlerden geçirmek gerekir. Veri Madenciliği yöntemleri, bu süreci hızlandırmak ve elde edilen verilerin amaca en uygun şekilde işlenmesini sağlamak için büyük bir öneme sahiptir.

Veri Madenciliğinin ana hedefi, veriler arasındaki bağlantıları bulmak ve böylece varsa veriler arasında bir ilişki olup olmadığını anlamaktır. Böylece, elde edilmiş verilerden yola çıkarak geleceğe dair tahminler yapılabilir. Veri Madenciliğinde, verilerin analize hazır hale getirilmesi süreçleriyle ilgili birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler, farklı veri setlerine göre uygunabilirliği uygun olanlar seçilerek kullanılabilir. Bu çalışmada örnek bir veri setinden yola çıkılarak veri setinin analize hazır hale getirilmesi süreçleri

ve ilgili veri seti üzerinden değişkenlerden yola çıkılarak hangi yöntemlerin uygulanabileceği veri madenciliği teknikleri dikkate alınarak uygulanmıştır. Öncelikle uygulanacak uygun veri madenciliği tekniklerinin teorik kısımları açıklanmıştır. Sonrasında R programı kullanılarak örnek bir veri seti üzerinden uygulamalar yapılmıştır.

2. Veri Madenciliği

1990'lerden bu yana, bilgi sistemleri ve bilgi teknolojileri alanında mevcut verilerden daha fazla bilgi elde etmeyi hedefleyen üç önemli alan ortaya çıkmıştır: Veri Ambarı, Bilgi Yönetimi ve Veri Madenciliği. Bu alanlar arasında, Veri Madenciliği özellikle veriler arasındaki korelasyonları ve olası modelleri keşfetmeye odaklanan bir disiplindir (Koh, Tan & Peng, 2004). Teknolojik gelişmeler, özellikle bilgisayar donanım ve yazılımındaki ilerlemeler, Veri Madenciliği uygulamalarını hem firmalar hem de bireysel kullanıcılar için daha erişilebilir hale getirmiştir.

Veri Madenciliği, büyük ölçekli veri yığınlarını analiz ederken, manuel inceleme ya da gözlem yoluyla tespit edilemeyen beklenmedik ya da öngörülemeyen ilişkileri ortaya çıkarma yeteneğine sahiptir. Bu tür ilişkileri belirlemek için çeşitli yöntemler kullanılarak, veri setleri daha anlaşılır ve kullanışlı hale getirilmektedir (Hand, Mannila & Smyth, 2001). Kullanılan yöntemler farklılık gösterse de bu yöntemlerin temelinde istatistiksel algoritmalar yer alır. Verilerde gizli kalmış desenleri açığa çıkarmak ve veriler arasında anlamlı bağlantılar kurmak amacıyla yürütülen tüm bilgi keşfi süreci, genel olarak Veri Madenciliği olarak tanımlanabilir (Rygielski, Wang & Yen, 2002).

1990'lı yıllardan itibaren, veri tabanlarında depolanan verilerin miktarı sürekli ve hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Bu artışla birlikte, bu verilerden nasıl faydalanılabileceği sorusu önem kazanmaya başlamıştır. Veri tabanlarındaki verilerin sayısı arttıkça, bu verilerden anlamlı bilgi elde etme oranı da azalma eğilimine girmiştir. Veri tabanlarında saklanan gizli desenleri ve potansiyel olarak yararlı bilgileri keşfetmek ve bu bilgileri kullanmak, çeşitli ön işlemler gerektirmektedir (Witten, Frank and Hall, 2011). Veri tabanlarından anlamlı bilgiler elde etmeyi amaçlayan Veri Tabanı Bilgi Keşfi (VTBK) olgusu, 1989 yılında oluşturulan çalışma grupları tarafından ele alınmıştır. Bu grubun 1991'de sunduğu "Gerçek Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi" başlıklı makale, Veri Madenciliği ile ilgili temel kavramları ve tanımları ortaya koyarak bu alandaki süreci hızlandırmıştır. Veri Madenciliği

alanındaki ilk yazılım 1992 yılında geliştirilmiş olup, 2000’li yıllarda bu alandaki gelişmeler hız kazanmış ve Veri Madenciliği birçok farklı alanda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Savaş, Topaloğlu ve Yılmaz, 2012).

VTBK, veriyi anlamlı hale getirmek için çeşitli teknikler ve yöntemler geliştirmeyi hedefler. Büyük veri üzerinde yapılan bu tür analizler hem ekonomik hem de bilimsel açıdan büyük önem taşır. Şirketler, devasa veri tabanlarında depolanan bilgileri etkinliklerini artırmak, müşterilere hızlı ve kolay bir şekilde ulaşmak ve böylece rekabet avantajı elde etmek için kullanılmaktadırlar. VTBK, belirli bir konuya ilişkin büyük veri yığınlarından anlamlı modeller tahmin edebilme imkânı sunmuştur (Fayyad, Piatetsky-Shapiro & Smyth, 1996).

2.1 Veri Madenciliğinin Kullanıldığı Alanlar

Veri Madenciliği, astronomiden yatırım kararlarına, pazarlamadan denetime, üretimden telekomünikasyona kadar geniş bir yelpazede uygulama alanı bulmaktadır. Örneğin, bilimsel araştırmalarda veri madenciliğinin ilk kullanım alanlarından biri astronomidir. Bu alanda, gökyüzündeki nesnelerin sınıflandırılması ve kataloglanması için kullanılan “Skicat” sistemi, veri madenciliğinin erken dönemdeki uygulamalarından biri olarak öne çıkmıştır (Fayyad vd., 1996). Pazarlama alanında ise veri madenciliği, müşterilere ulaşma, ürün çeşitlendirme ve pazar payını artırma gibi stratejik hedeflere ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır. Denetim alanında, sahtekarlıkların tespiti, kritik işlemlerin, personelin ve fiziki alanların belirlenmesinde yine Veri Madenciliği yöntemlerine başvurulmaktadır (Han, Pei & Kamber, 2011). Kısaca, Veri Madenciliği, pek çok sektörde ve alanda uygulanabilir yöntemler bütünü olarak kabul edilmektedir. Veri tabanlarındaki verilerin hızla artması ve teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, dijitalleşmenin neredeyse tüm sektörlerde yaygınlaşması, Veri Madenciliğinin gelecekte de önemini koruyacağına işaret etmektedir.

2.2 Veri Madenciliğinde Görev Kategorileri ve Uygulama Modelleri

Veri Madenciliği altında 6 farklı görev kategorisi bulunmaktadır (Larose & Larose, 2014). Tanımlama, incelenen veri setinden çıkarılabilecek eğilimleri ve modelleri ortaya çıkarmayı amaçlar. Bu modeller genellikle bağımlı değişkenin değerlerini bağımsız değişkenler üzerinden tahmin etmek için kullanılır. Öngöründe Bulunma ise tahminle benzerlik gösterir ancak burada

sayısal veriler yerine sektör tecrübesine dayanan tahminlerle model oluşturulur. Sınıflama, gerçek sayısal değerler yerine kategorik değişkenlere dayalı bir yöntemdir. Kümeleme, veri setindeki değişkenlerin benzerliklerine göre verileri gruplara ayırmayı hedefler. İlişkilendirme ise değişkenler arasındaki ilişkileri belirlemeyi amaçlar (Seyrek & Ata, 2010).

Veri Madenciliğinde kullanılan altı model tipi şunlardır: Regresyon Modelleri, Sınıflama, Zaman Serileri, Kümeleme, Birliktelik Analizi ve Sıralama (Edelstein, 1997). Tahmin yapmak amacıyla genellikle Regresyon Modelleri ve Sınıflama modelleri tercih edilir. Davranışların tanımlanmasında ise Birliktelik Analizi ve Sıralama Modelleri sıkça kullanılır. Kümeleme modelleri ise hem tanımlama hem de tahmin için kullanılabilir (Rygielski, Wang & Yen, 2002).

2.3 Veri Madenciliğinde Uygulama Süreçleri

Veri Madenciliğinde, bilgi keşfi sürecinin başarılı bir şekilde ilerlemesi için öncelikle veriyle ilgili bir hazırlık sürecinin tamamlanması gerekir. Bu hazırlık aşamasının ardından uygulama aşamasına geçilebilir. Yöntem belirlendikten sonra, kullanılacak algoritmanın uygunluğu sağlanır. Veri Madenciliği tekniklerinin her biri farklı algoritmalara sahip olduğundan, bu tekniklerin adımları da farklılık gösterebilir. Ancak süreç şu şekilde özetlenebilir: Problemin Tanımlanması, Geçmiş Bilgilerin Toplanması, Veri Seçimi, Veri Ön İşleme, Analiz ve Yorumlama, Raporlama ve Sonuçların Kullanımı (Cios & Moore, 2002). Başka bir çalışmada bu süreçler şu şekilde tanımlanmıştır: Araştırma konusunun belirlenmesi, verilerin seçilmesi, verilerin analize hazırlanması, uygun modelin oluşturulması, modelin değerlendirilmesi ve uygulamaya geçilmesi (Larose & Larose, 2014). Süreçlerin isimlendirilmesinde farklılıklar bulunsa da temelde aynı aşamaların takip edildiği görülmektedir.

2.3.1 Veri Ön İşleme Süreci

Veri madenciliğinde uygulama süreçleri, kullanılan modelin sağlıklı ve güvenilir sonuçlar vermesi açısından hayati öneme sahiptir. Bu süreçlerden biri olan Veri Ön İşleme Süreci, verinin analiz için hazır hale getirilmesi amacıyla özenle uygulanması gereken bir adımdır. Veri Ön İşleme Süreci genellikle dört temel aşamadan oluşur:

Verinin Temizlenmesi (Data Cleaning): Veri setindeki eksik veya hatalı verilerin tespit edilmesi ve düzeltilmesi sürecidir. Bu aşama, eksik değerlerin doldurulması, aykırı değerlerin belirlenip ele alınması ve gereksiz verilerin (örneğin, yinelenen veya gereksiz değişkenlerin) temizlenmesini içerir.

Veri Bütünleştirme (Data Integration): Farklı kaynaklardan gelen verilerin birleştirilmesi sürecidir. Bu aşamada, farklı veri tabloları veya veri kaynaklarından gelen bilgiler uygun şekilde bir araya getirilir ve tek bir veri setinde birleştirilir.

Veri İndirgeme (Data Reduction): Veri setinin boyutunu azaltma sürecidir. Büyük veri setlerinde, gereksiz veya tekrarlayan bilgilerin kaldırılması veya önemli özelliklerin seçilip diğerlerinin ihmal edilmesi bu aşamada gerçekleştirilir. Bu, analiz sürecini hızlandırabilir ve daha etkili hale getirebilir.

Veri Dönüştürme (Data Transformation): Verinin daha iyi anlaşılması ve analiz edilmesi için veri formatının veya yapısal özelliklerinin dönüştürülmesidir. Örneğin, normalizasyon veya standardizasyon gibi teknikler kullanılarak veri değerleri belirli bir aralığa veya dağılıma dönüştürülebilir.

Bu süreçlerin her biri, veri madenciliği çalışmalarında güvenilir sonuçlar elde edilmesi için titizlikle uygulanmalıdır. Her aşama, veri setinin doğruluğunu artırarak analiz ve yorumlama aşamalarında daha sağlıklı kararlar alınmasına olanak tanır.

2.3.1.1 Veri Temizleme (Data Cleaning)

Gerçek hayatta karşılaşılan veri setlerinde, eksik veriler, gereksiz bilgiler (gürültü) ve tutarsız veriler gibi sorunlarla sıkça karşılaşılabilir. Bu tür durumlarda, eksik verilerin tamamlanması, gereksiz bilgilerin ve aykırı değerlerin tespit edilip temizlenmesi, ayrıca veri tutarsızlıklarının düzeltilmesi gereklidir. Bu işlemler sonrasında veri seti, analizler için uygun hale gelir. Böylece temizlenen verilerden anlamlı bilgiler elde edilmesi mümkün olur (Han, vd., 2011; Chung & Gray, 1999)

2.3.1.1.1 Eksik Verilerin Tamamlanması

Veri madenciliğinde eksik verilerin yönetimi önemli bir adımdır ve çeşitli yöntemlerle ele alınabilir. Bu yöntemlerden bazıları aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

Eksik Verilerin Göz Ardı Edilmesi veya Çıkarılması:

Eksik veriler, veri seti üzerinde önemsiz etkiye sahipse direkt olarak göz ardı edilebilir veya eksik veriler içeren gözlemler veri setinden çıkarılabilir. Bu yöntem, eksik verilerin analiz sonuçlarını önemli ölçüde etkilemeyeceği durumlarda uygundur (Natarajan & Koronios, 2010).

Manuel Tamamlama ve Gruplama:

Manuel olarak eksik verileri tamamlamak, özellikle küçük veri setlerinde uygulanabilir ancak büyük veri setlerinde zaman alır ve hata yapma ihtimali yüksektir. Eksik verilerin bulunduğu gözlem değerleri incelenerek istatistiksel ve matematiksel yöntemlerle eksik değerler tamamlanabilir.

Sabit Değer Atama:

Eksik değerler, genellikle bir sabit değerle (örneğin, ortalama, medyan veya mod) doldurulabilir. Örneğin, bir sektördeki maaş verilerinde eksik değerler, o sektördeki ortalama maaş ile doldurulabilir.

Regresyon Modelleri veya Karar Ağaçları:

Kayıp değerlerin tamamlanmasında daha sağlam yöntemler olarak regresyon modelleri veya karar ağaçları kullanılabilir. Bu yöntemler, veri setindeki diğer değişkenlerin bilgilerini kullanarak eksik değerleri tahmin etmeye yarar. Böylece ortaya çıkabilecek sapmalara (bias) engel olmak mümkün olacaktır. Örneğin, gelir verilerinde eksik bir değeri tahmin etmek için diğer müşteri özellikleri (yaş, cinsiyet, oturduğu semt, medeni durum gibi) kullanılarak bir karar ağacı oluşturulabilir.

Doğrudan Modelleme Yaklaşımı:

Eksik değerler, bir modelin doğrudan girişleri olarak kullanılabilir. Bu şekilde ele alınabilir. Bazı makine öğrenimi algoritmaları eksik değerlere doğrudan tolerans gösterebilir veya bu değerleri özel bir işaretleyici olarak kullanabilir.

Anlamlı Boş Değerlerin Kullanımı:

Bazı durumlarda, eksik bir değer gerçekte bir hata anlamına gelmeyebilir. Örneğin, bir anket formunda bir soruya cevap verilmemiş olabilir. Bu durumda, boş veya eksik değerlerin analizde “bilinmiyor” veya “yok” gibi değerlerle etiketlenmesi ve bu şekilde ele alınması gerekir.

Veri madenciliğinde eksik veri yönetimi, veri analizinin doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak için kritik bir adımdır. Her bir veri seti farklı özelliklere sahip olduğundan, eksik veri yönetiminde kullanılacak yöntemler veri setinin özelliklerine uygun şekilde seçilmelidir.

2.3.1.1.2 Verideki Gürültünün Giderilmesi

Verideki gürültünün giderilmesi, veri analizinin doğruluğunu artırmak için önemli bir adımdır ve çeşitli yöntemlele verideki gürültü giderilebilir. Örneğin veriyi küçükten büyüğe sıralayarak eşit frekans değerlerine bölüp her bir bölüm için ortalama değerleri veya verideki en büyük ve en küçük değerlere en yakın olan diğer değerler kullanılarak gürültü azaltılabilir. Ayrıca veriyi uygun bir regresyon modeli ile uyum sağlayacak şekilde modellemek ve eksik değerleri bu eğri üzerinden tahmin etmek gürültüyü azaltabilir. Kümeleme yöntemleriyle veriyi belirli kümeler halinde gruplamak ve her bir kümedeki değerleri analiz etmek, aykırı değerleri tanımlamak da gürültüyü azaltmak için kullanılabilir. Bu yöntemlerin her biri, verinin özelliklerine ve gürültü türüne bağlı olarak farklı etkiler gösterebilir. Veri analizinde doğruluğu artırmak için en uygun yöntemin seçilmesi, gürültünün etkilerini minimize etmek açısından önemlidir (Taghva, Borsack, Condit & Erva, 1994).

2.3.1.1.3 Verideki Tutarsızlıkların Giderilmesi

Verideki tutarsızlıklar, veri analizinin doğruluğunu ve güvenilirliğini ciddi şekilde etkileyebilir. Bu tutarsızlıkların çeşitli nedenleri olabilir. Aşağıdaki maddeler veri tutarsızlıklarının nedenlerini göstermektedir.

Kötü Tasarlanmış Veri Giriş Formları: Veri giriş formundaki hatalar, kullanıcıların yanlış veri girişi yapmasına neden olabilir. Bu nedenle, veri giriş formlarının iyi tasarlanmış ve kullanıcı dostu olması gerekir.

İnsan Hataları: Veri girişinde yapılan yanlışlıklar, özellikle manuel veri girişi sırasında sıklıkla meydana gelir. Otomatik veri giriş sistemleri ve giriş denetimlerinin uygulanması bu hataları minimize edebilir.

Kasıtlı Hatalar: Bazı durumlarda, katılımcılar bilerek yanlış bilgi verebilir. Bu tür hataların önlenmesi için verinin doğruluğunu kontrol eden çapraz kontroller ve doğrulamalar yapılabilir.

Farklı Veri Giriş Araçlarının Kullanımı: Farklı yazılımlar, veriyi farklı biçimlerde tanımlayabilir. Örneğin, Excel'den SPSS veya R programına

veri aktarılırken, nokta ve virgül ayrımları gibi format farklılıklarından dolayı hatalar oluşabilir. Bu tür hataları önlemek için veri aktarımı sırasında veri formatlarının uyumlu olduğundan emin olunmalıdır.

Verideki tutarsızlıkları tespit etmek ve düzeltmek için yapılması gereken bazı işlemler aşağıda verilen maddelerde belirtilmiştir.

Değişken Özelliklerini Bilmek: Veri hakkında önceden bilgi sahibi olmak, tutarsızlıkları tespit etmek ve düzeltmek için çok önemlidir. Örneğin, yaş değişkeni için kabul edilen aralık 1-100 arası ise, bu aralık dışında kalan değerlerin hatalı olduğu kolayca tespit edilebilir. Yine cinsiyet değişkeni iki kategorili bir değişkendir ve bu değişkende ikiden fazla kategori bulunuyorsa tutarsızlık yine kolayca tespit edilebilir.

Benzersizlik: Herhangi bir özneliğin değerleri benzersiz olmalıdır. Örneğin, bir kimlik numarası her birey için farklı olmalıdır.

Ardışıklık: Bazı öznelikler ardışık bir şekilde düzenlenmelidir. Örneğin, bir kontrol numarası dizisinde eksik veya tekrar eden değerler olmamalıdır.

Boş Olma Kuralı: Veri setinde boş alanlar, soru işaretleri veya özel karakterler gibi eksik değerlerin bulunmaması gerekir. Bu tür boşlukların nasıl ele alınacağına dair açık kurallar belirlenmelidir.

Verideki tutarsızlıkları gidermek için bu yöntemlerin uygulanması, veri kalitesini artırır ve veri analizlerinin daha güvenilir sonuçlar üretmesini sağlar. Bu adımlar, veri madenciliği süreçlerinde kritik öneme sahiptir ve titizlikle uygulanmalıdır (Han vd., 2011).

2.3.1.2 Veri Bütünleştirme (Data Integration):

Veri setleri, farklı veri tabanlarında çeşitli şekillerde kaydedilmiş olabilir. Örneğin, cinsiyet değişkeni bir veri tabanında 0 ve 1 olarak kodlanmışken, başka bir veri tabanında “erkek” ve “kadın” olarak girilmiş olabilir. Bu farklı kodlamalar aynı anlamı taşıdığı için veri en uygun biçimde birleştirilmelidir. Cinsiyet değişkeni, tüm kullanıcıların anlayabileceği bir şekilde tanımlanarak veri bütünlüğü sağlanabilir.

Veri setlerinde gereksiz değişkenler de bulunabilir. Örneğin, müşterilerin aylık gelir bilgileri varsa, yıllık gelir değişkenine ihtiyaç kalmaz çünkü bu bilgi aylık gelir üzerinden hesaplanabilir. Doğal olarak birbirinden türediği anlaşılmayan değişkenler için korelasyon analizinden yararlanarak aynı değişkenler tespit edilebilir.

Ayrıca verilerin birleştirilmesi sırasında, farklı ülkelerde kullanılan birimlerin de uyumlu hale getirilmesine dikkat edilmelidir. Para birimi, mesafe, ağırlık gibi ölçü birimleri farklı ülkelerde farklı birimlerle kullanıldığından bu birimlerin ortak bir ölçü birimine dönüştürüldüğünden emin olunmalıdır.

2.3.1.3 Verinin İndirgenmesi

Veri indirgeme, orijinal verilerin bütünlüğünü büyük ölçüde koruyan, ancak hacim olarak çok daha küçük bir veri kümesi elde etmek için kullanılan bir tekniktir. Bu sayede, indirgenmiş veri seti üzerinde yapılan veri madenciliği daha verimli hale gelir ve analitik sonuçlar aynı ya da neredeyse aynı kalitede olur. Veri indirgeme; verilerin birleştirilmesi, alakasız veya gereksiz verilerin silinmesi, boyut indirgeme, örnekleme, kümeleme yöntemleri veya aralıklar ya da kavram hiyerarşisi oluşturma gibi tekniklerle gerçekleştirilebilir.

2.3.1.3.1 Verilerin Birleştirilmesi

Bir veri setinde bazı değişkenlerin birleştirilmesi, analizde kullanılacak değişken açısından daha faydalı olacaktır. Örneğin, bir ürünün çeyrekler bazında satış fiyatlarının yer aldığı bir veri setinde, bu değerler yıllık bazda incelenmek isteniyorsa, çeyrek bazındaki değerler toplanarak yıllık satış fiyatı değişkeni oluşturulabilir. Bu tür işlemler, çok boyutlu toplu bilgiler içeren veri küpleri kullanılarak gerçekleştirilebilir (Han vd., 2011).

2.3.1.3.2 İlgisiz veya Gereksiz Verilerin Silinmesi

Analiz için elde edilen veriler, ilgisiz veya gereksiz bazı öğeler içerebilir. Örneğin, bir müzik şirketi, müşterilerin yeni bir albümü satın alıp almayacağını analiz etmek istediğinde, müşterilerin yaşları, cinsiyetleri ve müzik zevkleri gibi bilgileri muhtemelen kullanacak; ancak kimlik numarası gibi bilgiler bu analiz için gerekli olmayacaktır. Analiz için kullanılmayacak verilerin veri setinde yer alması, işlemleri zorlaştırıp veri madenciliği sürecini yavaşlatabilir. Bu nedenle, ilgisiz veya gereksiz nitelikler, Adım Adım İleri Seçim, Geriye Doğru Eleme ve Karar Ağacı oluşturma gibi yöntemlerle elenerek, analize dahil edilmeden önce filtrelenebilir.

2.3.1.3.3 Boyut İndirgeme

Boyut indirgeme, orijinal verinin daha küçük veya “sıkıştırılmış” bir temsilini elde etmek için veri kodlaması veya dönüşümlerinin uygulandığı bir süreçtir. Eğer orijinal veriler, sıkıştırılmış verilerden herhangi bir bilgi kaybı olmadan yeniden oluşturulabiliyorsa, bu tür veri indirgeme **kayıpsız** olarak adlandırılır. Ancak, orijinal verilerin yalnızca yaklaşık bir değerini yeniden oluşturabiliyorsak, bu işlem **kayıplı veri indirgeme** olarak bilinir. Verileri sıkıştırmak için kullanılan birçok algoritma vardır ve bunlar genellikle kayıpsız olmalarına rağmen, verilerin yalnızca sınırlı şekilde işlenmesine izin verirler.

Kayıplı boyut indirgeme için kullanılan iki popüler ve etkili yöntem, **Dalgacık Dönüşümleri** ve **Temel Bileşenler Analizi** (PCA) yöntemleridir (Dunham, 2006). Dalgacık Dönüşümleri Analizi, bir X vektörüne uygulandığında, bu vektörü dalgacık katsayılarından oluşan farklı bir sayısal vektöre (X') dönüştüren doğrusal bir sinyal işleme tekniğidir. Bu iki vektör aynı uzunluktadır. Bu tekniği veri indirgemeye uygularken, her bir faktörü n -boyutlu bir vektör olarak kabul edersek, yani $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, n veritabanı ögesinden faktör üzerinde yapılan n ölçüm gösterilmiş olur (Han vd., 2011).

Azaltılacak verilerin, n nitelik veya boyut tarafından tanımlanan faktörler veya veri vektörlerinden oluştuğunu varsayalım. PCA (Temel Bileşenler Analizi, aynı zamanda **Karhunen-Loeve** veya **K-L yöntemi** olarak da bilinir) verileri temsil etmek için en iyi şekilde kullanılacak k tane ($k \leq n$ olmak üzere) n boyutlu ortogonal vektörleri arar. Orijinal veriler böylece çok daha küçük bir alana yansıtılır ve boyutlar azaltılmış olur. PCA, değişkenleri birleştirerek daha küçük bir değişken kümesi olan faktörleri oluşturur. Bu yöntem, genellikle daha önce öngörülemeyen ilişkileri ortaya çıkarır ve bu sayede normalde yapılamayacak yorumların yapılmasına olanak tanır (Jackson & Bund, 1983; Johnson & Wichern, 2014)

2.3.1.3.4 Örneklemeye veya Kümeleme

Örneklemeye, büyük bir veri kümesinin daha küçük bir rastgele örnekle temsil edilmesine olanak tanıyan bir veri azaltma tekniğidir. Bu teknikte, verilerden seçilen bir alt küme, orijinal veri kümesinin genel özelliklerini yansıtabilir. Örneklemeye yöntemleri arasında Tekrarsız Basit Rastgele Örneklemeye, Tekrarlı Basit Rastgele Örneklemeye, Kümelere Göre Örneklemeye ve Tabakalı Örneklemeye yer alır.

Tekrarsız Basit Rastgele Örneklem, her veri grubunun eşit seçilme olasılığına sahip olduğu ve seçilen grubun orijinal veri kümesine geri dahil edilmediği bir yöntemdir. Tekrarlı Örneklemde ise, seçilen veri grubu orijinal veri kümesine geri dahil edilir, bu sayede aynı grubun tekrar seçilme olasılığı bulunur. Kümelere Göre Örneklem yönteminde, veri seti n tane ayrık kümeye bölünür ve bunlardan s tanesi ($s < n$) Tekrarsız Basit Rastgele Örneklem ile seçilir. Tabakalı Örneklem ise, veri setini farklı tabakalara ayırır ve her tabakadan Tekrarsız Basit Rastgele Örneklem yöntemiyle bir örneklem seçilir. Örneğin, farklı gelir gruplarını içeren bir veri seti, gelir gruplarına göre tabakalara ayrılarak her gruptan bir örneklem seçilebilir (Orhunbilge, 2000).

Kümeleme tekniklerinde, veri gruplarını nesnelere kabul eder ve bu nesnelere, birbirine “benzer” nesnelere oluşan gruplara veya kümelere bölünür. Her küme, diğer kümelerdeki nesnelere göre “benzersiz” özellikler taşır (Özkan, 2008). Benzerlik genellikle bir mesafe fonksiyonuna dayanarak nesnelere ne kadar “yakın” olduğuyla tanımlanır. Bir kümenin “kalitesi,” kümedeki herhangi iki nesne arasındaki maksimum mesafe olan çap ile ölçülebilir. Alternatif bir kalite ölçüsü ise, kümedeki nesnelere küme merkezine olan ortalama mesafesi olan merkez mesafesidir. Veri indirgemede, gerçek verilerin yerine bu küme temsilleri kullanılabilir. Bu teknik, verilerin doğasına bağlı olarak farklı kümelere ayrılabilen veri setleri için özellikle etkilidir ve iç geçiş veri yapılarına kıyasla daha verimli sonuçlar sağlar.

2.3.1.3.5 Aralık veya Kavram Hiyerarşisi Oluşturma

Aralık Oluşturma, sürekli bir değişkeni aralıklara bölerek veriyi indirgeme işlemidir. Bu süreçte, değişkenin genişliği belirli aralıklara ayrılır ve bu aralıklar, gerçek veri değerlerini temsil eden etiketlerle değiştirilir. Sürekli bir değişkenin sayısız değeri az sayıda aralık etiketiyle değiştirildiğinde, orijinal veri hem azaltılmış hem de basitleştirilmiş olur. Bu sayede, veri madenciliği sonuçları daha kısa, anlaşılır ve kullanıcı dostu bir şekilde temsil edilebilir. Aralık oluşturma teknikleri, kullanılan yöntemlere göre farklı kategorilere ayrılır; örneğin, sınıf bilgilerini kullanıp kullanmadığı veya yukarıdan aşağıya ya da aşağıdan yukarıya doğru ilerleyip ilerlemediği gibi.

Kavram Hiyerarşisi Oluşturma ise sayısal bir değişkenin ayrıklaştırılmasını tanımlar ve veriyi indirgemek için kullanılır. Bu hiyerarşiler, alt düzey kavramları (örneğin, yaş gibi bir sayısal değeri) toplayarak, üst düzey kavramlarla (genç, orta yaşlı veya yaşlı gibi) değiştirir.

Böylece, veri daha basit ve yönetilebilir hale gelir, analizler daha anlamlı bir düzeye taşınır.

2.3.1.4 Verinin Dönüştürülmesi

Veriler farklı ölçüm birimleriyle ifade edilebileceğinden, bazı değişkenlerin ortalaması ve varyansı diğerlerine göre çok daha yüksek olabilir. Bu durum, analiz sırasında bu değişkenlerin diğerleri üzerinde yalnızca büyüklükten kaynaklanan etkiler göstermesine yol açabilir. Sonuç olarak, yapılan çıkarımlar yanıltıcı olabilir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için, modelin uygunluğu göz önünde bulundurularak ve değişkenlerin anlamı korunarak dönüşümler yapılmalıdır. Bu dönüşümler normalizasyon olarak adlandırılır ve farklı formüller kullanılarak uygulanır (Silahtaroglu, 2008).

En yaygın kullanılan üç normalizasyon yöntemi **Min-Max Normalizasyonu**, **Z-Değeri Standartlaştırma** ve **Ondalık Ölçekleme** yöntemleri olarak ortaya çıkar.

Min-Max Normalizasyonu, orijinal veri üzerinde doğrusal bir dönüşüm uygular. Bir x değişkeninin en küçük ve en büyük değerlerinin sırasıyla Minx ve Maxx olduğunu varsayarsak, bu değişkene ait bir değeri (y) 0-1 aralığında normalize etmek için kullanılan formül şu şekildedir:

$$y' = \frac{y - \text{Min}_x}{\text{Max}_x - \text{Min}_x} (\text{yeni_Max}_x - \text{yeni_Min}_x) + \text{yeni_Min}_x$$

Burada, y' normalize edilen değeri, Minx ve Maxx x değişkenine ait en küçük ve en büyük değerleri, yeni_Minx ve yeni_Maxx ise normalize edilecek aralık için en küçük ve en büyük değerleri ifade eder. Eğer normalizasyon 0-1 arasında yapılacaksa, yeni_Minx ve yeni_Maxx değerleri dikkate alınmaz. Örneğin, en küçük değeri 10 ve en büyük değeri 20 olan bir değişken için 15 değeri, 0-1 aralığında şu şekilde normalize edilir:

$$\frac{15 - 10}{20 - 10} (1 - 0) + 0 = 0,5$$

Z-Değeri Standartlaştırma Normalizasyonu, bir değişkenin ortalaması ve standart sapması kullanılarak gerçekleştirilir. Bir x değişkenine ait y değerinin z-değeri ile normalizasyonu şu formülle yapılır:

$$y' = \frac{y - \bar{x}}{\sigma_x} \quad (1.4.4.2)$$

Burada, y' normalize edilmiş değeri, \bar{X} x değişkenine ait aritmetik ortalamayı, σ_x ise x değişkenine ait standart sapmayı ifade eder. Örneğin, ortalaması 20 ve standart sapması 5 olan bir değişkende, 25 değeri şu şekilde normalize edilir:

$$\frac{25-20}{5} = 1$$

Ondalık Ölçekleme, bir değişkenin değerlerinin ondalık kısımlarını kaydırarak yapılan bir ölçeklendirme yöntemidir. Bu işlem, değeri 10'un katlarına bölmekle yapılır ve şu şekilde formüle edilir:

$$y' = \frac{y}{10^j}$$

Burada, j değeri, $\text{Max}(|y'|) < 1$ eşitliğini sağlayacak en küçük tam sayıdır. Örneğin, -756 gibi bir değeri normalize etmek için bu değeri 10^3 ile bölmek gerekir. Böylece normalize edilmiş değer -0.756 olacaktır.

Normalizasyonun, özellikle Z-Değeri Standartlaştırma ve Ondalık Ölçekleme yöntemleriyle, orijinal verileri değiştirebileceği unutulmamalıdır. Ayrıca, normalizasyon parametrelerinin (örneğin z-skor normalizasyonu kullanılıyorsa ortalama ve standart sapma gibi) kaydedilmesi gereklidir.

2.4 Veri Madenciliğinde Kullanılan Teknikler

Veri madenciliği, veri tabanı yönetimi, istatistik, bilgisayar bilimleri gibi birçok alanda kullanılarak geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Veri madenciliğinde kullanılacak yöntemler ve algoritmalar oldukça fazladır. Bu nedenle, veriye uygun yöntemin ve algoritmanın seçilmesi, uygulamada doğru ve güvenilir sonuçlar elde etmek açısından son derece önemlidir. Veri madenciliği yöntemleri çoğunlukla istatistik temelli olup, temelde üç başlık altında incelenebilir: **Kümeleme**, **Birliktelik Kuralları** ve **İlişki Analizi**, ve **Sınıflandırma** (Olson ve Delen, 2008).

2.4.1 Sınıflandırma Teknikleri

Sınıflandırma, verilerin belirli sınıflar arasına ayrılması için kullanılan bir öğrenme yöntemidir. Bu yöntem, verileri önceden tanımlanmış sınıflardan birine atayarak, yeni ve sınıflandırılmamış veriler üzerinde tahmin yapabilmek için kullanılır. Sınıflandırma sonuçlarının doğruluğu, yanlış sınıflandırma ve

tahmin gücünün değerlendirilmesi gibi iki temel araştırma problemi ile ilgilidir. Sınıflandırma yöntemleri arasında sıklıkla kullanılan matematiksel teknikler şunlardır: İkili Karar Ağaçları, Yapay Sinir Ağları, Doğrusal Programlama ve İstatistik (Olson ve Delen, 2008).

İkili Karar Ağaçları kullanılarak veriler, özelliklerine göre “Evet-Hayır” şeklinde ayrılan bir ağaç yapısı oluşturularak sınıflandırılır. Bu yöntem, verileri belirli bir özelliğe göre ayırmak için etkili olabilir, ancak tahmin gücünün sınırlı olduğu durumlarda optimal bir çözüm sunmayabilir.

Yapay Sinir Ağları ise daha karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri modellemek için kullanılır. Bu yöntem, öznitelikleri giriş katmanı olarak alır ve sınıflamaları çıkış katmanı olarak değerlendirir. Girdi ve çıktı katmanları arasında bir veya daha fazla gizli katman bulunur. Yapay Sinir Ağları genellikle daha iyi sonuçlar sağlasa da, karmaşık veriler ve çok sayıda öznitelik söz konusu olduğunda uygulanması zor olabilir.

Doğrusal Programlama, sınıflandırma problemini doğrusal programların özel bir türü olarak ele alır. Sınıfları ayıran sınırlar belirlenir ve her sınıf, doğrusal programdaki bir sınır ile temsil edilir. Amaç fonksiyonu, sınıflar arasındaki örtüşme oranını azaltmak ve aralarındaki mesafeyi artırmak şeklinde formüle edilir. Bu yaklaşım genellikle optimal sınıflandırma sonuçları sağlar, ancak hesaplama süresi istatistiksel yöntemlerden daha uzun olabilir.

İstatistiksel yöntemler arasında Doğrusal Regresyon, İkinci Dereceden Regresyon ve Lojistik Regresyon yer alır. Bu yöntemler geniş bir veri setini işlemek için oldukça yaygındır ve iş dünyasında sıklıkla kullanılır. Ancak, istatistiksel yaklaşımlar, ikili karşılaştırmaların ötesinde birden fazla sınıfa sahip verilerin ayrılmasında dezavantajlı olabilir.

Her bir yöntemin güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır, bu nedenle uygun yöntemin seçilmesi, verinin yapısına ve analiz ihtiyaçlarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

2.4.1.1 Kümeleme Analizi

Kümeleme analizi, etiketlenmemiş verileri otomatik olarak gruplara ayırmak için kullanılan bir tekniktir. Bu yöntem, verilerin doğal yapısına göre benzerliklerine dayanarak gruplandırılmasını sağlar ve denetimsiz bir öğrenme sürecini ifade eder. Yani, kümeleme analizi için önceden belirlenmiş sınıflar veya etiketler gerekmemektedir.

Kümeleme analizi, sınıflandırma ile benzer metodolojik temellere sahiptir. Aslında, birçok matematiksel model ve teknik, hem sınıflandırma hem

de kümeleme analizinde uygulanabilir. Kümeleme analizinde kullanılan algoritmalar, verileri doğal kümelere ayırmaya çalışırken, sınıflandırma yöntemleri verileri önceden tanımlanmış sınıflara atar. Bu nedenle, kümeleme ve sınıflandırma analizlerinin bazı ortak yöntemlere ve matematiksel yaklaşımlara sahip olması yaygındır (Olson ve Delen, 2008).

2.4.1.2 Birliktelik Kuralları ve İlişki Analizi

Birliktelik Kuralları ve İlişki Analizi, büyük veri kümeleri içindeki gözle görülmeyen ve tahmin edilemeyen ilişkileri ortaya çıkarmak için kullanılan tekniklerdir. Bu analizler, veriler arasındaki ilişkileri belirlemek için benzer bir yöntem olan kümeleme analizindeki eşleştirme yöntemlerine dayanır.

Birliktelik kurallarında, iki temel ölçüt kullanılarak ilişkiler tespit edilir: güven ve destek. Güven, Bir olayın meydana gelme olasılığının başka bir olayla ilişkili olup olmadığını ölçer. Örneğin, eğer B olayı meydana geldiğinde A olayının meydana gelme olasılığı yüksekse, bu A ve B arasındaki güven değerini ifade eder. Destek ise iki olayın birlikte meydana gelme olasılıklarının tüm olasılıklara oranını belirtir. Destek, A ve B olaylarının birlikte ne sıklıkla gerçekleştiğini gösterir. Bu tür analizlerin büyük veri setlerinde etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi genellikle birçok işlem ve performans iyileştirmeleri gerektirir, çünkü büyük veriler üzerinde işlem yapma süreci karmaşık ve zaman alıcı olabilir (Han vd., 2011; Hair vd., 1998).

2.4.1.3 İstatistiğe Dayalı Sınıflandırmalar

Veri madenciliğinde verilerin sınıflandırılması için çeşitli yöntemler ve algoritmalar kullanılmaktadır. Bu yöntemler, verileri belirli sınıflara ayırmak ve tahminlerde bulunmak amacıyla farklı teknikler kullanır. İşte bazı yaygın sınıflandırma yöntemleri:

Karar Ağaçları: Veriyi “evet” veya “hayır” gibi karar noktalarına göre bölerek sınıflandırma yapar. Karar ağaçları, veri üzerinde karar kurallarını ve koşullarını görsel olarak temsil eder.

Yapay Sinir Ağları: Girdi ve çıktı katmanları arasında bir veya daha fazla gizli katman kullanarak veri sınıflandırması yapar. Karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilir.

K-En Yakın Komşu (K-NN): Bir veriyi, en yakın k komşusuna göre sınıflandırır. Komşuların çoğunluk sınıfına göre tahmin yapar.

Bayes Sınıf Algoritması: Olasılık kurallarına dayanarak sınıflandırma yapar. Bayes teoremi kullanılarak verilerin hangi sınıfa ait olma olasılığı hesaplanır.

Regresyon Yöntemleri: Özellikle lojistik regresyon, sınıflandırma problemlerini çözmek için kullanılır. Bu yöntem, bağımlı değişkenin kategorik olduğunu varsayar ve sınıfları tahmin eder.

CHAID (Chi-square Automatic Interaction Detector): Karar ağaçlarının bir türüdür ve değişkenler arasındaki ilişkileri keşfederek veri kümesini alt gruplara ayırır. CHAID, özellikle kategorik verilerle iyi çalışır.

Bu yöntemlerin her biri, belirli veri türleri ve problemler için avantajlar ve dezavantajlar sunar. En uygun yöntemi seçmek, veri setinin özelliklerine ve analiz gereksinimlerine bağlıdır (Lippmann, 1987).

2.4.1.3.1 Bayes Sınıf Algoritması

Bayes sınıf algoritması, mevcut sınıflanmış verileri kullanarak yeni veriler için sınıf tahmini yapar. Thomas Bayes tarafından geliştirilen bu yöntem, koşullu olasılık hesabına dayanır. Bayes Yöntemi, bir olayın meydana gelme olasılığını, yeni bilgi elde edildiğinde nasıl güncelleyebileceğimizi hesaplar. Bu yeni bilgi, olayla ilişkili olmalıdır; yani iki olay bağımsız olmamalıdır. Bayes algoritması, öncelikle olayın ön olasılık değerini hesaplar, sonra yeni bilgiye dayanarak Bayes kuralını uygular ve son olarak güncellenmiş olasılık değerini elde eder (Sweeney, Anderson & Williams, 1987).

Bayes teoremi, birbirini dışlayan ve birleşimleri örnek uzayını oluşturan olaylar için kullanılır. Bu teorem, A_1 'den A_n 'e kadar olan ve örnek uzayını oluşturan n adet birbirini dışlayan olay için, herhangi bir olayın koşullu olasılığını hesaplamak amacıyla aşağıdaki formülü kullanır:

$$P(A_i|B) = \frac{P(A_i) * P(B|A_i)}{P(A_1) * P(B|A_1) + P(A_2) * P(B|A_2) + \dots + P(A_n) * P(B|A_n)} \quad (1.7.1.1)$$

$P(A_1)$, $P(A_2)$... $p(A_n)$ ön olasılık değerleri ve $P(B|A_1)$, $P(B|A_2)$... $p(B|A_n)$ uygun koşullu olasılıklar olmak üzere, (1.7.1.1) formülü $A_1, A_2 \dots A_n$ olaylarının sonsal olasılıklarını hesaplamak için kullanılabilir (Ross, 2014).

2.4.1.3.2 Regresyon Analizleri

Regresyon Analizi, bir bağımlı değişkenin, bir veya daha fazla bağımsız değişken tarafından açıklanmasını sağlayan bir nedensel

modeldir. Bu model matematiksel bir denklemlerle ifade edilir. Regresyon analizlerinin sınıflandırma yöntemi olarak kullanılması, verileri bölmelere ayırma veya tahmin modeli oluşturma gibi iki temel yaklaşımla gerçekleştirilir (Dunham, 2006).

Regresyon analizleri, tek bir bağımsız değişkenin bulunduğu modeller için Basit Regresyon Analizi, birden fazla bağımsız değişkenin bulunduğu modeller için ise Çoklu Regresyon Analizi olarak adlandırılır. Ayrıca, regresyon denklemlerine göre Regresyon Analizi, Doğrusal Regresyon veya Doğrusal Olmayan Regresyon olarak kategorize edilir (Seber, Wild, 2003). Veri madenciliğinde kullanılabilecek regresyon modelleri, Basit ve Çoklu Doğrusal Regresyon Modelleri, Lojistik Regresyon Modelleri, Ridge Regresyon Modeli, Lasso Regresyon Modeli gibi doğrusal regresyon modellerinin yanı sıra, Parametrik Olmayan Regresyon Modeli, Robust Regresyon Modeli ve Kernel Regresyon Modeli gibi doğrusal olmayan regresyon modellerini de içerebilir (Han vd., 2011).

Doğrusal olmayan regresyon modellerinde, 2. ve 3. dereceden regresyon denklemleri kullanılabilir. Ancak, üst dereceden regresyon denklemlerinin kullanıldığı modellerde aşırı uyum problemi ortaya çıkabilir. Aşırı uyum problemi, modelin analiz edilen verilerde mükemmel sonuçlar verirken, farklı verilerde performans göstermeme durumunu ifade eder (Cabena, Hadjinian, Stadler, Verhees & Zanasi, 1998).

2.4.1.3.3 CHAID (Chi-Square Automatic Interaction Detection) Algoritması

CHAID (Chi-Square Automatic Interaction Detection) algoritması, ilk olarak Kass (1980) tarafından geliştirilen ve ki-kare yöntemine dayalı bir karar ağacı oluşturma yöntemidir. CHAID, hem sınıflama hem de tahmin yapmak için kullanılan bir algoritmadır ve aynı zamanda değişkenler arasındaki etkileşimleri ortaya çıkarmada da etkilidir. Bu nedenle, CHAID hem istatistiksel bir metod hem de bir karar ağacı algoritması olarak kabul edilir.

3. Uygulama

3.1 Örnek Veri Setinin İncelenmesi

Veri analizi süreçlerinin yürütülmesi için önceki başlıklarda detaylandırılan veri işleme süreçleri bu bölümde R programına alınacak örnek bir veri seti üzerinden uygulanmıştır. Veri seti kaggle isimli veri setlerinin

paylaşıldığı bir siteden alınmıştır¹. İngilizce olan veri seti, veri setinin adı, değişkenler ve değişken gruplarının adları Türkçe'ye çevrilerek kullanılmıştır. 50 bin müşterinin seyahat ve rezervasyon bilgilerini içeren veri setinde 14 değişken bulunmaktadır. Bu değişkenler yolcu sayısı, satış kanalı, seyahat türü, seyahata kalan gün, konaklama süresi, uçuş saati, uçuş günü, rota, rezervasyon konumu, ek bagaj talebi, koltuk seçimi, yemek talebi, uçuş süresi, rezervasyonun tamamlanıp tamamlanmadığı şeklindedir. Değişken açıklamaları sırasıyla *Rezervasyona dahil edilen yolcu sayısı*, *Rezervasyonun yapıldığı kanal* (ör. *doğrudan web sitesi*, *seyahat acentesi*), *Rezervasyonu yapılan seyahat türü* (ör. *gidiş-dönüş*, *tek yön*), *Rezervasyonun yapıldığı gün seyahata kalan gün sayısı*, *Seyahatin toplam süresi (gün)*, *Uçağın kalktığı günün saati*, *Uçağın kalktığı haftanın günü* (ör. *Pazartesi*, *Salı*), *Uçuşun başlangıç ve varış havaalanları*, *Rezervasyonun yapıldığı coğrafi konum*, *Müşterinin ek bagaj hakkı talep edip etmediğini belirtir (evet/hayır)*, *Müşterinin tercih edilen koltuk seçimi talep edip etmediğini belirtir (evet/hayır)*, *Müşterinin uçakta yemek talep edip etmediğini belirtir (evet/hayır)*, *Uçuşun toplam uçuş süresi (saat cinsinden)* ve *Rezervasyonun başarıyla tamamlanıp tamamlanmadığı (evet/hayır)* şeklindedir. Bu değişkenlerden satış kanalı, seyahat türü, uçuş saati, uçuş günü, rota, rezervasyon konumu, ek bagaj talebi, koltuk seçimi, yemek talebi ve rezervasyonun tamamlanıp tamamlanmadığı değişkenleri kategorik değişkenlerdir. Yolcu sayısı, seyahata kalan gün, konaklama süresi ve uçuş süresi değişkenleri ise sayısal değişkenlerdir.

Veri analizinin uygulanması için elde edilen verilerin R programına alınması (import) gerekir. Veriler R programına alındıktan sonra veya alınmadan önce veri setiyle ilgili karşılaşılan veya karşılaşılabilecek hataların giderilmesi önemlidir. Örneğin veri setindeki uçuş süresi değişkenindeki sayısal değerler veriler İngilizce bir kaynaktan alındığı için ondalık değerler nokta (.) ile ayrılmıştır. Ancak Türkçe'de ondalık değerler nokta (.) ile değil virgülle (,) ayrılır. Bu nedenle bir excel dosyasında yer alan bu uçuş süresi değişkeni R programı tarafından sayısal bir değişken değil bir karakter değişken olarak algılanacaktır. Değişkenin R programı tarafından bir sayısal değişken olarak algılanabilmesi için nokta (.) değerleri virgül (,) ile değiştirilebilir. Bu işlem Excelde değiştir menüsü kullanılarak kolayca

¹ <https://www.kaggle.com/datasets/ememque/customer-booking>

yapılabilir. Ancak veriler R programına alındıktan sonra “as.numeric” kodu kullanılarak da değişken sayısal bir değişkene çevrilebilir. Bu tarz değiştirme, silme, düzeltme, ekleme işlemlerinin tümü detaylı olarak anlatılmıştır.

3.2 Verinin R Programına Alınması ve Düzenlenmesi

Veri seti R programına R studio menüsünde yer alan “Import Dataset” kısmından talimatlar takip edilerek veya readxl paketinde yer alan read_excel komutu doğrudan kullanılarak alınabilir. Elbette veri setinin bir excel dosyasından alınması şart değildir. Bir text, SPSS, Stata veya sas vb. uzantılı dosyadan da veri alınabilir. “Import Dataset” menüsünden yararlanarak text, excel, spss, sas ve stata dosyaları alınabilirken uygun paket ve kodlarla herhangi uzantılı bir dosyayı da R programına almak mümkündür. Bu çalışmada kullanılan rezervasyon isimle veri seti “.xlsx” uzantılı bir excel dosyasında olduğundan “Import Dataset” menüsü yardımıyla veri seti R programına alınmıştır. “Import Dataset” menüsü yardımıyla veri setini alırken “import” tuşuna basmadan önce “code preview” kısmındaki kodları studio ekranına kopyalamak veri setini sonradan almada kolaylık sağlayacaktır. “code preview” kısmında yer alan kodlar aşağıdaki gibidir.

```
library(readxl)
rezervasyon <- read_excel("C:/Users/rozsü/Downloads/rezervasyon.xlsx")
```

Veri seti R programına alındıktan sonra Environment menüsünde veri seti ve bu veri setinin kaç gözlem değerinden ve değişkenden oluştuğu görülebilir. “str” kodu kullanılarak değişken isimleri ve değişken tipleri (sayısal, kategorik, karakter vb.) console kısmına (çıkıtkı ekranı) alınabilir. Kodun çalıştırılması sonrasında veri setinin detayları aşağıdaki gibi görünmektedir.

```
> str(rezervasyon)
tibble [50,000 × 14] (S3: tbl_df/tbl/data.frame)
 $ yolcusayisi      : num [1:50000] 2 1 2 1 2 1 3 2 1 1 ...
 $ satis kanali     : chr [1:50000] "Internet" "Internet" "Internet" "Internet" ...
 $ seyahat turu     : chr [1:50000] "RoundTrip" "RoundTrip" "RoundTrip" "RoundTrip" ...
 $ seyahata kalan gun : num [1:50000] 262 112 243 96 68 3 201 238 80 378 ...
 $ konaklama suresi : num [1:50000] 19 20 22 31 22 48 33 19 22 30 ...
 $ ucus saati       : num [1:50000] 7 3 17 4 15 20 6 14 4 12 ...
 $ ucus gunu        : chr [1:50000] "Sat" "Sat" "Wed" "Sat" ...
 $ rota             : chr [1:50000] "AKLDEL" "AKLDEL" "AKLDEL" "AKLDEL" ...
 $ rezervasyon konumu : chr [1:50000] "New Zealand" "New Zealand" "India" "New Zealand" ..
 $ ek bagaj talebi  : num [1:50000] 1 0 1 0 1 1 1 1 0 0 ...
 $ koltuk secimi    : num [1:50000] 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 ...
 $ yemek talebi     : num [1:50000] 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 ...
 $ ucus suresi      : num [1:50000] 5.52 5.52 5.52 5.52 5.52 5.52 5.52 5.52 5.52 ...
 $ rezervasyon tamamlandi mi: num [1:50000] 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
```

Değişkenlerin isimleri ve değişken tipleri kontrol edildiğinde kategorik olan bazı değişkenlerin karakter (chr) veya sayısal (num) görüldüğü görülebilir. Bu değişkenlerin "as.factor" kodu kullanılarak kategorik bir değişkene dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüştürme işlemi sonrasında yapılacak analizler için gereklidir. Aksi halde kategorik bir değişken olma şartı bulunan örneğin bir bağımsız gruplar t-testinde bu değişkenlerle yapılacak analizler hata verecektir. Kategorik bir değişken olan satış kanalı değişkeni aşağıdaki şekilde faktör olarak tanımlanmıştır.

```
rezervasyon$satis kanali = as.factor(rezervasyon$satis kanali)
```

as.factor kodu kullanılarak yapılan değişiklikten sonra değişkenlerin "num" veya "char" yerine "Factor"e dönüştüğü görülebilir. Ayrıca ilgili değişkenin kaç grup olduğu da (örneğin w/ 2 levels şeklinde 2 grup olduğu) görülmektedir. satış kanalı değişkeni için sonuç aşağıdaki şekilde ortaya çıkmıştır.

```
> str(rezervasyon$satis kanali)
Factor w/ 2 levels "internet","mobil": 1 1 1 1 1 1 1 1 2 ...
```

Dönüşümü yapılan kategorik değişkenin her bir grubunda kaç gözlem değerine sahip olduğu kontrol edilip yetersiz gözlem sayısına sahip grupların silinmesi veya bu grubun mümkünse başka bir grupla birleştirilmesi işlemlerinin

yapılması gerekir. Gözlem sayısı ile ilgili ki-kare testlerinde her bir hücrenin beklenen gözlem sayısının en az 5 olması (Cochran, 1954), kategorik değişkenlerin yer aldığı regresyon modellerinde ise en az 10-15 gözlem sayısının olması (Peduzzi, Concato, Kemper, Holford, & Feinstein, 1996) gerekir. Bu durumda hem grupların gözlem sayısına hem de iki kategorik değişken ilişkisinde hücre değerlerine bakmak yeterli sayıda gözlem sayısı için önemlidir. Örneğin bu çalışmada kullanılan veri setinde yer alan uçuş günü değişkeninde 7 farklı kategori vardır. Bu kategorilerin her birinde kaç tane gözlem sayısı olduğu “summary” koduyla aşağıdaki şekilde alınmıştır.

```
> str(rezervasyon$`ucus gunu`)  
Factor w/ 7 levels "carsamba", "cuma", ...: 3 3 1 3 1 6 6 5 5 4 ...  
> summary(rezervasyon$`ucus gunu`)  
carsamba   cuma   cumartesi   pazar   pazartesi   persembe   sali  
7674      6761    5812      6554     8102      7424      7673
```

Uçuş günü değişkeninde her bir kategoride yeterli sayıda gözlem değeri olduğu görülebilir. Örneğin Salı gününde yeterli sayıda gözlem olmaması durumunda bu kategori Çarşamba günüyle birleştirilerek kategori sayısını azaltma yoluna gidilebilir.

Veri setinde yer alan bağımsız kategorik değişken gruplarının bağımlı kategorik değişkenle çapraz tabloları yapılarak hücre değerlerinin yeterli sayıda olup olmadığına bakılabilir. Yeterli sayıda hücre değeri sağlamadığı takdirde regresyon modelinde sonuca ulaşmak zor olacaktır (Hair vd., 1998). Veri setinde yer alan “rezervasyon tamamlandı mı” değişkeninin bağımlı değişken ve “uçuş günü” değişkeninin bağımsız değişken olduğu bir model çalıştırılmak istendiğinde bu değişkenler için çapraz tablo elde edilerek hücre değerleri kontrol edilmelidir. Çapraz tablo aşağıdaki şekilde elde edilebilir.

```
> xtabs(~rezervasyon$`ucus gunu`+rezervasyon$`rezervasyon tamamlandi mi`)  
rezervasyon$`rezervasyon tamamlandi mi`  
rezervasyon$`ucus gunu`      0      1  
carsamba      6422    1252  
cuma          5778     983  
cumartesi     4951     861  
pazar         5627     927  
pazartesi     6898    1204  
persembe      6302    1122  
Sali          6544    1129
```

Elde edilen çıktıda her bir hücrede yeterli sayıda gözlem değeri olduğu görülebilir.

Factor olarak kodlanan değişkenler eğer orijinal dosyada kategori isimleri ile değil de “0,1,2” gibi sayısal olarak kodlanmış haliyle yer alıyorsa bu kategorileri tanımlamak gerekir. Bu çalışmada kullanılan örnek veri setinde ek bagaj talebi değişkeni 0 ve 1 (Hayır, Evet) olarak kodlanmıştır. Analiz sonuçlarında kategorilerin 0 ve 1 olarak değil de Hayır ve Evet olarak görünmesi için aşağıdaki şekilde kodlama yapılmalıdır.

```
rezervasyon$`ek bagaj talebi` <- factor(rezervasyon$`ek bagaj talebi`,  
                                       levels = c(0,1), labels = c(“Hayır”, “Evet”))
```

Veri setinde sayısal (num) olması gereken bir değişken karakter (chr) olarak görünüyorsa bunun sebebi değişkenin excel dosyasında sayısal bir değişken olarak ele alınmamış olmasıdır. Değişkenin içerisinde sayı değerleri dışında herhangi bir değer (örneğin “?”, “.” ya da “&” gibi değerler) yer alması durumunda excel bu sütunu sayısal bir değişken olarak görmeyecektir. Veri seti R programına alındığında da bu değişken “chr” olarak kalacaktır. “as.numeric” kodu kullanılarak değişkenin sayısal bir değişkene dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüşüm yapıldığında değişkende yer alan karakter değerler “NA” (kayıp değer) olarak tanımlanacaktır.

Veri setinde kaç tane kayıp değer olduğu aşağıdaki kodla görülebilir. Kullanılan örnek veri setinde herhangi bir kayıp değer olmadığı görülebilir.

```
> sum(is.na(rezervasyon))  
[1] 0
```

Kayıp değerlerin hangi değişkende ve hangi hücrelerde yer aldığı ise aşağıdaki kodla görülebilir.

```
> which(is.na(rezervasyon), arr.ind = TRUE)  
   row col
```

Herhangi bir kayıp değer olmadığı için satır ve sütun değerleri boş gelmiştir. Örneğin kayıp değer olduğu satırın 1500 ve sütunun 5 olması durumunda row değeri 1500 ve col değeri 5 olarak ortaya çıkacaktır. Kayıp değerlerin olduğu satırlar veri setinden tamamen silinebilir veya kayıp değerler değişken ortalaması, değerlerin altında veya üstünde yer alan birkaç değer

ortalaması ile değiştirilebilir. Ayrıca bir regresyon modeli kurularak bu model denklemi üzerinden de kayıp değerler yeni değerlerle değiştirilebilir. Kayıp değerler aşağıdaki kodla tamamen veri setinden çıkarılabilir.

```
rezervasyon<-rezervasyon[!(is.na(rezervasyon)),]
```

Bu kod rezervasyon veri seti içerisindeki uç değerler haricindeki (“!(is.na(rezervasyon)”) değerleri tutar ve aynı isimli veri seti tanımlanarak yeni veri seti kayıp değerler olmadan tanımlanır. Kayıp değerlerin olduğu orijinal veri seti silinmeden kayıp değersiz yeni bir veri seti için veri setinin ismi farklı verilebilir.

Kayıp veriler veri setinden tamamen çıkarılmak yerine değişken ortalamasıyla da değiştirilebilir. Bu işlem ‘zoo’ paketinde yer alan ‘na.aggregate’ kodu ilgili yapılabilir.

```
library(zoo)
```

```
rezervasyon <- na.aggregate(rezervasyon)
```

3.3 Varsayımların Testi

Regresyon modellerinde analiz sonuçlarının güvenilir ve geçerli olabilmesi için belirli varsayımların sağlanması gerekmektedir. Bu varsayımlar Yeterli Örneklem Büyüklüğü, Bağımsız Değişkenler Arasında Yüksek Korelasyon Olmaması (Çoklu Doğrusallık Problemi) ve Uç Değerlerin Olmaması olarak sıralanabilir. Bu varsayımlar, analizlerin doğru bir şekilde yapılabilmesi için gereklidir ve aşağıdaki başlıklarda detaylı olarak ele alınacaktır (Demir, 2020).

3.3.1.1 Örneklem Büyüklüğünün Yeterli Olması

Örneklem sayısının yeterli olması yapılan analizlerin doğru sonuçlar vermesi açısından oldukça önemlidir. Örneklem sayısı kurulacak model üzerinden belirlenmelidir. Örneğin bağımsız değişkenlerin birden fazla olduğu durumlarda, örneklem sayısını artırma imkânı yoksa, bağımsız değişken sayısının azaltılması gerekebilir. Bağımlı değişkenin kategorik olduğu modellerde örnek büyüklüğü, $n = 10k/p$ formülü ile hesaplanabilir; burada k, bağımsız değişken sayısını, p ise bağımlı değişken gruplarından gözlem sayısı daha az olacak grubun oranını ifade eder (Demir, 2020). Bu çalışmada kullanılan örnek veri setinde rezervasyonun tamamlanıp tamamlanmadığı değişkeni bağımlı bir değişken olarak kullanılır ve örneğin bir lojistik regresyon analizi yapılacak olursa bağımsız değişken sayısına göre örneklem

sayısı belirlenebilir. 6 farklı bağımsız değişkenin yer alacağı bir lojistik regresyon modeli kurulması durumunda evet ve hayır gruplarının gözlem sayısı üzerinden örneklem sayısı hesaplanabilir.

> summary(rezervasyon\$`rezervasyon tamamlandı mi`)

0 1
42522 7478

Evet (1) grubundaki gözlem sayısı 7478 değeri ile Hayır (0) grubundaki gözlem sayısına göre daha az sayıda değer içermektedir. Hayır grubunun oranı $7484/397 = 0,149$ 'dur. Bu durumda örneklem büyüklüğü $n=10*6/0,149 \approx 403$ kişi olmalıdır. Veri setinde yer alan 50.000 gözlem sayısı yeterli örneklem büyüklüğü olduğunu göstermektedir. Ancak, örneklem büyüklüğü veriler elde edilmeden önce belirleneceği için, çalışmada yer alacak değişken sayısının önceden belirlenmesi ve bağımlı değişken gruplarından daha az gözlem sayısına sahip olan grubun oranının tahmini olarak hesaplanması gereklidir.

3.3.1.2 Çoklu Doğrusal Bağlantı (ÇDB) Probleminin Olmaması

Birden fazla bağımsız değişken içeren bir Modelde, bağımsız değişkenler arasında yüksek korelasyon olması Çoklu Doğrusal Bağımlılık (ÇDB) problemine yol açabilir. Bu durum, modeldeki katsayıların tahmininde hatalara ve katsayılarla ait standart hataların artmasına neden olabilir. Eğer model yalnızca sınıflama amacı taşıyorsa, ÇDB problemi göz ardı edilebilir (Demir, 2020:414).

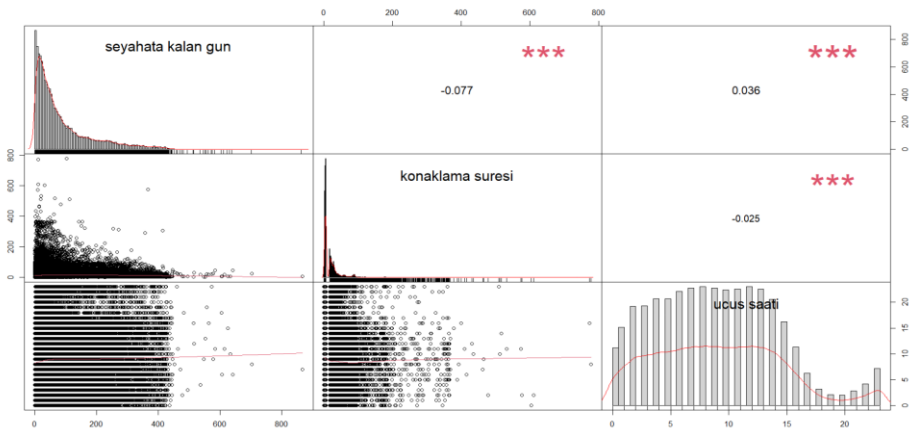
ÇDB problemini tespit etmek için korelasyon matrisi veya VIF (Variance Inflation Factor) tolerans değeri kullanılabilir. Korelasyon matrisinde 0,9 ve üzerinde korelasyon katsayısı gözlemlendiğinde, ÇDB probleminin varlığı kesindir (Dohoo, Ducrot, Fourichon, Donald ve Hurnik, 1997; Chen ve Rothschild, 2010). Hair vd. (2010) en sık kullanılan VIF değerinin 4'ü aştığında çoklu doğrusal bağlantı sorununa işaret edebileceğini belirtmiştir. Diğer araştırmacılar ise VIF değerinin 5'ten büyük olması durumunda sorunun başladığını, 10'dan büyük olduğunda ise kesinlikle bir ÇDB problemi olduğunu savunmaktadır (Lin, 2008; Menard, 2002). Hangi değer dikkate alınacağı, çalışmanın içeriğine göre belirlenmelidir. VIF değeri aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$VIF_i = \frac{1}{(1-R_i^2)} \quad (2.1.7.2.1)$$

Burada R_i değeri, X_i bağımsız değişkeni ile diğer bağımsız değişkenler ($p-1$) arasındaki çoklu korelasyon katsayısını ifade eder. Eğer R_i^2 sifıra yakınsa, ÇDB problemi yoktur; eğer 1'e yakınsa, tam bir ÇDB problemi mevcuttur. İki bağımsız değişken arasındaki korelasyon katsayısı veya VIF değerlerinden biri belirlenen sınırların üzerinde ise, bağımsız değişkenlerden biri modelden çıkarılmalı veya iki farklı model kurulmalıdır (Pawlicz and Napierala, 2017).

Kategorik değişkenlerden kaynaklanan bir ÇDB olup olmadığını anlamak için Genelleştirilmiş VIF (GVIF) değerleri kontrol edilebilir. VIF, serbestlik derecesi 1 olan durumlarda kullanılabilir. Eğer modeldeki herhangi bir terimin serbestlik derecesi 1'den fazla ise, GVIF değeri hesaplanmalıdır (Fox ve Monette, 1992).

Kullanılan örnek veri setinde sayısal bağımsız değişkenler arasında ÇDB probleminin olup olmadığı 'seyhata kalan gün sayısı, konaklama süresi ve uçuş saati' değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları incelenerek test edilmiştir. Korelasyon katsayıları aşağıdaki Şekil 2'de yer alan grafikteki gibidir.



Şekil 1. Bağımsız (Sürekli) Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları

Bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon katsayılarının 0,9'dan düşük olduğu görülmektedir. Bu değerler, bağımsız değişkenler arasında ÇDB problemi olmadığı gösterir. Şekil 6'da verilen grafikler aşağıdaki kod bloğu ile elde edilmiştir.

```
install.packages("PerformanceAnalytics")
library(PerformanceAnalytics)
chart.Correlation(rezervasyon[c(4,5,6)], histogram=TRUE, pch=19)
```

“PerformanceAnalytics” paketinin ‘chart.Correlation’ fonksiyonu, belirli değişkenler arasındaki korelasyon matrisini, normal dağılıma ilişkin histogramları ve korelasyon katsayılarını görsel olarak sunan bir grafik bloğu oluşturmaya yarar. chart.Correlation kodunda kullanılan “rezervasyon[c(4,5,6)]” ifadesi, rezervasyon veri setinde 4, 5 ve 6. değişkenler arasında korelasyon matrisi oluşturulmasını sağlar. histogram=TRUE komutu, her değişken için histogram grafiği ekler. pch=... komutu ise grafiklerdeki noktaların ve çizgilerin stilini belirler; örneğin pch=18 veya pch=20 kullanarak farklı görseller elde edilebilir.

Ayrıca, bağımsız değişkenler arasında Çoklu Doğrusallık (ÇDB) problemini tespit etmek için VIF (Variance Inflation Factor) değerlerinin kontrol edilmesi önemlidir. R programında, VIF değerleri “vif” fonksiyonu kullanılarak hesaplanabilir. Ancak, “vif” fonksiyonu VIF değerlerini hesaplamak için bir model gerektirir, bu nedenle fonksiyon içerisine ilgili modelin tanımlanması gerekir.

Eğer modelde kategorik bağımsız değişkenler varsa, R programı bu değişkenler için GVIF (Generalized Variance Inflation Factor) değerlerini de hesaplayacaktır. Serbestlik derecesi (degrees of freedom) df sütununda gösterilen ve 1 olan değişkenler için GVIF değeri, VIF değerine eşittir. Ancak, serbestlik derecesi 1’den yüksek olan değişkenler için $GVIF^{(1/(2*Df))}$ değeri dikkate alınmalıdır.

GVIF değerlerinin doğru bir şekilde elde edilmesi için, kategorik değişkenlerin “factor” olarak tanımlanması gereklidir. Bu nedenle, analizlerde kategorik değişkenlerin “factor” olarak tanımlandığından emin olunmalıdır.

3.3.1.3 Uç Değerlerin Olmaması

Kullanılacak veri setinde uç değer olması birçok istatistiksel yöntemde güvenilirlik açısından problem doğurur. Veri setinin uç değerlerden arındırılarak analiz edilmesi kullanılacak modelin uyum iyiliği açısından önemlidir (Demir, 2020).

3.3.1.3.1 Tek Değişkenli Uç Değerlerin Tespiti

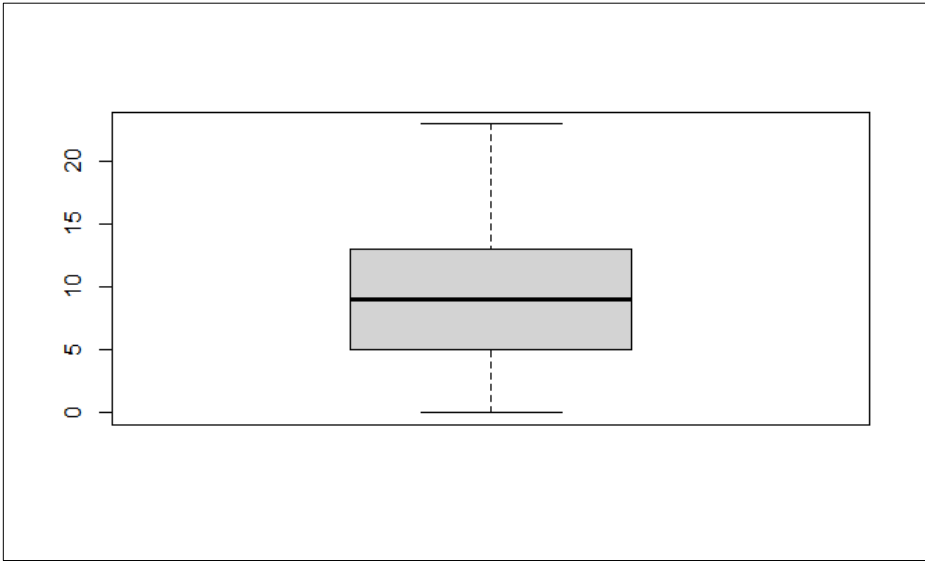
Uç değerler, verilerin geneline göre oldukça farklı olan ve istatistiksel analizlerde sapmalara neden olabilecek verilerdir. Bu değerlerin tespiti ve analize dahil edilmemesi, modelin doğruluğunu artırır. Uç değerlerin tespiti için kutu grafiği (boxplot) yaygın olarak kullanılır. Kutu grafiği, bir değişkenin

verilerini görsel olarak temsil eder ve verilerin dağılımı hakkında bilgi verir. Kutu grafiğinde, veri setindeki uç değerler, genellikle kutu grafiğinin kuyrukları dışında kalan noktalardır. Bu noktalar, veri setindeki diğer değerlerden belirgin şekilde farklı olan gözlemleri temsil eder (Sweeney vd., 1987).

R programlama dilinde, kutu grafiği çizmek ve uç değerleri tespit etmek için `boxplot` fonksiyonu kullanılır. Bu fonksiyon, veri setindeki her bir sürekli bağımsız değişken için bir kutu grafiği oluşturur ve grafikte uç değerlerin sayısal değerlerini gösterir. Uç değerler belirlendikten sonra, bu değerlere karşılık gelen satırlar veri setinden çıkarılarak, veri seti uç değerlerden arındırılmış hale getirilebilir.

```
boxplot(Kabul_Alma[,c(1)], xlab="GRE Değişkeni")
```

Sürekli bağımsız değişkenler olan uçuş saati değişkeninin kutu grafiği aşağıdaki Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 2. “Uçuş Saati” Bağımsız (Sürekli) Değişkeni İçin Kutu Grafiği

Şekildeki grafikte görüleceği üzere uçuş saati değişkeninde herhangi bir uç değer bulunmamaktadır. Veri analizinde kullanılacak veri setindeki herhangi bir değişkende bir uç değer bulunması halinde bu değerlerin yer aldığı satırlar veri setinden çıkarılabilir. Kutu grafiğinde kuyruk değerlerinin

dışında kalan uç değerler değişkenin birinci ve üçüncü kartil değerlerine kartiller arası aralığın 1,5 katı eklenerek elde edilen değerlerden daha büyük veya daha küçük olan değerlerdir. Dolayısıyla birinci (Q1) kartil değerinden kartiller arası aralığın (Q3-Q1) 1,5 katı çıkarılarak elde edilen alt kuyruk değerinden daha küçük değerler ve üçüncü (Q3) kartil değerine kartiller arası aralığın (Q3-Q1) 1,5 katı eklenerek elde edilen üst kuyruk değerinden daha büyük değerler veri setinden çıkarılabilir. Örneğin uçuş saati değişkeninde alt kuyruk değerinin 1,1 olduğunu varsayalım. Bu durumda 1,1 değerinden daha küçük uçuş saati değerlerinin yer aldığı bir alt veri seti aşağıdaki şekilde elde edilecektir.

```
subset(rezervasyon, rezervasyon$`ucus saati` < 1.1)
A tibble: 3,628 × 14
  yolcusayisi `satis kanali` `seyahat turu` `seyahata kalan gun`
  <dbl> <chr>          <chr>          <dbl>
1     1 internet      gidis donus      5
2     1 internet      gidis donus      3
3     1 mobil        gidis donus     57
# i 3,618 more rows
```

Uç değerlerin yer aldığı satırlar veri setinden çıkarılmak istenirse aşağıdaki kodla bu işlem yapılabilir. Anca burdaki örnekte olduğu gibi veri setinin büyük bir kısmı uç değerlerden oluşuyorsa uç değerleri veri setinden atmak yerine kullanılacak veri analizi yöntemi değiştirilebilir.

```
rezervasyon=rezervasyon [!(subset(rezervasyon, rezervasyon$`ucus saati` < 1,1)), ]
```

3.3.1.3.2 Çok Değişkenli Uç Değerlerin Tespiti

Uç değerlerin tespiti, yalnızca tek değişkenli analizlerle değil, aynı zamanda çok değişkenli analizlerle de yapılabilir. Çok değişkenli uç değer tespiti, birden fazla değişkenin birlikte değerlendirilmesi ve bu değişkenlerin genel veri setine göre ne kadar farklılaştığının ölçülmesi esasına dayanır. Bu amaçla kullanılan temel yöntemlerden biri Mahalanobis mesafesidir. Mahalanobis mesafesi, p boyutlu birçok değişkenli veri setinde her bir xi gözlemi için hesaplanır. Burada t, tahmin edilen çok değişkenli konumu, C ise

tahmin edilen kovaryans matrisini temsil eder. Mahalanobis mesafesi aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$MD_i = ((x_i - t)^T C^{-1} (x_i - t))^{1/2}$$

Bu formül, her bir veri noktasının veri setindeki genel dağılıma olan uzaklığını hesaplar ve bu uzaklık, çok değişkenli uç değerlerin tespit edilmesinde kullanılır. Çok değişkenli uç değer tespiti için standart yöntem, Mahalanobis mesafelerinin hesaplanması ve bu mesafelerin, belirli bir serbestlik derecesi ile bir χ^2 dağılımının kritik değeri ile karşılaştırılmasıdır (Rousseeuw ve Van Zomeren, 1990). $\alpha=0.001$ anlamlılık düzeyi kullanılır ve bu değer üzerindeki Mahalanobis mesafeleri, potansiyel uç değerler olarak kabul edilir (Tabachnick, Fidell, & Ullman, 2007). Ancak, Mahalanobis mesafesi kritik değerin üzerinde olan her değer mutlaka bir uç değer olarak kabul edilmemelidir; bu değerler veri setindeki doğal varyasyonun bir parçası da olabilir. Bu nedenle, bu tür değerlerin dikkatlice incelenmesi ve uç değer olup olmadıklarına karar verilmesi gerekir.

```
library(ggplot2)
library(dplyr)
MD=mahalanobis(rezervasyon[,c(4:6)],
               colMeans(rezervasyon[,c(4:6)]),
               cov(rezervasyon[,c(4:6)]))
rezervasyon$MD=MD
rezervasyon$Sira=1:nrow(rezervasyon)
rezervasyon$p_degeri=pchisq(rezervasyon$MD,
                             df=3, lower.tail = FALSE)
uc_degerler_p=filter(rezervasyon, p_degeri<0.001)
```

Öncelikle “ggplot2” ve “dplyr” kodları kütüphaneye alınır. Kabul alma veri seti içerisinde 4, 5 ve 6’ncı değişkenler olan ‘seyahata kalan gün, konaklama süresi, uçuş saati’ değişkenleri için mahalanobis uzaklığı hesaplanmıştır. Burada MD değişkeni mahalanobis uzaklık değerleri olarak “rezervasyon” veri seti içerisine MD ismiyle eklenmiştir. Veri setine ayrıca sıra numarası da eklenmiştir. Böylece mahalanobis uzaklık değerlerinden p değeri 0,001’den daha düşük olan satır numaraları görülebilecektir.

Mahalanobis uzaklığı üç farklı değişken için hesaplandığından p değerleri, 2 serbestlik dereceli bir χ^2 dağılımı gösterir. Bu değerler uc_degerler_p ismiyle tanımlanan veri setinde aşağıdaki şekilde görülebilir.

```
> uc_degerler_p
# A tibble: 716 × 17
  yolcusayisi `satis kanali` `seyahat turu` `seyahata kalan gun`
      <dbl> <chr>          <chr>          <dbl>
1         1 internet      gidis donus         2
2         1 internet      gidis donus       198
3         1 internet      gidis donus        31
4         1 internet      gidis donus        93
5         1 internet      gidis donus        65
6         1 internet      gidis donus        22
7         1 mobil        gidis donus        53
8         1 internet      gidis donus       106
9         1 internet      gidis donus       145
10        1 mobil        gidis donus         8
# i 706 more rows
# i 13 more variables: `konaklama suresi` <dbl>,
# `ucus saati` <dbl>, `ucus gunu` <chr>, rota <chr>,
# `rezervasyon konumu` <chr>, `ek bagaj talebi` <dbl>,
# `koltuk secimi` <dbl>, `yemek talebi` <dbl>,
# `ucus suresi` <chr>, `rezervasyon tamamlandi mi` <dbl>,
# MD <dbl>, Sira <int>, p_degeri <dbl>
# i Use `print(n = ...)` to see more rows
```

Mahalanobis uzaklığına göre toplamda 716 adet uç değer yer aldığı görülmektedir. Bu değerler sıra numarası üzerinden veri setinden çıkartılabilir.

3.4 Verilerin Eğitim ve Test Verisi Olarak Ayrılması

Veri madenciliğinde, veri setleri genellikle eğitim seti ve test seti olarak ikiye ayrılır. Eğitim seti, modelin belirlenen analiz yöntemini kullanarak veriyi öğrenmesini sağlar. Bu süreçte model, verinin özelliklerini ve desenlerini tanımaya çalışır. Test seti ise, eğitilen modelin yeni verilere nasıl uyum sağladığını ve genel performansını değerlendirmek için kullanılır. Bu iki

aşama, modelin aşırı uyum (overfitting) veya yetersiz uyum (underfitting) gibi sorunlarla karşılaşmasını önlemek amacıyla önemlidir.

Aşırı uyum, modelin eğitim setine çok iyi uyum sağlarken, test setindeki yeni verilerde düşük performans göstermesi durumudur. Bu durum, modelin gereksiz detaylarla eğitilmiş olması nedeniyle veri setindeki gürültüyü de öğrenmesinden kaynaklanır. Yetersiz uyum ise, modelin veriyi yeterince iyi öğrenememesi ve bu nedenle her iki set üzerinde de düşük performans göstermesi anlamına gelir. Uygun bir model, yeni veriler üzerinde en iyi performansı gösteren modeldir; yani, eğitim sırasında öğrendiği desenleri genelleme yeteneğine sahip olmalıdır (Wu, Walczak, Massart, Heuerding, Erni, Last & Prebble, 1996).

Eğer aşırı uyum veya yetersiz uyum durumu ortaya çıkarsa, eğitim ve test setleri farklı gözlem değerlerine göre yeniden oluşturulabilir. Yetersiz uyum problemini çözmek için modele daha fazla parametre eklenebilir. Aşırı uyum durumunda ise, eğitim ve test setlerinin dışında bir çapraz doğrulama seti (tuning set) kullanılabilir. Bu set, modelin parametrelerini ayarlamak ve aşırı uyumu önlemek için kullanılır. Ayrıca, parametre düzenleme, erken durdurma ve ön başlatma gibi çeşitli düzenleme teknikleri de aşırı uyumu önlemek için uygulanabilir (Chen, Liu, Peng, 2019).

Verinin eğitim ve test setlerine hangi oranlarda bölüneceği konusunda literatürde net bir standart bulunmamaktadır. Genellikle %70 eğitim ve %30 test oranı veya %80 eğitim ve %20 test oranı gibi yaygın oranlar kullanılır. Nguyen, Ly, Ho, Al-Ansari, Le, Tran, Prakash ve Pham (2021) yaptıkları bir çalışmada, farklı oranlarla oluşturdukları modelleri 1000 Monte Carlo simülasyonu ile test etmiş ve en iyi performansı %70 eğitim ve %30 test oranıyla elde etmişlerdir. Bu çalışmada da, eğitim ve test verileri sırasıyla %70 ve %30 oranında ayrılarak kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan örnek veri seti aşağıdaki kod bloğuyla eğitim ve test verisi olarak ayrılmıştır.

```
library(caTools)
set.seed(1)
veri_ayirma<- sample.split(rezervasyon$`rezervasyon tamamlandi mi`, SplitRatio=0.7)
test_verisi<-subset(rezervasyon, veri_ayirma==FALSE)
egitim_verisi <-subset(rezervasyon, veri_ayirma==TRUE)
```

R programlama dilinde kullanılan set.seed() fonksiyonu, rastgele sayı üretiminin başlangıç noktasını belirlemek için kullanılır. Bu, veri ayırma

işleminin tekrarlanabilirliğini sağlar. Örneğin, `set.seed(1)` komutu, eğitim ve test verilerinin her seferinde aynı gözlem değerlerinden oluşmasını sağlar. Bu sayede, `sample.split` komutu tekrar çalıştırıldığında, eğitim ve test setlerinde aynı gözlem değerleri elde edilebilir. Eğer `set.seed(2)` gibi farklı bir değer kullanılırsa, eğitim ve test veri setleri farklı gözlem değerlerine sahip olacaktır.

Eğer veri seti her seferinde aynı gözlem değerlerine sahip olacak şekilde ayrılmak isteniyorsa, `set.seed()` fonksiyonunun içine aynı değer yazılmalıdır. `sample.split` fonksiyonu, belirtilen oranlara göre gözlem değerlerini TRUE ve FALSE olarak ayırır. Eğitim ve test setlerini oluşturmak için `subset` komutunu kullanılabilir. `sample.split` fonksiyonu, belirtilen ayırma oranına göre (`split ratio`) TRUE ve FALSE değerlerini döndürür. Eğitim setini oluştururken TRUE değerleri, test setini oluştururken ise FALSE değerleri kullanılmıştır. Örneğin, `split ratio` olarak %70 belirlendiğinde, TRUE değerleri tüm veri setinin %70'ini oluşturacak ve bu değerler eğitim seti olarak kullanılacaktır. Kalan %30'luk kısım ise FALSE değerleriyle test setini oluşturacaktır.

4. SONUÇLAR

Veri madenciliği, büyük veri setlerinden anlamlı bilgilerin çıkarılmasını sağlayan bir araç olarak, veri analizi süreçlerinin temel taşlarından biridir. Veriler analiz edilmeden önce veri setlerindeki problemlerin giderilmesi, kurulacak modellere uygun değişkenlerin düzenlenmesi ve model varsayımları incelendikten sonra düzeltilmesi gereken gözlem değerleri veya değişkenlerin kontrol edilmesi oldukça önemlidir. Bu bağlamda yapılan bu çalışmada veri madenciliğinin veri analizi süreçlerindeki kritik rolü incelenmiş, veri madenciliği süreçleri detaylandırılmış ve bir örnek veri seti üzerinden süreçler uygulamalı olarak da gösterilmiştir. Veri madenciliğinin veri ön işleme süreçleri hem teorik hem de uygulamalı olarak ele alınmıştır.

Çalışmanın bulguları, veri madenciliği tekniklerinin veri analizi sürecinde sağladığı faydaları ve bu tekniklerin doğru uygulanmasının önemini ortaya koymuştur. Özellikle veri setinin analize hazır hale getirilmesi sürecinde uygulanan adımların, elde edilen sonuçların doğruluğu ve geçerliliği üzerinde doğrudan etkisi olduğu görülmüştür. Öncelikli veriyi anlamaya yönelik yapılan uygulamalar, sonrasında veri setinde yer alan hata ve eksiklerin giderilmesi sonuçların doğru ve güvenilir olmasını sağlar.

Yapılan örnek uygulama, veri madenciliğinin veri analizindeki rolünü vurgularken, araştırmacılara ve uygulayıcılara veri madenciliği süreçlerinin R programı üzerinden sistematik bir şekilde nasıl yürütülebileceğine dair somut

bir rehber sunmaktadır. Veri madenciliğinin bütün süreçlerini ve tüm ayrıntılarını tek bir veri seti üzerinden uygulamak her ne kadar mümkün olmasa da bu çalışmadaki süreçler daha farklı çalışmalar için bir rehber olma niteliği taşır. Gelecekteki çalışmalar, veri madenciliği tekniklerinin daha geniş veri setleri ve farklı uygulama alanları üzerindeki etkilerini araştırarak bu alandaki literatüre katkı sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Cabena, P., Hadjinian, P., Stadler, R., Verhees, J., & Zanasi, A. 1998. *Discovering data mining: from concept to implementation*. Prentice-Hall, Inc.
- Chen, C.F. and Rothschild, R. 2010. “An application of hedonic pricing analysis to the case of hotel rooms in Taipei”, *Tourism Economics*, Vol. 16 No. 3, pp. 685-694.
- Chen, P. H. C., Liu, Y., & Peng, L. 2019. How to develop machine learning models for healthcare. *Nature materials*, 18(5), 410-414.
- Chung, H. M., & Gray, P. 1999. Data mining. *Journal of management information systems*, 16(1), 11-16.
- Cios, K. J., & Moore, G. W. 2002. Uniqueness of medical data mining. *Artificial intelligence in medicine*, 26(1-2), 1-24.
- Cochran, W. G. (1954). Some methods for strengthening the common χ^2 tests. *Biometrics*, 10(4), 417-451.
- Demir, İ. 2020. *SPSS ile İstatistik Rehberi*. Efeakademi
- Dohoo, I., Ducrot, C., Fourichon, C., Donald, A. and Hurnik, D. 1997. “An overview of techniques for dealing with large numbers of independent variables in epidemiologic studies”, *Preventive Veterinary Medicine*, Vol. 29 No. 3, pp. 221-239.
- Dunham, M. H. 2006. *Data mining: Introductory and advanced topics*. Pearson Education India.
- Edelstein, H. 1997. *Data Mining: Exploiting The Hidden Trends İn Your Data*. Db2 Online Magazine, Url: [Http://Wwww. Db2mag. Com/Db_Area/Archives/19,97,Q1](http://www.Db2mag.Com/Db_Area/Archives/19,97,Q1).
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. 1996. From Data Mining To Knowledge Discovery İn Databases. *Aı Magazine*, 17(3), 37-37.
- Fox, J., & Monette, G. (1992). Generalized collinearity diagnostics. *Journal of the American Statistical Association*, 87(417), 178-183.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. 1998. *Multivariate data analysis* (Vol. 5, No. 3, pp. 207-219). Upper Saddle River, NJ: Prentice hall.

Han, J., Pei, J., & Kamber, M. 2011. *Data mining: concepts and techniques*. Elsevier.

Hand, D. J., Mannila, H., & Smyth, P. 2001. *Principles Of Data Mining (Adaptive Computation And Machine Learning)*. Mit Press.

Jackson, B. B., & Bund, B. 1983. *Multivariate data analysis: An introduction*. Richard d Irwin.

Johnson, R. A., & Wichern, D. W. 2014. *Applied multivariate statistical analysis* (Vol. 6). London, UK:: Pearson.

Kass, G. V. 1980. An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 29(2), 119-127.

Koh, H. C., Tan, W. C., & Peng, G. C. 2004. *Credit Scoring Using Data Mining Techniques*. *Singapore Management Review*, 26(2), 25.

Larose, D. T., & Larose, C. D. 2014. *Discovering Knowledge In Data: An Introduction To Data Mining*. John Wiley & Sons.

Lin, F.J. 2008. "Solving multicollinearity in the process of fitting regression model using the nested estimate procedure", *Quality and Quantity*, Vol. 42 No. 3, pp. 417-426.

Lippmann, R. 1987. An introduction to computing with neural nets. *IEEE Assp magazine*, 4(2), 4-22.

Menard, S. 2002. *Applied logistic regression analysis* (Vol. 106). Sage.

Natarajan, K., Li, J., & Koronios, A. 2010. *Data mining techniques for data cleaning*. In *Engineering Asset Lifecycle Management* (pp. 796-804). Springer, London.

Nguyen, Q. H., Ly, H. B., Ho, L. S., Al-Ansari, N., Le, H. V., Tran, V. Q., ... & Pham, B. T. 2021. *Influence of Data Splitting on Performance of Machine Learning Models in Prediction of Shear Strength of Soil*. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021.

Olson, D. L., & Delen, D. 2008. *Advanced data mining techniques*. Springer Science & Business Media.

Orhunbilge, N. 2000. *Örnekleme yöntemleri ve hipotez testleri*. Avcıol Basım Yayın.

Özkan, Y. 2008. *Veri madenciliği yöntemleri*. Papatya Yayıncılık Eğitim.

Pawlicz A. and Napierala T., 2017. The determinants of hotel room rates: an analysis of the hotel industry in Warsaw, Poland , *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, Vol. 29 Iss 1 pp. 571 - 588.

Peduzzi, P., Concato, J., Kemper, E., Holford, T. R., & Feinstein, A. R. (1996). A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. *Journal of clinical epidemiology*, 49(12), 1373-1379.

Rousseeuw, P. J. 1984. Least Median of Squares Regression. *Journal Of The American Statistical Association*, 79, 871-880.

Rygielski, C., Wang, J. C., & Yen, D. C. 2002. Data Mining Techniques For Customer Relationship Management. *Technology In Society*, 24(4), 483-502.

Savaş, S., Topaloğlu, N., & Yılmaz, M. 2012. Veri Madenciliği Ve Türkiye’deki Uygulama Örnekleri. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(21), 1-23.

Seyrek, İ. H., & Ata, H. A. 2010. Veri Zarflama Analizi Ve Veri Madenciliği İle Mevduat Bankalarında Etkinlik Ölçümü. *Journal Of Brsa Banking & Financial Markets*, 4(2).

Silahtaroglu, G. 2008. Veri Madenciliği. Papatya Yayınları, İstanbul.

Sweeney, D. J., Anderson, D., & Williams, T. 1987. *Statistics for Business and Economics*. West Publishing Company.

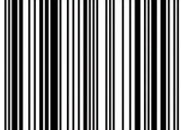
Tabachnick, B. G., Fidell, L. S., & Ullman, J. B. 2007. *Using Multivariate Statistics* (Vol. 5, pp. 481-498). Boston, MA: Pearson.

Taghva, K., Borsack, J., Condit, A., & Erva, S. 1994. The effects of noisy data on text retrieval. *Journal of the American Society for Information Science*, 45(1), 50-58.

Witten, I. H., Frank, E., & Mark, A. 2011. *Hall. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*, Elsevier, USA.

Wu, W., Walczak, B., Massart, D. L., Heurding, S., Erni, F., Last, I. R., & Prebble, K. A. 1996. Artificial neural networks in classification of NIR spectral data: design of the training set. *Chemometrics and intelligent laboratory systems*, 33(1), 35-46.

ISBN 978-2-38236-704-9



9 782382 367049 >



LIVRE DE LYON



livredelyon.com



[livredelyon](https://twitter.com/livredelyon)



[livredelyon](https://www.instagram.com/livredelyon)



[livredelyon](https://www.linkedin.com/company/livredelyon)