



Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 02.12.2025
Kabul Tarihi : 29.01.2026

Received Date : 02.12.2025
Accepted Date : 29.01.2026

ARALIK TİP-2 BULANIK RANCOM VE ARALIK TİP-2 BULANIK CoCoSo TABANLI ÇOK KRİTERLİ BİR YAKLAŞIMLA YATIRIM ARACI SEÇİMİ

INVESTMENT INSTRUMENT SELECTION USING A MULTI-CRITERIA APPROACH BASED ON INTERVAL TYPE-2 FUZZY RANCOM AND INTERVAL TYPE-2 FUZZY CoCoSo

Müslüm ÖZTÜRK^{1*} (ORCID: 0000-0003-1941-3115)

¹ Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Kilis, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Müslüm ÖZTÜRK, mozturk@kilis.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, yatırım aracı seçiminde karar vericilerin çok kriterli tercihlerini değerlendirmek amacıyla Aralık Tip-2 Bulanık RANCOM-CoCoSo (AT2 B-RANCOM-AT2 B-CoCoSo) hibrit yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada AT2 B-RANCOM ile kriter ağırlıkları belirlenmiş, ardından AT2 B-CoCoSo kullanılarak altı yatırım aracının performansı değerlendirilip sıralanmıştır. Çalışmada dört uzman, altı kriter ve altı alternatif üzerinde değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, kriter ağırlıklarında Getiri Oranı (%21) ve Enflasyona Karşı Koruma (%19) öncelikli olarak belirlenmiş, diğer kriterler ise orta ve düşük öncelikte kalmıştır. Alternatiflerin performans sıralaması ise $A3 > A6 > A2 > A4 > A1 > A5$ şeklinde gerçekleşmiş ve bu sonuçlar yatırımcıların risk ve getiri önceliklerini yansıtmıştır. Ayrıca, Tip-1 ve Tip-2 yaklaşımları arasında yapılan istatistiksel karşılaştırma, Tip-2 yönteminin alternatifler arasındaki küçük farkları daha hassas bir şekilde ortaya koyabildiğini göstermiştir. ΔSF_i değerleri üzerinden yapılan analizde ortalama 0.019 ve standart sapma 0.032 bulunmuştur. Bu sonuç, Tip-2 yönteminin sıralamada ince farklılıkları daha iyi yansıttığını göstermiştir. Çalışmada, kriter ağırlıkları ile alternatif performansları arasındaki ilişki vurgulanmış ve AT2 B-RANCOM + AT2 B-CoCoSo hibrit yaklaşımının yatırım aracı seçiminde güvenilir ve esnek bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Sonuçlar, yatırım stratejilerinin optimize edilmesi ve portföy yönetiminde destek süreçlerine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tip-2 bulanık kümeler, RANCOM yöntemi, CoCoSo yöntemi, yatırım araçları, hibrit ÇKKV

ABSTRACT

This study employs an Interval Type-2 Fuzzy RANCOM-CoCoSo (IT2 F-RANCOM-IT2 F-CoCoSo) hybrid method to evaluate decision-makers' multi-criteria preferences. Criterion weights were determined using IT2 F-RANCOM, and the performance of six investment instruments was ranked using IT2 F-CoCoSo. Four experts assessed six criteria and six alternatives. The findings indicated that Return Rate (21%) and Inflation Protection (19%) were the most prioritized criteria, while the remaining criteria held medium and low importance. The performance ranking of the alternatives was $A3 > A6 > A2 > A4 > A1 > A5$, reflecting investors' risk and return preferences. Furthermore, a statistical comparison between Type-1 and Type-2 approaches demonstrated that the Type-2 method captured small differences among alternatives more precisely; the ΔSF_i values had a mean of 0.019 and a standard deviation of 0.032, supporting the superior sensitivity of Type-2 in reflecting nuanced rankings. The study highlights the relationship between criterion weights and alternative performance and shows that the AT2 F-RANCOM + AT2 F-CoCoSo hybrid approach is a reliable and flexible method for investment instrument selection. The results contribute to optimizing investment strategies and enhancing decision-support in portfolio management.

Keywords: Type-2 fuzzy sets, RANCOM method, CoCoSo method, investment instruments, hybrid MCDM

GİRİŞ

Finansal yatırım araçlarının seçimi, modern ekonomi ve bireysel portföy yönetimi açısından kritik bir süreçtir. Hisse senetleri, tahviller, döviz, altın ve gayrimenkul gibi farklı yatırım araçları, yatırımcılara çeşitli risk-getiri profilleri sunmaktadır. Yatırımcıların hedeflerine uygun en iyi aracı belirlemeleri, yalnızca getiri beklentilerini maksimize etmekle kalmayıp aynı zamanda riskleri minimize etmelerini de gerektirir (State Street Global Advisors, 2025). Ancak, finansal piyasaların doğası gereği, fiyat dalgalanmaları, likidite koşulları ve işlem maliyetleri gibi faktörlerde ciddi belirsizlikler mevcuttur. Bu belirsizlikler, geleneksel çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin performansını sınırlamakta ve karar vericiler için güvenilir alternatifler üretmeyi zorlaştırmaktadır (Wang vd., 2020).

Gerçek dünya yatırım kararlarında belirsizlik, eksik bilgi, piyasa dalgalanmaları ve öznel insan değerlendirmelerinden kaynaklanan kaçınılmaz bir özelliktir. Kesin yöntemler ve Tip-1 Bulanık yaklaşımlar, özellikle üyelik fonksiyonlarının kendisi belirsiz olduğunda, bu belirsizliğin tamamını modellemekte yetersiz kalmaktadır (Wu & Mendel, 2007; Öztürk & Paksoy, 2017). Aralık Tip-2 Bulanık kümeler, üyelik fonksiyonlarındaki (alt ve üst üyelik fonksiyonları sayesinde) belirsizliği de dikkate alabilen daha yüksek düzeyde bir bulanıklığı temsil ederler (Öztürk vd., 2022). Böylece belirsiz ve belirsizlik içeren koşullar altında daha doğru ve güvenilir kararlar alınmasına olanak tanır (Tan & Chua, 2007). Yapılan çalışmalar, aralık Tip-2 bulanık - yöntemlerinin Tip-1 Bulanık ve klasik yaklaşımlara kıyasla, yatırım portföyü seçimi, tedarik zinciri yönetimi ve risk değerlendirmesi gibi alanlarda, dilsel belirsizlik ve veri eksikliklerini daha etkin şekilde ele alarak daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymaktadır (Meniz vd., 2021; De vd., 2022; Castillo & Melin, 2014). Bu nedenle, yatırım araçlarının değerlendirilmesinde aralık Tip-2 bulanık RANCOM ve CoCoSo yöntemlerinin uygulanması, özellikle yüksek belirsizlik içeren finansal ortamlar için kararların güvenilirliğini artırabilir.

Belirsizliğin yoğun olduğu bu ortamda, bulanık mantık temelli yöntemler, karar vericilerin uzman görüşlerini ve belirsiz verileri daha esnek ve doğru şekilde değerlendirmesine olanak tanır (Zadeh, 2001; Öztürk, 2025). Aralık Tip-2 bulanık mantık, klasik Tip-1 bulanık mantığın sınırlarını aşarak, belirsizlik ve bulanıklığın daha kapsamlı bir şekilde modellenmesine olanak sağlar. Tip-2 bulanık sayılar, her bir üyelik derecesi için alt ve üst sınırlar tanımlayarak, karar vericilerin kesin olmayan, subjektif veya çelişkili görüşlerini aralıklar üzerinden ifade edebilmesini mümkün kılar. Bu yaklaşım, özellikle uzmanların değerlendirmelerinde farklı algılamalar veya bilgi belirsizliklerinin bulunduğu durumlarda daha gerçekçi ve güvenilir sonuçlar üretir. Aralık Tip-2 bulanık mantık, belirsizliğin yanı sıra uzman görüşlerinin çeşitliliğini de dikkate alarak, çok kriterli karar verme süreçlerinde alternatiflerin performanslarını daha doğru ve dengeli bir şekilde karşılaştırmayı sağlar. Bu yöntem, klasik Tip-1 bulanık mantığın ötesine geçerek karar sürecinde daha yüksek doğruluk ve güvenilirlik sağlamaktadır.

Son yıllarda, finansal karar verme alanında aralık Tip-2 bulanık mantık tabanlı yöntemlerin uygulamaları artmıştır. Örneğin, RANCOM (Range-based Assessment of Compromise Solutions) yöntemi, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde esnek ve objektif bir çerçeve sunarken, CoCoSo (Combined Compromise Solution) yöntemi, alternatiflerin çok kriterli performanslarını bütüncül ve karşılaştırmalı şekilde analiz etmeyi mümkün kılmaktadır (Kao, 2010; Kahraman & Haktanır, 2024). Bu iki yöntemin entegrasyonu, yatırım kararlarında belirsizlikleri dikkate alarak daha güvenilir ve esnek bir sıralama sunacaktır.

Benzer şekilde yatırım alternatiflerinin seçiminde, özellikle finansal karar destek sistemlerinde yapay sinir ağları (YSA) yöntemi de sıkça kullanılmaktadır. YSA, geçmiş veri setlerinden öğrenerek alternatiflerin performansını tahmin etme ve sıralama yeteneğine sahiptir. Literatürde yapılan çalışmalarda, YSA'nın kriterler arası karmaşık ilişkileri modellemede etkili olduğu ve yatırımcı kararlarını destekleyen öngörüler sağladığı raporlanmıştır. Bu yöntem, özellikle büyük veri setlerinin ve çok değişkenli finansal göstergelerin bulunduğu durumlarda avantaj sağlamaktadır. Ancak, YSA yaklaşımı Tip-2 bulanık mantık gibi belirsizliği doğrudan modelleme kapasitesine sahip değildir. Bu nedenle çalışmamızda belirsizlikleri kapsamlı şekilde dikkate alan Aralık Tip-2 Bulanık RANCOM ve Aralık Tip-2 Bulanık CoCoSo yöntemi tercih edilmiştir.

Bu çalışma, yatırımcıların karşılaştığı belirsizlikleri dikkate alarak hisse senetleri, tahviller, döviz, altın ve gayrimenkul gibi yaygın finansal araçları değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Analiz, altı temel kriter üzerinden gerçekleştirilecektir. Bu kriterler sırasıyla getiri oranı, likidite, volatilité/risk, maliyet/işlem ücretleri, vergi avantajları ve enflasyona karşı korumadır.

Bu çalışma, yatırım aracı seçimi sürecinde belirsizliklerin ve çok kriterli değerlendirmelerin etkin bir biçimde ele alınabilmesine yönelik yeni bir karar destek yaklaşımı önermektedir. Bu kapsamda çalışmanın temel bilimsel katkıları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Aralık Tip-2 Bulanık RANCOM ve Aralık Tip-2 Bulanık CoCoSo yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı, yatırım aracı seçimine yönelik özgün bir hibrit metodolojik çerçeve sunulmaktadır.
- Tip-2 bulanık mantık kullanımıyla, karar vericilerin subjektif değerlendirmeleri ve dilsel belirsizliklerin daha gerçekçi ve esnek biçimde modellenmesine olanak tanınmaktadır.
- Önerilen yaklaşım, kriter ağırlıklandırma ve alternatiflerin sıralanması aşamalarında tutarlı ve güvenilir sonuçlar üretebilecek bir karar destek yapısı sağlamaktadır.
- Tip-1 Bulanık RANCOM–CoCoSo yöntemi ile gerçekleştirilen karşılaştırmalı analizler aracılığıyla, önerilen yaklaşımın karar destek performansının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.
- Çalışma, finans ve yatırım alanındaki karar alıcılar için uygulanabilir bir değerlendirme çerçevesi sunarken, gelecekteki araştırmalar için de genişletilebilir bir metodolojik temel oluşturmaktadır.

Araştırmanın bir diğer önemli katkısı, dört uzman panelinden elde edilen değerlendirmelerin Aralık Tip-2 bulanık sayılarla bütünleştirilmesi ve bu verilerin RANCOM yöntemi aracılığıyla kriter ağırlıklandırma, CoCoSo yöntemi aracılığıyla ise alternatiflerin sıralanması sürecinde kullanılmasıdır. Bu yaklaşım, yatırımcıların subjektif değerlendirmelerini nesnel ve sistematik bir yapıya dönüştürerek karar verme sürecine dâhil etmektedir. Böylece, hem akademik literatüre özgün bir uygulama sunulmakta hem de pratik yatırım kararlarında kullanılacak bütüncül bir karar destek çerçevesi sağlanmaktadır.

Sonuç olarak, önerilen yöntem, yatırım araçlarının karşılaştırmalı değerlendirilmesinde risk ve belirsizliğin yüksek olduğu durumlarda güvenilir bir karar destek aracı olarak işlev göreceği umulmaktadır. Böylece bu çalışma, finansal yatırım kararları alanında hem teorik hem de uygulamalı katkılar sunarak, yatırımcıların belirsizlik altında bilinçli ve bütüncül tercihler yapmasına olanak tanyacaktır.

ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Finansal yatırım kararları, hem bireysel yatırımcılar hem de kurumsal portföy yöneticileri için kritik öneme sahiptir. Mevcut literatürde, yatırım araçlarının karşılaştırmalı değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler çoğunlukla deterministik ya da Tip-1 bulanık mantık tabanlıdır. Ancak, finansal piyasalardaki belirsizlik ve veri eksiklikleri, bu klasik yöntemlerin güvenilirliğini sınırlamaktadır (Wang vd., 2020). Aralık Tip-2 bulanık mantık, bu belirsizlikleri daha doğru ve esnek bir şekilde temsil edebilme kapasitesi sunmaktadır. Bu yönüyle, yatırım kararlarının objektifliği ve doğruluğu önemli ölçüde artırılabilir.

Araştırmanın temel önemi, AT2 B-RANCOM AT2 B-CoCoSo yöntemlerinin entegre edilerek kullanılmasıdır. Bu sayede, uzman görüşlerinden elde edilen subjektif değerlendirmeler nesnel bir yapıya dönüştürülecek ve alternatifler arasında güvenilir bir sıralama yapılabilecektir. Ayrıca, önerilen yöntem yatırımcıların risk ve belirsizlik altındaki karar alma süreçlerinde daha bilinçli ve bütüncül tercihler yapmalarına olanak tanyacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma hem akademik literatüre özgün bir katkı sunmakta hem de pratik yatırım kararlarında kullanılacak güçlü bir karar destek modeli ortaya koymayı amaçlamaktadır. Finansal piyasaların dinamik ve belirsiz doğası göz önüne alındığında, çalışmanın bulguları yatırımcılar için stratejik ve uygulanabilir bir rehber niteliği taşıyacaktır (Zadeh, 2001; Öztürk, 2025).

LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, RANCOM, CoCoSo ve diğer ÇKKV yöntemlerinin başta yatırım alanında olmak üzere ve diğer tüm alanlarda kullanımı üzerine yapılan çalışmalara yer verilecektir.

Gupta vd. (2025) tarafından yapılan çalışmada, RANCOM yöntemi, sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamalarının engellerini analiz etmek ve etkili stratejiler önermek için kullanılmıştır. Bu çalışma, finansal kararlar ve yatırım stratejilerinin belirlenmesinde RANCOM yönteminin etkinliğini göstermektedir (Gupta vd., 2025). Peng ve Huang (2020) tarafından yapılan çalışmada, CoCoSo yöntemi, finansal risk değerlendirmesi için kullanılmış ve yatırım araçlarının karşılaştırılmasında etkinliği gösterilmiştir (Peng & Huang, 2020). Zolfaghari vd. (2021) tarafından

sunulan çalışmada, aralık Tip-2 bulanık mantık sistemi, proje portföyü seçimi ve zamanlama problemlerinde uygulanmıştır. Bu model, yatırım projelerinin optimizasyonunda kullanılarak, belirsiz parametrelerin etkisini azaltmayı hedeflemiştir (Zolfaghari vd., 2021). Ersoy (2023) tarafından yapılan çalışmada, CoCoSo yöntemi, Fortune 500 şirketlerinin finansal performansını değerlendirmek için kullanılmıştır. Bu çalışmada, kriter ağırlıkları Entegre Veri Tabanlı Ağırlık Sistemi (IDDWS) ile hesaplanmış ve şirketler CoCoSo yöntemiyle sıralanmıştır. Son aşamada, modelin sağlamlığını test etmek için üç aşamalı bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, önerilen modelin finansal performansı ölçmede uygun olduğunu ve Alphabet'in en iyi performansı gösterdiğini ortaya koymuştur (Ersoy, 2023). Jankova ve Dostál (2022) tarafından yapılan çalışmada, Aralık Tip-2 Bulanık mantık modeli, yatırımcılar, finansal analistler ve brokerler için karar destek aracı olarak geliştirilmiştir. Bu model, hisse senedi endekslerinin zaman serileri üzerinde yapılan analizlerle test edilmiştir (Jankova & Dostal, 2022). Wang vd. (2015) tarafından geliştirilen çalışmada, aralık Tip-2 bulanık sayılar kullanılarak çok kriterli grup karar verme problemleri için yeni bir yaklaşım sunulmuştur. Bu yaklaşımın, yatırım projelerinin değerlendirilmesinde belirsizliği yönetmek için etkin bir yöntem olarak öne çıktığı görülmüştür (Wang vd., 2015).

RANCOM, CoCoSo ve diğer ÇKKV yöntemlerinin başta yatırım alanında olmak üzere ve diğer tüm alanlarda kullanımı üzerine yapılan çalışmaların özeti Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Önceki Çalışmaları Özeti

Yazar(lar)	Kullanılan Yöntem(ler)	Çalışma Alanı	Kullanılan Veri Kümesi (Dataset)	Temel Bulgular / Performans Ölçütleri
(Rasoanaivo vd., 2024)	CoCoSo-CoCoFISO	Yer tahsis problemi	Uzman değerlendirmelerine dayalı senaryo verileri	Önerilen CoCoSo tabanlı yaklaşımın klasik yöntemlere göre daha dengeli sıralama sağladığı gösterilmiştir.
(Narang vd., 2022)	Bulanık CoCoSo + Heronian Ortalama Operatörü	Hisse senedi portföyü seçimi / Finansal yatırım kararları (Hindistan Ulusal Hisse Senedi Borsası verileri)	Hindistan Ulusal Hisse Senedi Borsası gerçek piyasa verileri	Bulanık CoCoSo yönteminin portföy risk-getiri dengesini daha etkin yansıttığı tespit edilmiştir.
(Akbulut & Hepşen, 2021)	CoCoSo + Entropi	Hisse senedi getirileri ve finansal performans analizi	Gerçek finansal oranlar ve piyasa verileri	Entropi ağırlıklandırmasının sonuçların nesnelliğini artırdığı ve CoCoSo'nun güçlü sıralama sunduğu belirtilmiştir.
(Lucas vd., 2024)	PSI-CoCoSo	Gayrimenkul (Brezilya emlak yatırım fonları) değerlendirme ve sıralama.	Brezilya emlak yatırım fonlarına ait gerçek veriler	CoCoSo'nun yatırım fonlarının göreceli performanslarını tutarlı şekilde ayırt ettiği gösterilmiştir.
(Kumar, 2025)	İntüisyonistik Bulanık CoCoSo	Hisse senedi seçimi	Uzman görüşleri ve finansal göstergeler	İntüisyonistik bulanık yapı ile belirsizliğin daha iyi modellenebildiği vurgulanmıştır.
(Bahmani vd., 1987)	AHP	Yatırım seçimi	Uzman yargılarına dayalı değerlendirmeler	AHP'nin yatırım kararlarında hiyerarşik yapı sağladığı ancak belirsizliği sınırlı yansıttığı ifade edilmiştir.
(Emamat vd., 2022)	ELECTRE-TRI, FlowSort + BWM	Hisse senedi portföyü seçimi	Gerçek piyasa verileri ve uzman görüşleri	Çoklu sıralama yöntemlerinin sınıflandırma başarısını artırdığı raporlanmıştır.
(Wu vd., 2022)	Genelleştirilmiş TODIM	Portföy seçimi	Finansal piyasa verileri	Davranışsal karar teorisinin yatırımcı tercihlerine duyarlı sonuçlar ürettiği gösterilmiştir.

Tablo 1'in Devamı

Yazar(lar)	Kullanılan Yöntem(ler)	Çalışma Alanı	Kullanılan Veri Kümesi (Dataset)	Temel Bulgular / Performans Ölçütleri
(Vásquez vd., 2021)	AHP-TOPSIS	Hisse senedi/portföy yatırım karar metodolojisi (risk-getiri dengesi)	Finansal oranlar ve piyasa verileri	Risk-getiri dengesinin çok kriterli yaklaşımla etkin biçimde değerlendirilebildiği belirtilmiştir.
(Boonjing & Boongasame, 2017)	ELECTRE III	Portföy seçimi: Tayland borsası örneği	Tayland borsasına ait gerçek veriler	ELECTRE III'ün belirsiz tercih eşiklerini başarıyla yönettiği ifade edilmiştir.
(Kumaran, 2022)	VIKOR + CRITIC	Halka arz firmalarının finansal performansı	Finansal performans göstergeleri	CRITIC ağırlıklandırmasının ayırt ediciliği artırdığı ortaya konmuştur.
(Zhang vd., 2024)	VIKOR + Hesitant Fuzzy (Tereddütlü Bulanık) + Prospect (Kazan-Kaybet) Teorisi	Yatırım projeleri arası seçim işlemi	Uzman değerlendirmeleri ve senaryo verileri	Davranışsal ve bulanık yaklaşımların birlikte kullanımının karar kalitesini artırdığı belirtilmiştir.
(Shabani vd., 2025)	Augmented WASPAS	Yatırım fonu seçimi - finansal karar desteği	Gerçek finansal performans verileri	WASPAS tabanlı yöntemin alternatifler arasındaki farkları netleştirdiği raporlanmıştır.
(Khan vd., 2021)	MOORA (ve kombinasyonları)	Portföy-finansal performans değerlendirmeleri	Finansal oranlar ve piyasa verileri	MOORA'nın hesaplama sadeliğiyle tutarlı sıralamalar sunduğu ifade edilmiştir.

Literatür taramasından görüldüğü üzere, yatırım alanında AT2 B-RANCOM AT2 B-CoCoSo yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bir çalışma literatürde henüz bulunmamaktadır. Mevcut çalışmaların genellikle tek bir yöntem ya da farklı bulanık ÇKKV yaklaşımlarını bağımsız olarak kullanmakta ve özellikle finansal yatırım araçlarının çok kriterli, bulanık ve belirsizlik içeren ortamlarda sıralanması konusunda sınırlı kapsam sunduğu görülmüştür (Peng vd., 2023; Silva vd., 2023). Bu bağlamda, önerilen hibrit yaklaşımımız, hem kriter ağırlıklarının belirlenmesinde AT2 B-RANCOM'un esnekliğini hem de alternatiflerin sıralanmasında AT2 B-CoCoSo'nun bütünleşik değerlendirme gücünü birleştirerek yatırımcıların karar süreçlerinde daha sağlam, belirsizliğe dayanıklı ve uygulanabilir bir yöntem sunmaktadır. Dolayısıyla, çalışmamız literatürdeki mevcut boşluğu doldurarak, çok kriterli ve belirsizlik içeren yatırım kararlarında ilk AT2 B-RANCOM + AT2 B-CoCoSo hibrit uygulamasını ortaya koyacaktır.

MATERYAL VE METOT

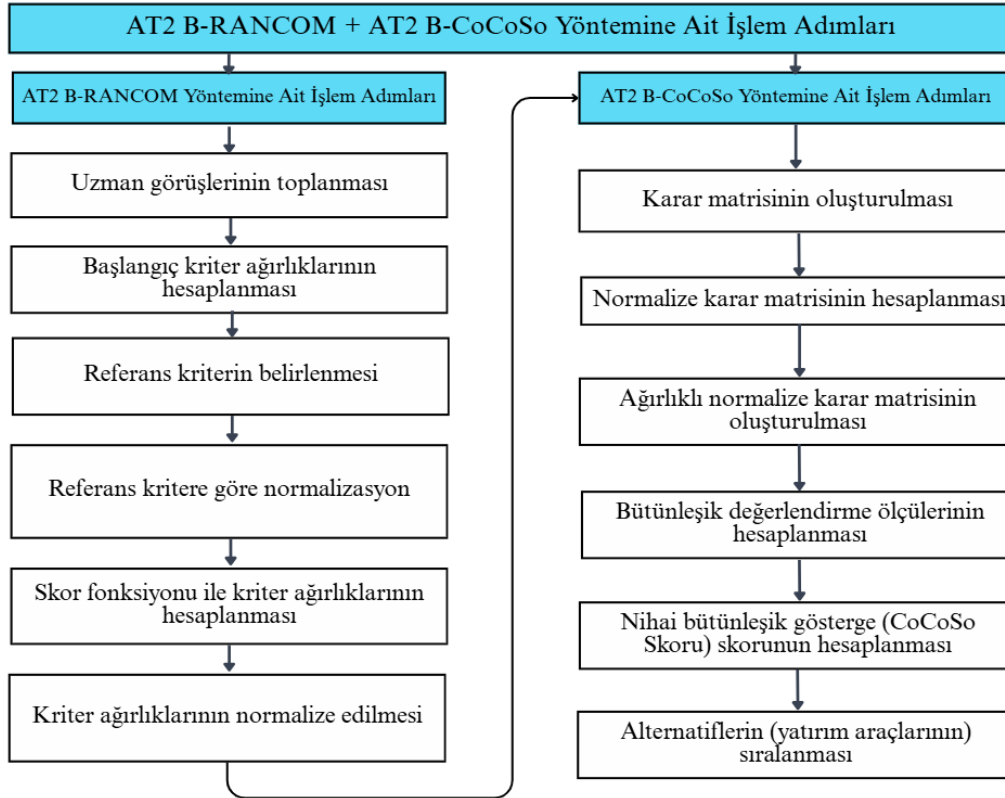
Literatürdeki çalışmaların incelenmesi sonucunda, çok kriterli karar yöntemlerinin yatırım seçim süreçlerinde etkin olarak kullanıldığı görülmüştür. Bu doğrultuda, çalışmamızda önerilen AT2 B-RANCOM + AT2 B-CoCoSo hibrit yöntemi uygulanmıştır. Bu bölümde, çalışmada kullanılan AT2 B-RANCOM ve AT2 B-CoCoSo yöntemlerine ait işlem adımları ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

Önerilen Hibrit Yönteme Ait Akış Şeması

Çalışma kapsamında önerilen AT2 B-RANCOM + AT2 B-CoCoSo hibrit yöntemine ait akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.

Şekil 1'de, çalışmada önerilen AT2 B-RANCOM + AT2 B-CoCoSo hibrit yönteminin işlem adımları bütüncül bir akış içerisinde sunulmaktadır. Akış şemasının ilk bölümünde AT2 B-RANCOM yöntemi yer almakta olup, uzmanlardan alınan aralık Tip-2 bulanık değerlendirmeler kullanılarak kriter ağırlıklarının belirlenmesi süreci gösterilmektedir. Bu kapsamda, uzman görüşlerinin toplanması, başlangıç bulanık ağırlıkların hesaplanması, referans kriterin seçilmesi, referans kriterine göre normalizasyon işlemleri ve skor fonksiyonu yardımıyla nihai kriter ağırlıklarının elde edilmesi adımları sırasıyla sunulmuştur.

Akış şemasının ikinci bölümünde ise AT2 B-CoCoSo yöntemi yer almakta ve belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak alternatiflerin değerlendirilmesi süreci gösterilmektedir. Bu aşamada, aralık Tip-2 bulanık karar matrisinin oluşturulması, fayda ve maliyet kriterlerine göre normalizasyon, ağırlıklı normalize karar matrisinin hesaplanması ve CoCoSo yöntemine ait bütünlük değerlendirme ölçütlerinin (S_i , P_i ve M_i) elde edilmesi adımları açıklanmaktadır. Son olarak, skor fonksiyonu yardımıyla alternatiflerin nihai performans değerleri hesaplanmakta ve yatırım araçları en yüksek skordan en düşüğe doğru sıralanmaktadır. Böylece şekil 1, önerilen hibrit yöntemin giriş verilerinden nihai sıralamaya kadar olan tüm karar verme sürecini açık ve sistematik bir biçimde özetlemektedir.



Şekil 1: Önerilen AT2 B-RANCOM + AT2 B-CoCoSo Yöntemine Ait Akış Şeması

AT2 B-RANCOM Yöntemine Ait İşlem Adımları

AT2 B-RANCOM yöntemi, kriter ağırlıklarını uzman görüşlerine dayalı olarak belirleyen ve bulanık belirsizlikleri daha esnek biçimde modelleyen bir yöntemdir. Bu yaklaşım, karar verme sürecinde referans alternatife dayalı normalizasyon mantığını kullanmaktadır. AT2 B-RANCOM yönteminin işlem adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Adım 1: Uzman görüşlerinin toplanması. Bu adım zamanların kriterlere ilişkin dilsel değerlendirmelerini sayısal bulanık değerlere dönüştürmek için kullanılır (Zadeh, 2001). Karar verici/uzmanlardan kriterlerin önem derecelerine ilişkin değerlendirmeler alınır. Bu değerlendirmeler aralık Tip-2 bulanık sayılar olarak ifade edilir.

$$\tilde{x}_{ij} = ([l_{ij}^L, m_{ij}^L, u_{ij}^L], [l_{ij}^U, m_{ij}^U, u_{ij}^U]) \quad (1)$$

Burada:

$i = 1, 2, \dots, n$ kriterleri

$j = 1, 2, \dots, k$ uzman sayısını temsil etmektedir.

$[l_{ij}^L, m_{ij}^L, u_{ij}^L]$ ve $[l_{ij}^U, m_{ij}^U, u_{ij}^U]$ ise sırasıyla Tip-2 bulanık sayının alt ve üst dilimlerinde yer alan düşük (L), orta (M) ve yüksek (U) değerleri ifade etmektedir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen dilsel değişkenler ve bunların üçgen aralık tip-2 bulanık ölçekleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Dilsel Değişkenlerin Aralık Tip-2 Bulanık Ölçekleri
Üçgen Bulanık Değerler

Dilsel Terimler	Alt Üyelik Fonksiyonu	Üst Üyelik Fonksiyonu
Çok Düşük	(0.010, 0.050, 0.100)	(0.000, 0.500, 0.200)
Düşük	(0.010, 0.200, 0.300)	(0.200, 0.300, 0.400)
Orta Düşük	(0.200, 0.350, 0.500)	(0.300, 0.450, 0.600)
Orta	(0.400, 0.500, 0.600)	(0.500, 0.600, 0.700)
Orta Yüksek	(0.500, 0.650, 0.800)	(0.600, 0.750, 0.900)
Yüksek	(0.700, 0.800, 0.900)	(0.800, 0.900, 1.000)
Çok Yüksek	(0.900, 1.000, 1.000)	(0.900, 1.000, 1.000)

Tablo 2’de sunulan dilsel değişkenler, uzmanların değerlendirmelerini aralık Tip-2 bulanık kümelerle sayısal olarak modellemek amacıyla özelleştirilmiştir. Bu ölçek, literatürde kullanılan tipik dilsel terimler (Çok Düşük, Düşük, Orta vb.) ve aralık tip-2 bulanık sayı mantığı temel alınarak oluşturulmuştur. Her dilsel terim için alt ve üst üyelik fonksiyonları, belirsizliğin ve uzman farklılıklarının daha doğru şekilde yansıtılmasını sağlamak amacıyla belirlenmiştir.

Adım 2: Başlangıç kriter ağırlıklarının hesaplanması. Bu adımda, uzmanların dönüştürülmüş değerleri kullanılarak kriterlerin başlangıç ağırlıkları hesaplanır. Burada her bir uzman $e_k (k = 1, 2, \dots, K)$ kriterlere ait bulanık önem değerlerini \tilde{w}_{ij}^k (aralık Tip-2 bulanık sayılar) olarak belirler. Daha sonra, bütün uzmanların görüşleri birleştirilerek kriter C_j ’nin bulanık ağırlığı Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanır (Shabani vd., 2025):

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \tilde{w}_j^k, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

Burada:

K : uzman sayısını, n : kriter sayısını, \tilde{w}_j : kriter C_j ’nin başlangıç bulanık ağırlığını ifade etmektedir.

Adım 3: Referans kriterin belirlenmesi. Bu adımda, her kriterin göreceli önceliğini ölçmek için başlangıç ağırlıklarından skor fonksiyonu elde edilir. Skor fonksiyonu elde edildikten sonra, en yüksek öneme sahip kriter referans kriter olarak seçilir. Referans kriter Eşitlik 3 ve Eşitlik 4 kullanılarak hesaplanır (Bakar vd., 2015):

$$C_{ref} = arg \max_j SF(\tilde{w}_j) \quad (3)$$

$$SF(\tilde{w}_j) = \frac{1}{2} \left[\frac{l_i^L + 2m_i^L + u_i^L}{4} + \frac{l_i^U + 2m_i^U + u_i^U}{4} \right] \quad (4)$$

Adım 4: Referans kriterine göre normalizasyon. Bu adımda, her kriterin değerlendirme puanlarını referans kriterin (ideal kriter) değerlerine göre normalize edilir ve bu normalizasyon işlemi Eşitlik 5 kullanılarak hesaplanır (Wang & Rangaiah, 2005):

$$\tilde{N}_j = \frac{\tilde{j}_i}{\tilde{w}_j} \quad (5)$$

Burada;

\tilde{j}_i : alternatif i için kriter j değerini,

\tilde{w}_j : referans kriter olan j ağırlığını ifade etmektedir.

Adım 5: Skor fonksiyonu ile kriter ağırlıklarının hesaplanması. Bu adımda, normalize edilen değerler üzerinden kriterlerin göreceli ağırlıkları Eşitlik 6 kullanılarak hesaplanır (Bakar vd., 2015):

$$SF(\tilde{N}_j) = \frac{1}{2} \left[\frac{l_i^L + 2m_i^L + u_i^L}{4} + \frac{l_i^U + 2m_i^U + u_i^U}{4} \right] \quad (6)$$

Adım 6: Kriter ağırlıklarının normalize edilmesi. Bu adımda, skor değerleri toplamı 1 olacak şekilde Eşitlik 7 kullanılarak normalize edilir (Alballa vd., 2024):

$$w_j = \frac{SF(\tilde{N}_j)}{\sum_{k=1}^n SF(\tilde{N}_k)} \quad (7)$$

Böylece her kriterin nihai ağırlığı belirlenmiş olur ve bu ağırlıklar, AT2 B-CoCoSo yönteminde alternatiflerin değerlendirilmesi için kullanılmak üzere hazır hâle getirilir.

AT2 B-CoCoSo Yöntemine Ait İşlem Adımları

AT2 B-CoCoSo yöntemi, karar verme problemlerinde alternatiflerin çok sayıda kriter altında bütüncül bir şekilde değerlendirilmesi için geliştirilmiş güçlü bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yöntem, Ağırlıklı Toplam Modeli (WSM) ve Ağırlıklı Çarpım Modeli (WPM) yaklaşımlarını bir araya getirerek daha dengeli ve güvenilir bir sıralama elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu yöntemde aralık Tip-2 bulanık kümelerin entegrasyonu ile karar vericilerin belirsiz ve öznel yargıları daha doğru bir şekilde uygulama alanına yansıtılmaktadır. AT2 B-CoCoSo yöntemine ait işlem adımları aşağıda verilmiştir:

Adım 7: Karar matrisinin oluşturulması. Bu adımda; öncelikle, alternatifler ($A_i, i = 1, 2, \dots, m$) ve kriterler ($C_j, j = 1, 2, \dots, n$) belirlenir. Daha sonra karar vericilerin değerlendirmeleri aralık Tip-2 bulanık sayılar ile ifade edilir. Karar matrisi Eşitlik 8 ve Eşitlik 9 kullanılarak tanımlanır (Madi vd., 2023):

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Burada, her \tilde{x}_{ij} bir aralık Tip-2 bulanık sayı olup aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$\tilde{x}_{ij} = ([l_{ij}^L, m_{ij}^L, u_{ij}^L], [l_{ij}^U, m_{ij}^U, u_{ij}^U]) \quad (9)$$

Adım 8: Normalize karar matrisinin hesaplanması. Bu adımda, karar matrisi kriterlerin fayda ve maliyet durumlarına göre Eşitlik 10 ve Eşitlik 11 kullanılarak normalize edilir. Bu sayede tüm kriterler ortak bir ölçüğe dönüştürülerek alternatiflerin karşılaştırılabilirliği sağlanır (Wang & Rangaiah, 2005).

a) Fayda kriterleri için

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}}{\tilde{x}_{ij}^{max}} \quad (10)$$

b) Maliyet kriterleri için

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}^{min}}{\tilde{x}_{ij}} \quad (11)$$

Adım 9: Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulması. Bu adımda, normalize edilmiş karar matrisi, her bir kriterin önceden belirlenen göreceli ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur. Böylece, her kriterin alternatiflerin nihai değerlendirmesine katkısı dikkate alınmış olur. Hesaplama, Eşitlik 12 kullanılarak yapılır (Durmaz & Çermin, 2022):

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{w}_j \times \tilde{r}_{ij} \quad (12)$$

Burada:

\tilde{r}_{ij} : i . alternatifin j . kriter için normalize edilmiş performans değerini,

\tilde{w}_j : j . kriterin ağırlığını,

\tilde{v}_{ij} : ağırlıklandırılmış normalize değer olarak, alternatiflerin kriterler bazında dengeli performansını temsil etmektedir.

Adım 10: Bütünleşik değerlendirme ölçülerinin hesaplanması. Bu adımda, ağırlıklı normalize karar matrisi kullanılarak her alternatifin göreceli performansını temsil eden üç farklı bütünleşik ölçüt Eşitlik 13-15 kullanılarak hesaplanır (Yazdani vd., 2019).

a) Klasik Ağırlıklı Toplam Yaklaşımı (S_i):

$$S_i = \sum_{j=1}^n \tilde{v}_{ij} \quad (13)$$

b) Ağırlıklı Çarpım Yaklaşımı (P_i):

$$P_i = \prod_{j=1}^n (\tilde{v}_{ij})^{\frac{1}{n}} \quad (14)$$

c) Karma Gösterge (M_i):

CoCoSo yönteminde, M_i değerini hesaplamak için S_i ve P_i değerleri Eşitlik 15 kullanılarak birleştirilir.

$$M_i = \lambda \times \frac{S_i}{\max_i S_i} + (1 - \lambda) \times \frac{P_i}{\max_i P_i} \quad (15)$$

Burada, $\lambda \in [0, 1]$ karar verici tercih katsayısıdır (genellikle $\lambda = 0.5$ olarak alınır). Çalışmamızda $\lambda = 0.5$ olarak alınmıştır. Bu değer, literatürde yaygın olarak kullanılan ve ağırlıklı toplam (S_i) ile ağırlıklı çarpım (P_i) bileşenlerinin eşit derecede dikkate alınmasını sağlayan bir seçimdir (Özdağoğlu vd., 2019). Böylece, alternatiflerin sıralamasında adil bir değerlendirme yapılmakta ve yöntemin dengeli performans göstermesi sağlanmaktadır.

Adım 11: Nihai bütünleşik gösterge (CoCoSo Skoru) skorunun hesaplanması. Bu adımda, her alternatif için önceki adımlarda hesaplanan karma göstergeler (M_i) kullanılarak nihai CoCoSo skoru belirlenir. Nihai skor, alternatiflerin tüm kriterler ve ağırlıklandırmalar dikkate alındığında genel performans düzeyini tek bir değerle temsil eder. Bu sayede alternatifler arasında sonraki aşamada doğrudan sıralama yapılabilecek ortak bir kıyaslama noktası elde edilmiş olur. Her alternatifin nihai CoCoSo skoru Eşitlik 16 kullanılarak hesaplanır (Yazdani vd., 2019):

$$C_i = \frac{1}{3} \left(\frac{S_i}{\max_i S_i} + \frac{P_i}{\max_i P_i} + M_i \right) \quad (16)$$

Adım 12: Skor fonksiyonunun hesaplanması ve alternatiflerin sıralanması. Bu adımda, skor fonksiyonu değeri Eşitlik 17 kullanılarak hesaplanır (Bakar vd., 2015):

$$SF_i = \frac{1}{2} \left[\frac{l_i^L + 2m_i^L + u_i^L}{4} + \frac{l_i^U + 2m_i^U + u_i^U}{4} \right] \quad (17)$$

Burada skor değeri en yüksek olan alternatif en öncelikli alternatif olarak kabul edilir.

ÖNERİLEN YÖNTEM/YÖNTEMLERİN UYGULANMASI

Bu bölümde, önerilen AT2 B-RANCOM ve AT2 B-CoCoSo yöntemlerinin, çalışma kapsamında ele alınan finansal yatırım araçlarının seçim ve sıralama sürecinde hibrit bir şekilde uygulanmasına yer verilmiştir. AT2 B-RANCOM ile kriter ağırlıkları belirsizlikleri dikkate alarak belirlenirken, AT2 B-CoCoSo bu ağırlıkları kullanarak alternatiflerin çok kriterli değerlendirmesini gerçekleştirmektedir.

Çalışma Kapsamında Oluşturulan Uzman Komitesine Ait Bilgiler

Bu çalışmada, finansal yatırım araçlarının çok kriterli değerlendirmesini sağlamak amacıyla dört kişiden oluşan bir uzman komitesi oluşturulmuştur. Uzmanlarımız, finans, ekonomi ve karar analizi alanlarında doğrudan deneyime sahiptir ve değerlendirmelerin güvenilirliğini artırmak amacıyla homojen bir uzman profili tercih edilmiştir. Uzman komitesinin dört kişiden oluşmasının gerekçesi, ÇKKV literatüründe, sınırlı sayıda deneyimli uzmanın sistematik ve bağımsız değerlendirme yapması durumunda güvenilir sonuçlar elde edilebileceğinin belirtilmesine dayanmaktadır (Shabani vd., 2025; Kutlu Gündoğdu & Kahraman, 2019). Uzmanlardan, belirlenen kriterlerin göreceli önemlerine ilişkin görüşler alınmış ve bu görüşler Aralık Tip-2 bulanık sayılar ile modellenmiştir (Öztürk vd., 2017). Uzman komitesinin görevleri arasında kriterlerin göreceli önemlerini değerlendirmek, dilsel değişkenleri belirlemek ve alternatiflerin performans değerleri konusunda objektif yargılar sunmak yer almaktadır. Bu yapı, hem değerlendirme sürecinin şeffaf ve sistematik olmasını sağlamakta hem de karar sürecinde oluşabilecek subjektif belirsizliklerin Aralık Tip-2 bulanık mantık ile etkin bir şekilde modellenmesine olanak tanımaktadır. İleride, farklı uzman panelleri ile yapılan ek değerlendirmeler, yöntemin genelleştirilebilirliğini artıracak ve sınırlılıkları azaltacaktır.

Çalışma Kapsamında Değerlendirmeye Alınan Kriterlerin ve Alternatiflerin Özellikleri

Bu çalışmada, finansal yatırım araçlarının çok kriterli değerlendirmesini sağlamak amacıyla önceden belirlenmiş kriterler ve seçilen alternatifler üzerinden analiz yapılmıştır. Kriterler, yatırım araçlarının getiri oranı, likidite, risk (volatilite), işlem maliyetleri, vergi avantajları ve enflasyona karşı koruma gibi finansal özelliklerini kapsamaktadır. Alternatifler ise, yatırımcıların en çok tercih ettiği ve piyasada yaygın olarak işlem gören hisse senetleri, tahviller/bono, döviz, altın ve değerli metaller, gayrimenkul ve kripto para gibi finansal araçlardan seçilmiştir. Çalışmanın şeffaflığını ve tekrarlanabilirliğini artırmak amacıyla, her kriterin ve alternatifin kodu, türü ve açıklamaları Tablo 3’de ve Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 3: Çalışma Kapsamında Değerlendirmeye Alınan Kriterlerin Özellikleri

Kriter Kodu	Kriterler	Kriter Türü	Kriter Açıklaması
C1	Getiri Oranı	Fayda	Yatırım aracının beklenen yıllık getirisini ifade etmektedir.
C2	Likidite	Fayda	Yatırım aracının paraya hızlı dönüşme kolaylığını ifade etmektedir.
C3	Volatilite / Risk	Maliyet	Yatırım aracının fiyat dalgalanmalarının büyüklüğünü ifade etmektedir.
C4	Maliyet / İşlem Ücretleri	Maliyet	Yatırım aracına giriş, alım-satım veya yönetim maliyetlerini ifade etmektedir.
C5	Vergi Avantajları	Fayda	Yatırımın sağladığı vergi kolaylıklarını ifade etmektedir.
C6	Enflasyona Karşı Koruma	Fayda	Yatırımın enflasyon karşısında değer kaybına karşı dayanıklılığını ifade etmektedir.

Tablo 3’te, yatırım aracı seçim probleminde kullanılan kriterler, karar verme yapısına uygun olarak fayda ve maliyet türlerine ayrılmıştır. Getiri oranı, likidite, vergi avantajları ve enflasyona karşı koruma kriterleri yatırımcı açısından maksimize edilmesi gereken fayda kriterleri olarak tanımlanırken; volatilite/risk ile maliyet/işlem ücretleri minimize edilmesi gereken maliyet kriterleri olarak ele alınmıştır. Bu sınıflandırma, AT2 B-RANCOM ve AT2 B-CoCoSo yöntemlerinde uygulanacak normalizasyon ve ağırlıklandırma adımlarının doğru biçimde yürütülmesini sağlamaktadır.

Tablo 4: Çalışma Kapsamında Değerlendirmeye Alınan Alternatiflerin Özellikleri

Alternatif Kodu	Alternatifler	Alternatif Açıklaması
A1	Hisse Senetleri	Borsa yatırım fonları, bireysel hisse senetleri gibi yatırım araçlarını ifade eder.
A2	Tahviller / Bono	Devlet veya kurumsal tahvilleri ifade eder.
A3	Döviz	Dolar/TL, Euro/USD, vb. yatırım araçlarını ifade eder.
A4	Altın ve Değerli Metaller	Gram altın, külçe altın, gümüş, platin gibi yatırım araçlarını ifade eder.
A5	Gayrimenkul	Konut, iş yeri, arsa gibi fiziksel varlıklar gibi yatırım araçlarını ifade eder.
A6	Kripto Para	Bitcoin, Ethereum gibi dijital varlıkları ifade eder.

Tablo 4’te, çalışma kapsamında değerlendirilen yatırım alternatifleri ve bu alternatiflere ilişkin temel açıklamalar sunulmaktadır. Alternatifler; geleneksel finansal araçlar, emtia temelli yatırımlar ve dijital varlıkları kapsayacak şekilde çeşitlendirilmiş olup, yatırımcıların farklı risk, getiri ve likidite beklentilerini temsil edecek biçimde seçilmiştir. Bu yapı, önerilen modelin farklı yatırım türleri üzerindeki ayırt ediciliğini test etmeye olanak sağlamaktadır.

IT2 F-RANCOM ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bu bölümde, AT2 B-RANCOM yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanacaktır.

Adım 1: Uzman görüşlerinin toplanması. Bu adımda, uzmanların kriterlerin görece önem düzeylerine ilişkin değerlendirmeleri, Tablo 2’de sunulan dilsel ölçekler kullanılarak elde edilmiştir. Uzman görüşlerine dayalı olarak oluşturulan dilsel karar matrisi ile bu matrise karşılık gelen aralık Tip-2 bulanık sayı değerleri Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5: Uzmanların Kriter Değerlendirmelerine Ait Karar Matrisi

Kriter Kodu	Kriter Adı	Uzman 1	Uzman 2	Uzman 3	Uzman 4
C1	Getiri Oranı	Yüksek (0.700, 0.800, 0.900) (0.800, 0.900, 1.000)	Yüksek (0.650, 0.800, 0.900) (0.750, 0.900, 1.000)	Yüksek (0.600, 0.750, 0.850) (0.700, 0.850, 0.950)	Yüksek (0.700, 0.800, 0.900) (0.800, 0.900, 1.000)
C2	Likidite	Orta Yüksek (0.500, 0.650, 0.800) (0.600, 0.750, 0.900)	Orta Yüksek (0.550, 0.700, 0.800) (0.650, 0.800, 0.900)	Orta Yüksek (0.500, 0.600, 0.750) (0.600, 0.700, 0.850)	Yüksek (0.600, 0.700, 0.800) (0.700, 0.800, 0.900)
C3	Volatilite / Risk	Orta (0.400, 0.500, 0.600) (0.500, 0.600, 0.700)	Orta (0.350, 0.500, 0.600) (0.450, 0.600, 0.700)	Orta (0.400, 0.550, 0.650) (0.500, 0.650, 0.750)	Orta (0.450, 0.550, 0.650) (0.550, 0.650, 0.750)
C4	Maliyet / İşlem Ücretleri	Orta Düşük (0.200, 0.350, 0.500) (0.300, 0.450, 0.600)	Orta (0.250, 0.350, 0.450) (0.350, 0.450, 0.550)	Orta Düşük (0.200, 0.300, 0.400) (0.300, 0.400, 0.500)	Orta (0.250, 0.350, 0.500) (0.350, 0.450, 0.600)
C5	Vergi Avantajları	Orta Yüksek (0.500, 0.650, 0.800) (0.600, 0.750, 0.900)	Orta Yüksek (0.550, 0.700, 0.800) (0.650, 0.800, 0.900)	Orta Yüksek (0.500, 0.600, 0.7500) (0.600, 0.700, 0.850)	Yüksek (0.600, 0.700, 0.800) (0.700, 0.800, 0.900)
C6	Enflasyona Karşı Koruma	Yüksek (0.600, 0.750, 0.850) (0.700, 0.850, 0.950)	Orta Yüksek (0.550, 0.700, 0.800) (0.650, 0.800, 0.900)	Orta Yüksek (0.500, 0.650, 0.80) (0.600, 0.750, 0.90)	Yüksek (0.600, 0.750, 0.850) (0.700, 0.850, 0.950)

Tablo 5'te yer alan uzman görüşleri arası tutarlılık Fleiss Kappa analizi ile ölçülmüş ve $Kappa = 0.62$ olarak hesaplanmıştır. Bu değer, uzmanlar arasında iyi düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, Tablo 5'teki değerlendirmeler, uzman görüşlerini yansıtmada güvenilir ve tutarlı bir temele sahip olduğu söylenebilir.

Adım 2: Başlangıç kriter ağırlıklarının hesaplanması. Bu adımda, uzman görüşlerinin birleştirilmesi amacıyla Eşitlik 2 kullanılarak kriterlere ait başlangıç aralık Tip-2 bulanık ağırlıklar hesaplanmıştır. Elde edilen başlangıç kriter ağırlıkları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Grup Karar Verme Süreci Sonucunda Elde Edilen Başlangıç Kriter Ağırlıkları (\tilde{w}_j)

Kriter Kodu	Kriter Adı	Birleştirilmiş Başlangıç Kriter Ağırlıkları (\tilde{w}_j)
C1	Getiri Oranı	(0.663, 0.788, 0.888) (0.762, 0.887, 0.988)
C2	Likidite	(0.537, 0.663, 0.788) (0.637, 0.762, 0.887)
C3	Volatilite / Risk	(0.400, 0.525, 0.625) (0.500, 0.625, 0.725)
C4	Maliyet / İşlem Ücretleri	(0.225, 0.338, 0.463) (0.325, 0.438, 0.562)
C5	Vergi Avantajları	(0.537, 0.663, 0.788) (0.637, 0.762, 0.887)
C6	Enflasyona Karşı Koruma	(0.562, 0.713, 0.825) (0.663, 0.812, 0.925)

Tablo 6'da, grup karar verme süreci kapsamında uzman görüşlerinin birleştirilmesiyle elde edilen başlangıç kriter ağırlıkları aralık Tip-2 bulanık sayılar biçiminde sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, Getiri Oranı (C1) ve Enflasyona Karşı Koruma (C6) kriterlerinin görece daha yüksek önem düzeylerine sahip olduğunu, Maliyet / İşlem Ücretleri (C4) kriterinin ise diğer kriterlere kıyasla daha düşük ağırlık aldığını göstermektedir. Bu başlangıç ağırlıkları, sonraki adımlarda referans kriterin belirlenmesi ve nihai kriter ağırlıklarının hesaplanması için temel girdi olarak kullanılmıştır.

Adım 3: Referans kriterin belirlenmesi. Bu adımda, referans kriterin belirlenmesi amacıyla Tablo 6'da verilen başlangıç kriter ağırlıkları Eşitlik 4 kullanılarak değerlendirilmiş ve her bir kriter için bir skor fonksiyonu (SF) değeri hesaplanmıştır. Elde edilen skor değerleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7: Her Kriter İçin Hesaplanan Skor Fonksiyonu Değerleri ve Birleştirilmiş Başlangıç Kriter Ağırlıkları ($SF(\tilde{w}_j)$)

Kriter Kodu	Kriter Adı	Birleştirilmiş Başlangıç Kriter Ağırlıkları (\tilde{w}_j)	$SF(\tilde{w}_j)$ Değerleri
C1	Getiri Oranı	(0.663, 0.788, 0.887) (0.762, 0.887, 0.988)	0.831
C2	Likidite	(0.537, 0.663, 0.788) (0.637, 0.762, 0.887)	0.712
C3	Volatilite / Risk	(0.400, 0.525, 0.625) (0.500, 0.625, 0.725)	0.569
C4	Maliyet / İşlem Ücretleri	(0.225, 0.338, 0.463) (0.325, 0.438, 0.562)	0.391
C5	Vergi Avantajları	(0.537, 0.663, 0.788) (0.637, 0.762, 0.887)	0.712
C6	Enflasyona Karşı Koruma	(0.562, 0.713, 0.825) (0.663, 0.812, 0.925)	0.753

Tablo 7’de, başlangıç kriter ağırlıklarına ait skor fonksiyonu değerleri sunulmuştur. Bu değerler, kriterlerin görece önem düzeylerini karşılaştırmalı olarak göstermektedir. Sonuçlara göre Getiri Oranı (C1) en yüksek öneme sahip kriter olarak belirlenmiş ve referans kriter seçilmiştir; Maliyet/İşlem Ücretleri (C4) ise en düşük öneme sahip kriter olarak belirlenmiştir.

Adım 4: Referans kritere göre normalizasyon. Bu adımda, belirlenen referans kriter esas alınarak her bir kriter için Eşitlik 5 kullanılmış ve normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Hesaplanan normalize edilmiş değerler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8: Referans Kritere Göre Normalize Edilmiş Kriter Değerleri (\tilde{N}_j)

Kriter Kodu	Kriter Adı	Birleştirilmiş Başlangıç Kriter Ağırlıkları (\tilde{w}_j)
C1	Getiri Oranı	(1.000, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)
C2	Likidite	(0.810, 0.841, 0.888) (0.836, 0.859, 0.898)
C3	Volatilite / Risk	(0.603, 0.667, 0.705) (0.656, 0.705, 0.734)
C4	Maliyet / İşlem Ücretleri	(0.339, 0.429, 0.522) (0.427, 0.494, 0.569)
C5	Vergi Avantajları	(0.810, 0.841, 0.888) (0.836, 0.859, 0.898)
C6	Enflasyona Karşı Koruma	(0.848, 0.905, 0.930) (0.870, 0.915, 0.936)

Tablo 8’de, referans kriter olarak seçilen C1 (Getiri Oranı) esas alınarak normalize edilmiş kriter değerleri sunulmaktadır. Normalizasyon sonucunda C1 değeri 1’e eşitlenmiş, diğer kriterlerin görece önem düzeyleri bu kritere göre ölçeklendirilmiştir. Bu tablo, kriterler arasındaki görece farkların daha açık biçimde görülmesini sağlamaktadır.

Adım 5: Skor fonksiyonu ile kriter ağırlıklarının hesaplanması. Bu adımda, normalize edilmiş değerler üzerinden Eşitlik 6 kullanılarak kriterlerin görece ağırlıkları hesaplanmıştır. Elde edilen skor fonksiyonu değerleri Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Skor Fonksiyonu ile Hesaplanan Kriterlerin Görece Ağırlıkları ($SF(\tilde{N}_j)$)

Kriter Kodu	Kriter Adı	Kriter Ağırlıkları ($SF(\tilde{N}_j)$)
C1	Getiri Oranı	1.000
C2	Likidite	0.854
C3	Volatilite / Risk	0.681
C4	Maliyet / İşlem Ücretleri	0.463
C5	Vergi Avantajları	0.854
C6	Enflasyona Karşı Koruma	0.903

Tablo 9’da, normalize edilmiş değerler üzerinden skor fonksiyonu kullanılarak elde edilen kriterlerin görece ağırlıkları verilmiştir. Sonuçlar, Getiri Oranı (C1) kriterinin en yüksek öneme sahip olduğunu, bunu Enflasyona Karşı Koruma (C6) ile Likidite (C2) ve Vergi Avantajları (C5) kriterlerinin izlediğini göstermektedir. Maliyet/İşlem Ücretleri (C4) ise en düşük görece ağırlığa sahip kriter olarak görülmektedir.

Adım 6: Kriter ağırlıklarının normalize edilmesi. Bu adımda, Eşitlik 7 kullanılarak kriterlere ait skor fonksiyonu değerleri toplamı 1 olacak şekilde normalize edilmiştir. Elde edilen normalize kriter ağırlıkları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10: Bütünleştirilmiş Analiz Sonucunda Elde Edilen Nihai Kriter Ağırlıkları (w_j)

Kriter Kodu	Kriter Adı	Nihai Kriter Ağırlıkları (w_j)
C1	Getiri Oranı	$(1.000/4.755)=0.210$
C2	Likidite	$(0.854/4.755)=0.180$
C3	Volatilité / Risk	$(0.681/4.755)=0.143$
C4	Maliyet / İşlem Ücretleri	$(0.463/4.755)=0.097$
C5	Vergi Avantajları	$(0.854/4.755)=0.180$
C6	Enflasyona Karşı Koruma	$(0.903/4.755)=0.190$

Tablo 10, bütünleştirilmiş analiz sonucunda elde edilen nihai kriter ağırlıklarını göstermektedir. Bulgular, Getiri Oranı (C1) kriterinin en yüksek ağırlığa sahip olduğunu, bunu Enflasyona Karşı Koruma (C6) ile Likidite (C2) ve Vergi Avantajları (C5) kriterlerinin izlediğini ortaya koymaktadır. Maliyet/İşlem Ücretleri (C4) ise karar sürecinde en düşük görece etkiye sahip kriter olarak hesaplanmıştır.

IT2 F-CoCoSo ile Alternatiflerin Seçimi ve Sıralanması

Normalize edilmiş kriter ağırlıkları elde edildikten sonra (Tablo 10), bir sonraki adımda alternatiflerin kriterler bazında değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, oluşturulan uzman komitesindeki her bir uzmanın Tablo 2’de sunulan dilsel ölçekler doğrultusunda bağımsız değerlendirmeleri alınmış ve bireysel görüşler birleştirilerek nihai aralık Tip-2 bulanık karar matrisi oluşturulmuştur (Tablo 11, Shabani vd., 2025).

Adım 7: Karar matrisinin oluşturulması. Bu adımda, çalışma kapsamında oluşturulan uzman komitesinde yer alan her bir uzmanın, Tablo 2’de sunulan dilsel ölçekler doğrultusunda alternatifleri kriterler bazında birbirinden bağımsız olarak değerlendirmesi sağlanmıştır. Elde edilen bireysel değerlendirmeler birleştirilerek (dört uzmanın değerlendirmelerinin ortalaması alınarak) nihai aralık Tip-2 bulanık karar matrisi oluşturulmuş ve sonuçlar Tablo 11’de sunulmuştur (Shabani vd., 2025). Ayrıca bu çalışmada, önerilen Aralık Tip-2 Bulanık RANCOM-CoCoSo yaklaşımı, alternatiflerin çok kriterli değerlendirilmesi amacıyla uzman komitesi tarafından sağlanan görüşler üzerinden test edilmiştir. Gerçek piyasa veya tarihsel finansal veriler bu çalışmada kullanılmamıştır. Uzman değerlendirmeleri, finans, ekonomi ve karar analizi alanlarında 10–13 yıl deneyime sahip dört uzmanın görüşleriyle elde edilmiş olup, Aralık Tip-2 bulanık sayılarla modellenmiştir. Bu nedenle, her bir uzmanın görüşü eşit derecede güvenilir kabul edilerek, ağırlıklandırma eşitlik varsayımı benimsenmiştir.

Adım 8: Normalize karar matrisinin hesaplanması. Bu adımda, Tablo 11’de sunulan karar matrisi, kriterlerin fayda ve maliyet yapıları dikkate alınarak normalize edilmiştir. Alternatiflerin kriterler bazındaki performans değerlerinin karşılaştırılabilir hâle getirilmesi amacıyla normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Bu işlem, kriterlerin farklı ölçüm birimlerine veya farklı değer aralıklarına sahip olması durumunda tüm verilerin ortak bir ölçeğe dönüştürülmesini sağlayarak, kriterler arası dengenin korunmasına katkı sunmaktadır. Fayda türündeki kriterler (arttırılması arzu edilen) için normalize değerler, ilgili kriterin karar matrisi içerisindeki maksimum değeri esas alınarak Eşitlik 10 yardımıyla hesaplanmıştır. Buna karşılık, maliyet türündeki kriterler (azaltılması arzu edilen) için ise minimum değer referans alınarak Eşitlik 11 kullanılmıştır. Bu yaklaşım sayesinde kriterler arası ölçek farklılıkları dengelenmiş ve alternatiflerin normalize edilmiş performans değerleri üzerinden adil ve tutarlı bir değerlendirme yapılması mümkün hâle gelmiştir. Normalize edilen karar matrisi, sonraki adımlarda kriter ağırlıklarının uygulanması ve çok kriterli karar yöntemleriyle değerlendirme yapılması için temel veri setini oluşturur. Bu sayede, alternatifler arasındaki performans farkları daha objektif ve karşılaştırılabilir bir biçimde analiz edilebilir. Normalizasyon işlemi, karar vericilerin farklı kriterlerdeki önceliklerini dikkate alarak tutarlı bir sıralama yapmayı mümkün kılar. Böylece, çok kriterli değerlendirme süreci için güvenilir ve sistematik bir alt yapı sağlanmış olur. Eşitlik 10 ve Eşitlik 11 kullanılarak hesaplanan normalize karar matrisi Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 11: Alternatiflerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesi Ait Karar Matrisi

Alternatifler/Kriterler	C1 (Fayda)	C2 (Fayda)	C3 (Maliyet)	C4 (Maliyet)
A1	(0.450, 0.575, 0.700) (0.550, 0.675, 0.800)	(0.425, 0.537, 0.650) (0.525, 0.637, 0.750)	(0.500, 0.650, 0.800) (0.600, 0.750, 0.900)	(0.500, 0.600, 0.700) (0.600, 0.700, 0.800)
A2	(0.325, 0.425, 0.525) (0.425, 0.525, 0.625)	(0.700, 0.800, 0.900) (0.800, 0.900, 1.000)	(0.350, 0.463, 0.575) (0.450, 0.562, 0.675)	(0.725, 0.825, 0.925) (0.825, 0.925, 1.000)
A3	(0.500, 0.650, 0.800) (0.600, 0.750, 0.900)	(0.800, 0.900, 1.000) (0.900, 1.000, 1.000)	(0.500, 0.600, 0.700) (0.600, 0.700, 0.800)	(0.600, 0.700, 0.800) (0.700, 0.800, 0.900)
A4	(0.450, 0.575, 0.700) (0.550, 0.675, 0.800)	(0.525, 0.625, 0.725) (0.625, 0.725, 0.825)	(0.400, 0.500, 0.600) (0.500, 0.600, 0.700)	(0.650, 0.750, 0.850) (0.750, 0.850, 0.950)
A5	(0.300, 0.425, 0.550) (0.400, 0.525, 0.650)	(0.400, 0.500, 0.600) (0.500, 0.600, 0.700)	(0.500, 0.600, 0.700) (0.600, 0.700, 0.800)	(0.500, 0.600, 0.700) (0.600, 0.700, 0.800)
A6	(0.900, 1.000, 1.000) (0.900, 1.000, 1.000)	(0.275, 0.388, 0.500) (0.350, 0.487, 0.625)	(0.250, 0.387, 0.525) (0.350, 0.487, 0.625)	(0.600, 0.700, 0.800) (0.700, 0.800, 0.900)
Alternatifler/Kriterler	C5 (Fayda)	C6 (Fayda)		
A1	(0.450, 0.550, 0.650) (0.550, 0.650, 0.750)	(0.600, 0.700, 0.800) (0.700, 0.800, 0.900)		
A2	(0.600, 0.700, 0.800) (0.700, 0.800, 0.900)	(0.525, 0.625, 0.725) (0.625, 0.725, 0.825)		
A3	(0.500, 0.600, 0.700) (0.600, 0.700, 0.800)	(0.650, 0.750, 0.850) (0.750, 0.850, 0.950)		
A4	(0.500, 0.600, 0.700) (0.600, 0.700, 0.800)	(0.550, 0.650, 0.750) (0.650, 0.750, 0.850)		
A5	(0.600, 0.700, 0.800) (0.700, 0.800, 0.900)	(0.650, 0.750, 0.850) (0.750, 0.850, 0.950)		
A6	(0.500, 0.600, 0.700) (0.600, 0.700, 0.800)	(0.500, 0.600, 0.700) (0.600, 0.700, 0.800)		

Tablo 11, çalışma kapsamında değerlendirilen altı yatırım alternatifinin altı kriter bazında uzman görüşleriyle oluşturulan karar matrisini göstermektedir. Her hücrede yer alan aralık Tip-2 bulanık sayılar, alternatiflerin ilgili kriterdeki performansını yansıtmaktadır.

Tablo 12: Alternatiflerin Kriterlere Göre Değerlendirilmesi Ait Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi (\tilde{r}_{ij})

Alternatifler/Kriterler	C1 (Fayda)	C2 (Fayda)	C3 (Maliyet)	C4 (Maliyet)
A1	(0.500, 0.575, 0.700) (0.611, 0.675, 0.800)	(0.531, 0.596, 0.650) (0.583, 0.637, 0.750)	(0.500, 0.595, 0.656) (0.583, 0.650, 0.694)	(1.000, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)
A2	(0.361, 0.425, 0.525) (0.472, 0.525, 0.625)	(0.875, 0.889, 0.900) (0.889, 0.900, 1.000)	(0.714, 0.836, 0.913) (0.778, 0.867, 0.926)	(0.690, 0.727, 0.757) (0.727, 0.757, 0.800)
A3	(0.556, 0.650, 0.800) (0.667, 0.750, 0.900)	(1.000, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)	(0.500, 0.645, 0.750) (0.583, 0.696, 0.781)	(0.833, 0.857, 0.875) (0.857, 0.875, 0.889)
A4	(0.500, 0.575, 0.700) (0.611, 0.675, 0.800)	(0.656, 0.694, 0.725) (0.694, 0.725, 0.825)	(0.625, 0.774, 0.875) (0.700, 0.812, 0.893)	(0.769, 0.800, 0.824) (0.800, 0.824, 0.842)
A5	(0.333, 0.425, 0.550) (0.444, 0.525, 0.650)	(0.500, 0.556, 0.600) (0.556, 0.600, 0.700)	(0.500, 0.645, 0.750) (0.583, 0.696, 0.781)	(1.000, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)
A6	(1.000, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)	(0.344, 0.431, 0.500) (0.389, 0.487, 0.625)	(1.000, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)	(0.833, 0.857, 0.875) (0.857, 0.875, 0.889)
Alternatifler/Kriterler	C5 (Fayda)	C6 (Fayda)		
A1	(0.750, 0.786, 0.813) (0.786, 0.813, 0.833)	(0.923, 0.933, 0.941) (0.933, 0.941, 0.947)		
A2	(1.000, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)	(0.808, 0.833, 0.853) (0.833, 0.853, 0.868)		
A3	(0.833, 0.857, 0.875) (0.857, 0.875, 0.889)	(1.000, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)		
A4	(0.833, 0.857, 0.875) (0.857, 0.875, 0.889)	(0.846, 0.867, 0.882) (0.867, 0.882, 0.895)		
A5	(1.000, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)	(1.000, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)		
A6	(0.833, 0.857, 0.875) (0.857, 0.875, 0.889)	(0.769, 0.800, 0.824) (0.800, 0.824, 0.842)		

Tablo 12, Tablo 11’de yer alan karar matrisinin kriter türüne göre normalize edilmiş hâlini göstermektedir. Bu normalizasyon sayesinde farklı ölçekteki kriter değerleri ortak bir ölçüğe getirilmiş ve alternatiflerin performansları kıyaslanabilir hâle gelmiştir. Fayda kriterlerinde değerler maksimuma göre, maliyet kriterlerinde ise minimuma göre normalize edilmiştir.

Adım 9: Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulması. Bu adımda, Tablo 12’de sunulan normalize edilmiş karar matrisi, her bir kriterin göreceli önemini yansıtan ağırlık değerleri (Tablo 10) dikkate alınarak ağırlıklandırılmıştır. Alternatiflerin her bir kriter altındaki normalize edilmiş performans değerleri, ilgili kriter ağırlıkları ile Eşitlik 12 kullanılarak çarpılmış ve böylece ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiştir. Bu işlem sonucunda hesaplanan ağırlıklı değerler Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13: Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi (\tilde{v}_{ij})

Alternatifler/Kriterler	C1 (Fayda)	C2 (Fayda)	C3 (Maliyet)	C4 (Maliyet)
A1	(0.105,0.121,0.147) (0.128,0.142,0.168)	(0.096,0.107,0.117) (0.105,0.115,0.135)	(0.072,0.085,0.094) (0.083,0.093,0.099)	(0.097,0.097,0.097) (0.097,0.097,0.097)
A2	(0.076,0.089,0.110) (0.099,0.110,0.131)	(0.158,0.160,0.162) (0.160,0.162,0.180)	(0.102,0.120,0.131) (0.111,0.124,0.133)	(0.067,0.071,0.073) (0.071,0.073,0.078)
A3	(0.117,0.137,0.168) (0.140,0.158,0.189)	(0.180,0.180,0.180) (0.180,0.180,0.180)	(0.072,0.092,0.107) (0.083,0.100,0.112)	(0.081,0.083,0.085) (0.083,0.085,0.086)
A4	(0.105,0.121,0.147) (0.128,0.142,0.168)	(0.118,0.125,0.131) (0.125,0.131,0.149)	(0.089,0.111,0.125) (0.100,0.116,0.128)	(0.075,0.078,0.080) (0.078,0.080,0.082)
A5	(0.070,0.089,0.116) (0.093,0.110,0.137)	(0.090,0.100,0.108) (0.100,0.108,0.126)	(0.072,0.092,0.107) (0.083,0.100,0.112)	(0.097,0.097,0.097) (0.097,0.097,0.097)
A6	(0.210,0.210,0.210) (0.210,0.210,0.210)	(0.062,0.078,0.090) (0.070,0.088,0.113)	(0.143,0.143,0.143) (0.143,0.143,0.143)	(0.081,0.083,0.085) (0.083,0.085,0.086)
Alternatifler/Kriterler	C5 (Fayda)	C6 (Fayda)		
A1	(0.135,0.142,0.146) (0.142,0.146,0.150)	(0.175,0.177,0.179) (0.177,0.179,0.180)		
A2	(0.180,0.180,0.180) (0.180,0.180,0.180)	(0.154,0.158,0.162) (0.158,0.162,0.165)		
A3	(0.150,0.154,0.158) (0.154,0.158,0.160)	(0.190,0.190,0.190) (0.190,0.190,0.190)		
A4	(0.150,0.154,0.158) (0.154,0.158,0.160)	(0.161,0.165,0.168) (0.165,0.168,0.170)		
A5	(0.180,0.180,0.180) (0.180,0.180,0.180)	(0.190,0.190,0.190) (0.190,0.190,0.190)		
A6	(0.150,0.154,0.158) (0.154,0.158,0.160)	(0.146,0.152,0.157) (0.152,0.157,0.160)		

Tablo 13, normalize edilmiş kriter değerlerinin kriter ağırlıklarıyla çarpılmasıyla elde edilen ağırlıklı karar matrisini ifade etmektedir. Bu işlem, her alternatifin kriterler bazındaki performansını kriter önceliklerine göre ölçeklendirerek, alternatiflerin karşılaştırılmasını daha dengeli ve anlamlı hâle getirmektedir. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi, alternatiflerin kriterler bazındaki önem düzeyleri dikkate alınarak yeniden ölçeklendirilmiş performans değerlerini sunmaktadır. Bu yaklaşım, fayda ve maliyet kriterlerinin etkilerini kriter ağırlıkları üzerinden dengeler ve karar sürecinde objektif karşılaştırma imkânı sağlar. Her hücredeki Tip-2 bulanık sayılar, alternatiflerin belirsizlik altında bile kriterlere göre ne kadar güçlü veya zayıf olduğunu göstermektedir. Böylece, sonraki adımlarda çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak alternatiflerin nihai sıralaması daha tutarlı ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilir. Ağırlıklı matris, kriter önceliklerinin karar sürecine doğrudan etkisini yansıtarak stratejik yatırım kararları için sağlam bir temel oluşturur.

Adım 10: Bütünleşik değerlendirme ölçülerinin hesaplanması. Bu adımda, Tablo 13’te sunulan ağırlıklı normalize karar matrisi esas alınarak, her bir alternatif için iki farklı bütünleşik değerlendirme ölçütü hesaplanmıştır. Bu kapsamda, alternatiflerin kriterler altındaki toplam performanslarını yansıtan klasik ağırlıklı toplam yaklaşımı (S_i) Eşitlik 13 kullanılarak; kriterler arası çarpımsal etkileşimi dikkate alan ağırlıklı çarpım yaklaşımı (P_i) ise Eşitlik 14 yardımıyla elde edilmiştir. Hesaplanan S_i ve P_i değerleri, alternatiflerin çok kriterli performanslarını farklı bakış açılarıyla değerlendirmeye imkân tanımakta olup, ilgili sonuçlar Tablo 14’te sunulmuştur.

Tablo 14: Alternatiflerin Bütünleşik Değerlendirme Ölçüleri (S_i ve P_i)

Alternatifler	Klasik Ağırlıklı Toplam Değerleri (S_i)	Ağırlıklı Çarpım Değerlerini (P_i)
A1	(0.680, 0.729, 0.780) (0.732, 0.772, 0.829)	(0.110, 0.116, 0.122) (0.115, 0.121, 0.129)
A2	(0.737, 0.778, 0.818) (0.779, 0.811, 0.867)	(0.111, 0.116, 0.122) (0.112, 0.116, 0.126)
A3	(0.790, 0.836, 0.888) (0.830, 0.871, 0.917)	(0.119, 0.123, 0.129) (0.121, 0.125, 0.130)
A4	(0.698, 0.754, 0.809) (0.750, 0.795, 0.857)	(0.112, 0.116, 0.123) (0.114, 0.116, 0.127)
A5	(0.699, 0.748, 0.798) (0.743, 0.785, 0.842)	(0.109, 0.112, 0.117) (0.110, 0.113, 0.116)
A6	(0.792, 0.820, 0.843) (0.812, 0.841, 0.872)	(0.115, 0.117, 0.120) (0.116, 0.118, 0.121)

Ardından Tablo 14'teki veriler Eşitlik 15'e uygulanarak tüm alternatifler için karma gösterge (M_i) değerleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15: Her Alternatif İçin Hesaplanan Karma Gösterge Değerleri (M_i)

Alternatifler	Karma Gösterge Değerleri (M_i)
A1	(0.891, 0.908, 0.912) (0.916, 0.927, 0.948)
A2	(0.932, 0.937, 0.933) (0.932, 0.930, 0.957)
A3	(0.999, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)
A4	(0.911, 0.923, 0.932) (0.923, 0.920, 0.956)
A5	(0.899, 0.903, 0.903) (0.902, 0.903, 0.905)
A6	(0.983, 0.967, 0.940) (0.968, 0.955, 0.941)

Tablo 15, her alternatif için klasik ağırlıklı toplam ve ağırlıklı çarpım değerlerinin birleştirilmesiyle elde edilen karma gösterge (M_i) değerlerini göstermektedir. Bu değerler, alternatiflerin farklı kriterler altındaki performanslarını bütüncül olarak özetleyerek karşılaştırmayı kolaylaştırmamızı sağlamaktadır.

Adım 11: Nihai bütünleşik gösterge (CoCoSo skoru) değerlerinin hesaplanması. Bu adımda, önceki adımda elde edilen klasik ağırlıklı toplam (S_i) ve ağırlıklı çarpım (P_i) değerleri birlikte ele alınarak, her bir alternatif için nihai CoCoSo skoru (C_i) hesaplanmıştır. CoCoSo yaklaşımının temel amacı, toplamsal ve çarpımsal değerlendirme mantıklarını tek bir bütünleşik gösterge altında birleştirerek daha dengeli ve güvenilir bir performans ölçütü elde etmektir. Bu kapsamda, alternatiflere ait C_i değerleri Eşitlik 16 kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16: Her Alternatif İçin Hesaplanan Nihai Bütünleşik Gösterge (CoCoSo Skoru) Skoru Değerleri (C_i)

Alternatifler	CoCoSo Skorları Değerleri (C_i)
A1	(0.891, 0.908, 0.912) (0.917, 0.927, 0.949)
A2	(0.932, 0.937, 0.933) (0.932, 0.930, 0.957)
A3	(0.999, 1.000, 1.000) (1.000, 1.000, 1.000)
A4	(0.911, 0.923, 0.932) (0.923, 0.920, 0.956)
A5	(0.899, 0.903, 0.903) (0.902, 0.903, 0.905)
A6	(0.983, 0.966, 0.940) (0.968, 0.955, 0.941)

Tablo 16, her alternatifin nihai CoCoSo skoru (C_i) değerlerini göstermektedir. Bu skorlar, alternatiflerin tüm kriterler açısından birleşik performanslarını yansıtarak, yatırım araçlarının göreceli sıralamasını belirlemeye olanak sağlamaktadır. En yüksek skor, A3 alternatifinin (Döviz) en iyi performansa sahip olduğunu göstermektedir.

Adım 12: Skor fonksiyonunun hesaplanması ve alternatiflerin sıralanması. Bu adımda, Tablo 16'da yer alan veriler üzerinden Eşitlik 17 kullanılarak her alternatif için skor fonksiyonu (SF_i) değeri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 17: Her Alternatif İçin Hesaplanan Nihai Skor Fonksiyonu Değerleri (SF_i)

Alternatifler	Skor Fonksiyonu Değerleri (SF_i)
A1	0.918
A2	0.936
A3	0.999
A4	0.926
A5	0.903
A6	0.960

Skor fonksiyonu değeri (SF_i) en yüksek olan alternatif en iyi alternatif olarak Kabul edilir. Tablo 17'ye göre en iyi yatırım alternatifinin A3 (Döviz) olduğu görülmüştür.

Çalışma Kapsamında Önerilen yöntemin Tip-1 Bulanık RANCOM-CoCoSo Yaklaşımı ile Karşılaştırmalı Analizi

Bu bölümde, çalışma kapsamında önerilen aralık Tip-2 bulanık yaklaşımın etkinliğini değerlendirmek amacıyla aynı problem Tip-1 bulanık yöntem ile de analiz edilmiş ve iki yaklaşım karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda, uzman görüşlerine ait aralık tip-2 bulanık değerler tek bir anlamlı fonksiyona indirgenerek $\left(\frac{L_1+L_2}{2}, \frac{M_1+M_2}{2}, \frac{U_1+U_2}{2}\right)$ ifadesi ile Tip-1 bulanık formata dönüştürülmüştür. Ardından, Tip-1 RANCOM ile kriter ağırlıkları hesaplanmış ve Tip-1-CoCoSo yöntemi kullanılarak alternatif sıralaması elde edilmiştir. Her iki yöntem sonucu elde edilen alternatif sıralamaları Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18: Tip-1 ve Tip-2 bulanık RANCOM-CoCoSo Yöntemleri ile Hesaplanan SF_i Değerleri

Alternatifler	Tip-2 Bulanık RANCOM-CoCoSo Skorları (SF_i)	Tip-1 Bulanık RANCOM-CoCoSo Skorları (SF_i)
A1	0.918	0.878
A2	0.936	0.921
A3	0.999	1.001
A4	0.926	0.899
A5	0.903	0.843
A6	0.960	0.989

Aralık Tip-2 RANCOM ve CoCoSo yöntemleri kullanılarak elde edilen SF_i skorları, Tip-1 RANCOM ve CoCoSo skorları ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 17'de özetlenmiştir. Her iki yaklaşımda da en yüksek performansa sahip alternatif A3, en düşük performansa sahip alternatif A5 olarak belirlenmiştir. Bu durum, Tip-2 bulanık yaklaşımın Tip-1 yaklaşımıyla uyumlu sıralamalar verdiğini ve belirsizliği dikkate alınan sıralama sonuçlarını önemli ölçüde değiştirmedeğini göstermektedir.

Tip-1 ve Tip-2 Bulanık RANCOM-CoCoSo Yöntemlerinin İstatistiksel Analiz ile Karşılaştırılması

Çalışmamızda, önerilen yöntem ile Tip-1 Bulanık RANCOM-CoCoSo yöntemi arasındaki sıralama performanslarının karşılaştırılması için temel fark analizi ve merkezi eğilim ölçüleri (ortalama ve standart sapma) kullanılmıştır. Bu yöntemler, iki farklı yaklaşımın alternatifler arasındaki sıralama sonuçlarındaki farklılıkları nicel olarak ortaya koymak ve Tip-2 yaklaşımının sağladığı hassasiyeti istatistiksel olarak desteklemek amacıyla seçilmiştir.

Karşılaştırmalı analiz sonuçları, Tip-2 yaklaşımının belirsizlik ve uzman değerlendirmelerindeki aralık yapısını daha gerçekçi bir şekilde temsil ettiğini, Tip-1 yaklaşımının ise daha keskin ancak belirsizlik düzeyini göz ardı eden sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Bu durum, çalışmada önerilen Tip-2 bulanık modelin karar verme ortamındaki belirsizliği daha etkin yönettiğini ve modelin bilimsel üstünlüğünü ortaya koymaktadır. Tip-1 ve Tip-2 yöntemleri ile elde edilen SF_i skorları ve bu skorlar arasındaki istatistiksel farklar Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19: Tip-1 ve Tip-2 Bulanık RANCOM-CoCoSo ile SF_i Skorları ve Fark Analizi

Alternatifler	Tip-2 SF_i	Tip-1 SF_i	$\Delta SF_i = (Tip-2) - (Tip-1)$
A1	0.918	0.878	0.040
A2	0.936	0.921	0.015
A3	0.999	1.001	-0.002
A4	0.926	0.899	0.027
A5	0.903	0.843	0.060
A6	0.960	0.989	-0.029

Tablo 19’da yer alan istatistiksel analiz sonuçlarına göre ΔSF_i değerlerinin ortalamasının yaklaşık 0.019 ve standart sapmasının yaklaşık 0.032 olduğu görülmüştür. Pozitif ΔSF_i değerleri (A1, A2, A4, A5), Tip-2 yaklaşımının bu alternatiflerde Tip-1’e göre daha yüksek skorlar verdiğini ortaya koymaktadır. Negatif ΔSF_i değerleri (A3, A6) ise Tip-1 skorlarının Tip-2’den daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Bu sonuçlar, Tip-2 yaklaşımının uzman değerlendirmelerinin belirsizliklerini ve alt-üst sınırlarını dikkate alarak daha hassas ve daha anlamlı bir sıralama sunduğunu göstermektedir. Tip-1 yöntemi, tek bir anlamlı fonksiyon üzerinden skorları belirlediği için küçük farkları yeterince yansıtamayabilmektedir. Genel olarak, her iki yöntem sıralamada benzer eğilimler göstermesine rağmen, Tip-2 yaklaşımı alternatifler arasındaki küçük farkları daha net ortaya koyarak sıralamanın güvenilirliğini arttırdığı söylenebilir.

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu çalışmada, kriter ağırlıkları AT2 B-RANCOM yöntemi ile belirlenmiş, alternatiflerin seçimi ve sıralaması ise AT2 B-CoCoSo yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Öncelikle, kriter ağırlıklarına bakıldığında, en yüksek ağırlığın 0,210 ile C1 (Getiri Oranı) kriterine verildiği gözlemlenmiştir. Bu sonuç, yatırımcıların karar sürecinde öncelikli olarak getiri potansiyeline odaklandıklarını göstermektedir. Bunu sırasıyla 0.190 ağırlığı ile C6 (Enflasyona Karşı Koruma) ve 0.180 ağırlıklarıyla C2 (Likidite) ve C5 (Vergi Avantajları) kriterleri takip etmektedir. Orta düzeyde önem taşıyan kriter C3 (Volatilite/Risk) 0,143 ağırlık değeri ile belirlenmiştir. En düşük ağırlık ise 0.097 ile C4 (Maliyet / İşlem Ücretleri) kriterine verilmiştir. Bu dağılım, karar vericilerin finansal kazanç ve güvenliğe öncelik verdiğini, işlem maliyetlerinin ise karar sürecinde daha az belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

CoCoSo skor fonksiyonu değerleri (SF_i) incelendiğinde, A3 (Döviz) alternatifinin 0.999 ile en yüksek puanı aldığı gözlemlenmiş; bu durum, söz konusu yatırım aracının tüm kriterler göz önünde bulundurulduğunda en dengeli ve üstün performansa sahip olduğunu göstermiştir. A6 (Kripto Para) ve A2 (Tahviller / Bono) alternatifleri sırasıyla 0.960 ve 0.936 skorları ile ikinci ve üçüncü sırada yer alırken, A5 (Gayrimenkul) en düşük 0.903 skor ile altıncı sırada yer almıştır. Bu bulgular, yatırımcıların öncelikli olarak getiri oranı, enflasyona karşı koruma ve likidite gibi kriterleri dikkate alarak karar verdiklerini desteklemektedir.

A1 (Hisse Senetleri) alternatifi, 0.918 skor değeri ile orta düzey performans sergilemiştir. Getiri ve likidite kriterlerinde tatmin edici değerlere sahip olsa da, volatilité ve maliyet açısından A3 ve A6’nın gerisinde kalmıştır (bakınız Tablo 13). Bu durum, A1’in dengeli bir seçenek olduğunu göstermesine rağmen en yüksek getiriyi hedefleyen yatırımcılar için öncelikli olmadığını göstermektedir.

A2 (Tahviller/Bono) alternatifi, 0.936 skor ile üst sıralarda yer aldığı ancak A3 ve A6 alternatifinin gerisinde kaldığı görülmüştür. A2 alternatifi, likidite ve vergi avantajları açısından güçlü performans gösterirken, getiri ve enflasyona karşı koruma kriterlerinde A3 kadar yüksek performans sergilememiştir (bakınız Tablo 13). Tüm verilere bakıldığında A2 alternatifinin dengeli bir yatırım tercihi olduğu söylenebilir.

A3 (Döviz) alternatifi, 0.999 skor ile en yüksek performansı göstermiştir. Buna göre A3 alternatifi, getiri, likidite ve enflasyona karşı koruma kriterlerinde üst düzey değerlere sahiptir ve risk ile maliyet kriterlerinde de dengeli bir performans sergilemiştir (bakınız Tablo 13). A3 alternatifi kapsamlı bir yatırım stratejisi için ideal alternatif olarak öne çıkmıştır.

A4 (Altın ve Değerli Metaller) alternatifi, 0.926 skor ile orta-üst düzey performans sunmuştur. Enflasyona karşı koruma ve getiri kriterlerinde iyi değerler elde ederken, getiri oranı ve maliyet kriterlerinde A3 alternatifinin gerisinde kaldığı görülmüştür (bakınız Tablo 13). Bu yatırım aracının orta düzey risk algısına sahip yatırımcılar için uygun bir seçenek olduğu söylenebilir.

A5 (Gayrimenkul) alternatifi, 0.903 skor ile diğer alternatiflere kıyasla daha düşük performans göstermiş ve yatırım aracı olarak son sırada yer almıştır. Getiri ve likidite kriterlerinde geride kalmış, maliyet/işlem ücretleri açısından da sınırlı değerler sunmuştur (bakınız Tablo 13). A5 alternatifinin getiri oranı ve yüksek performans öncelikli yatırımcılar için daha az tercih edilebilir bir alternatif olduğu görülmüştür.

A6 (Kripto Para) alternatifi, 0.960 skor ikinci sırada yer almış ve güçlü bir performans sergilemiştir. A6 alternatifi, getiri oranı, vergi avantajları ve enflasyona karşı koruma kriterlerinde yüksek değerler elde etmiş, Volatilite/Risk ve maliyet açısından da düşük performans göstermiştir. A3 alternatifinden sonra en uygun ikinci yatırım aracı alternatifi olarak öne çıkmıştır.

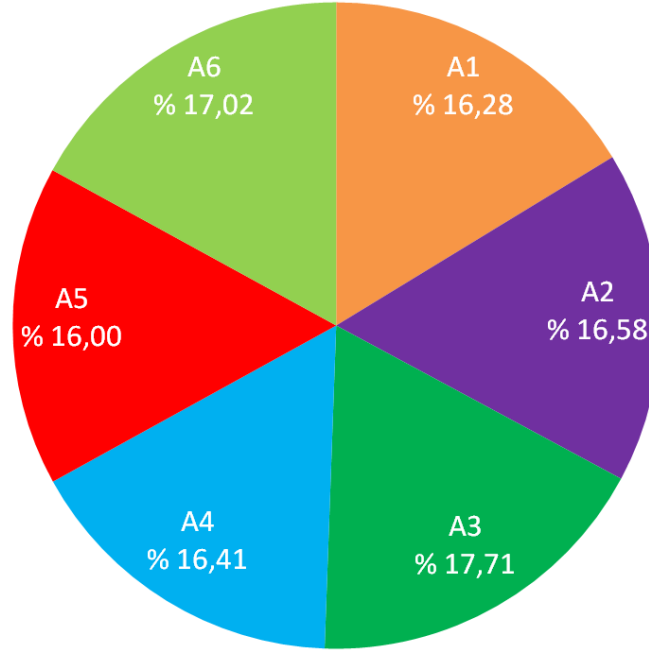
Özellikle A3 (Döviz) alternatifi, yüksek getiri oranı, likidite ve enflasyona karşı koruma kriterlerinde üstün performans sergilemiştir. Bu durum, dövizin mevcut ekonomik ortamda yatırımcılar için güvenli liman ve kısa-orta vadeli getiriye dengeleme aracı olarak tercih edildiğini desteklemektedir. Benzer şekilde, A6 (Kripto Para) yüksek getiri ve vergi avantajlarıyla dikkat çekmiş, ancak volatilite ve işlem maliyetleri açısından risk taşıması nedeniyle ikinci sırada yer almıştır. A2 (Tahviller/Bono) alternatifinin yüksek likidite ve vergi avantajları sunması, riskten korunmayı önceliklendiren yatırımcılar için tercih edilebilirliğini artırmaktadır. Öte yandan, A5 (Gayrimenkul) alternatifi, düşük getiri ve likidite nedeniyle yatırımcılar için daha az çekici bir seçenek olarak öne çıkmıştır. Bu ekonomik ve finansal perspektifler, alternatiflerin sıralamasında sadece matematiksel skorların değil, aynı zamanda piyasadaki risk-getiri dengelerinin de etkili olduğunu göstermektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen bu bulgular, literatürdeki benzer çalışmalarla da tutarlılık gösterdiği görülmüştür. Özellikle, yatırım alternatiflerinin sıralanmasında kullanılan bulanık ÇKKV yöntemlerinin etkinliği, çeşitli araştırmalarla desteklediği görülmüştür. (Sharma, 2025) tarafından yapılan bir çalışmada, yazarlar tarafından geliştirilen yamuk bipolar bulanık VIKOR yönteminin (TrBFV), yatırım kararlarında riskleri minimize etme ve maksimum getiri sağlama amacıyla etkili bir araç olduğu görülmüştür. Yine Narang vd. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, yatırımcıların risk ve getiri kriterlerine dayalı olarak hisse senedi portföylerini seçmelerini kolaylaştırmak amacıyla, Heronian Ortalama Operatörü ile birleştirilmiş Fuzzy CoCoSo yöntemi kullanılmıştır. Model, Hindistan Ulusal Menkul Kıymetler Borsası verileriyle test edilmiş ve Parçacık Sürü Optimizasyonu ile portföyler optimize edilmiştir. Bulgular, önerilen yaklaşımın geleneksel yöntemlere kıyasla daha stabil, esnek ve etkili sonuçlar verdiğini göstermiştir. Candan ve Toklu (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, aralık Tip-2 bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak farklı yatırım bölgelerinin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, yatırım kararlarında belirsizliğin etkilerini modellemek amacıyla aralık Tip-2 bulanık tabanlı çok kriterli karar verme yaklaşımı uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, önerilen yöntemin yatırım bölgelerinin sıralanmasında güvenilir ve tutarlı kararlar ürettiğini göstermiştir. Ayrıca, bu bulgular literatürdeki diğer ÇKKV yaklaşımlarıyla yüksek düzeyde uyum gösterdiği görülmüştür. Bu çalışma, bizim bulgularımızla paralellik arz etmekte ve aralık Tip-2 bulanık tabanlı yöntemlerin yatırım analizlerinde etkinliğini desteklemektedir (Candan & Toklu, 2017.). Çilek (2022) tarafından yapılan çalışmada, finansal araçların performans analizinde CoCoSo yöntemi ile bütünlük bir yaklaşım uygulanmıştır. Çalışmada, çok kriterli karar verme çerçevesinde risk, getiri ve likidite gibi kriterler değerlendirilmiş ve alternatif yatırım araçlarının sıralaması yapılmıştır. Elde edilen bulgular, CoCoSo yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçların literatürdeki önceki çalışmalarla tutarlı olduğunu ve yatırım kararlarında güvenilir ve dengeli sıralamalar sağladığını göstermiştir. Bu çalışma, bizim bulgularımızla paralellik göstererek, aralık Tip-2 bulanık tabanlı CoCoSo uygulamalarının yatırım analizlerinde etkinliğini desteklediği görülmüştür (Çilek, 2022). Ayrıca Tavana vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, aralık Tip-2 bulanık En İyi-Kötü yöntemi (IT2 F-BWM) yatırım kararlarında uygulanmıştır. Çalışmada, yatırım alternatiflerine ilişkin belirsiz ve dilsel ifadeler, aralık Tip-2 bulanık kümeler kullanılarak sayısal olarak modellenmiş ve alternatiflerin güvenilir bir şekilde sıralanması sağlanmıştır. Bulgular, IT2 F-BWM yönteminin belirsizliğin yüksek olduğu senaryolarda karar vericilere daha dengeli, stabil ve güvenilir sonuçlar sunduğunu göstermiştir. Bu çalışmamızda kullanılan aralık Tip-2 bulanık tabanlı yöntemlerin yatırım araçları sıralamasında etkinliğini desteklemektedir (Tavana vd., 2022). Benzer şekilde Xue vd. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, altın ve bitcoin gibi finansal varlıkların portföy optimizasyonu için aralık Tip-2 bulanık kümeler kullanılmıştır. Yazarlar, bu yöntemle, belirsizliğin yüksek olduğu finansal piyasalarda daha güvenilir ve dengeli sonuçlar elde etmeyi amaçlamışlardır. Elde edilen bulgular, aralık Tip-2 bulanık kümeler kullanılarak gerçekleştirilen yatırım araçları sıralamalarının, literatürde önerilen yöntemlerle yüksek düzeyde tutarlılık gösterdiğini ortaya koymuştur (Xue vd., 2022).

Çalışmamızda, yatırım aracı seçiminde elde edilen sonuçların Tip-1 ve Tip-2 Bulanık RANCOM-CoCoSo yaklaşımları ile karşılaştırılması yapılmış olup analizler, Tip-2 yönteminin alternatifler arasındaki küçük farkları daha hassas ve daha anlamlı bir şekilde yansıttığını göstermiştir. ΔSF_i analizi, Tip-2 yönteminin çok kriterli yatırım değerlendirmelerinde daha yüksek ayırt edicilik ve güvenilirlik sağladığını ortaya koymuştur. Ayrıca çalışmamızda kullanılan aralık Tip-2 bulanık yönteminin, Tip-1 bulanık yöntemleriyle karşılaştırılması, literatürdeki mevcut araştırmalarla da desteklenmiştir. Özellikle, Kaya ve arkadaşları (2019) tarafından yapılan kapsamlı bir incelemede, aralık Tip-2 bulanık küme yöntemlerinin belirsizlikle başa çıkma konusunda Tip-1 bulanık yöntemlerine göre daha

başarılı olduğunu ve daha hassas sonuçlar elde edilebildiğini göstermiştir (Kaya vd., 2019). Ayrıca, Baydaş ve arkadaşları (2024) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı ÇKKV yöntemlerinin gerçek yaşam sıralamalarıyla olan ilişkisi incelenmiş ve bazı yöntemlerin daha stabil başarı gösterdiği vurgulanmıştır (Baydaş vd., 2024). Yine Sharma (2025) tarafından yapılan bir çalışmada, Trapezoidal Bipolar Fuzzy VIKOR (TrBFV) yöntemi, yatırım kararları için önerilmiştir. Bu yöntem, Tip-1 bulanık kümeleri kullanarak, yatırım araçlarını değerlendirmiştir. Sonuçlar, Tip-1 bulanık kümelerle yapılan analizlerin, Tip-2 bulanık kümelerle yapılanlara kıyasla daha düşük doğruluk ve güvenilirlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle, Tip-1 bulanık kümelerin belirsizlikleri ifade etme kapasitesinin sınırlı olduğu ve bu nedenle daha az güvenilir sonuçlar sağladığı belirtilmiştir (Sharma, 2025).

Tablo 17’de yer alan verilere göre tarafımızdan önerilen AT2 B-RANCOM + AT2 B-CoCoSo hibrit yöntemine göre yatırım araçlarının tercih edilme performansları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Hibrit AT2 F-RANCOM + AT2 F-CoCoSo Yöntemine Göre Yatırım Araçlarının Tercih Edilme Performansları

AT2 B-RANCOM ve AT2 B-CoCoSo Yöntemine Ait Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizi, ÇKKV yöntemlerinde elde edilen sonuçların, karar parametrelerindeki değişimlere ne derece hassas olduğunu değerlendirmek için kullanılan önemli bir araçtır. Bu analiz, modelin güvenilirliğini ve önerilen çözümün kararlılığını test etmeye olanak sağlar. Özellikle aralık Tip-2 bulanık ortamda gerçekleştirilen analizlerde, kriter ağırlıkları, uzman değerlendirmeleri veya bulanıklık parametreleri (örneğin λ değeri) gibi faktörlerde meydana gelen küçük değişimler, nihai sıralama sonuçlarını etkileyebilir. Bu nedenle, çalışmada önerilen AT2 B-RANCOM ve AT2 B-CoCoSo yöntemlerinin etkinliğini ve kararlılığını ortaya koymak amacıyla bir hassasiyet analizi uygulanmıştır. Yapılacak bu analiz, modelin parametre değişikliklerine karşı ne kadar kararlı ve güvenilir olduğunu ortaya koyacaktır. Böylece elde edilen sıralamanın yalnızca belirli ağırlıklara veya performans değerlerine bağlı olup olmadığı anlaşılacak ve karar vericiler, önerilen alternatiflerin belirsizlikler karşısında dayanıklılığını güvenle gözlemleyebileceklerdir.

Bu çalışmada kapsamında en önemli kriter olarak görülen (bkz. Tablo 7) C1 (Getiri Oranı) kriterinin ağırlığı sistematik şekilde azaltılıp-artırılarak aşağıda 8 senaryo oluşturulmuştur. Her senaryoda C1 kriterinin ağırlığı -30% ve $+30\%$ aralığında azaltılıp artırılırken, diğer kriterlerin ağırlıkları oransal olarak yeniden normalize edilmiştir (toplam ağırlık 1 kalacak şekilde). Bu senaryolar aşağıda Tablo 20’de özetlenmiştir:

Tablo 20. Önerilen AT2 B-RANCOM ve AT2 B-CoCoSo Yönteminin Duyarlılık Analizine Ait Senaryo Durumları

Senaryolar	C1 Yüzdeleri Değişimi	Kriterinin C1 Kriterinin Yüzdeleri Payı (%)	Diğer Kriterler Toplam Yüzdeleri Payı (%)	Diğer Kriterler Normalize Edildi mi?
S1	-%30	15.7	84.3	Evet
S2	-%20	17.5	82.5	Evet
S3	-%10	19.3	80.8	Evet
S4	-%5	20.2	79.8	Evet
S5	+%5	21.9	78.2	Evet
S6	+%10	22.6	77.4	Evet
S7	+%20	24.2	75.8	Evet
S8	+%30	25.7	74.3	Evet

Tablo 20’de verilen senaryo durumlarına göre normalize edilmiş kriter ağırlıkları Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Senaryo Durumlarına Göre Normalize Edilmiş Kriter Ağırlıkları

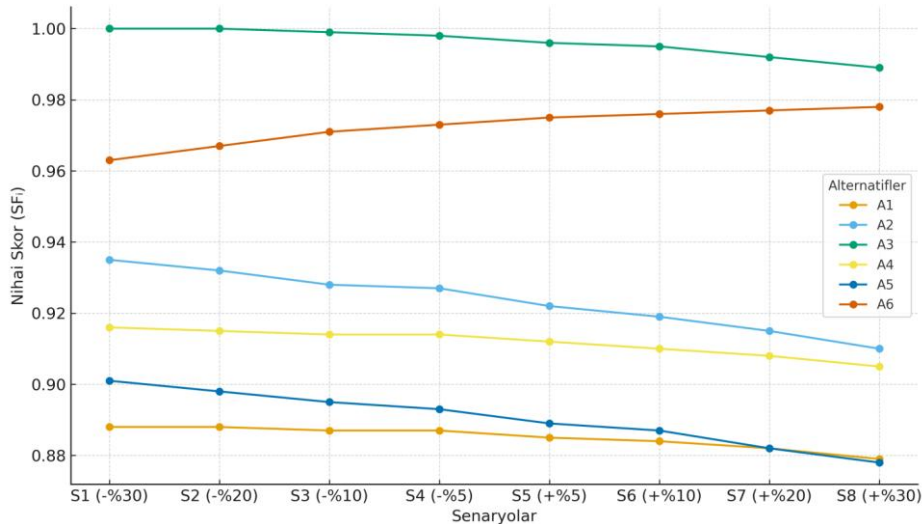
Senaryolar	C1	C2	C3	C4	C5	C6
S1 (-%30)	0.157	0.152	0.121	0.082	0.152	0.160
S2 (-%20)	0.175	0.149	0.118	0.080	0.149	0.157
S3 (-%10)	0.193	0.146	0.116	0.078	0.146	0.154
S4 (-%5)	0.202	0.144	0.114	0.077	0.144	0.152
S5 (+%5)	0.219	0.141	0.112	0.076	0.141	0.149
S6 (+%10)	0.226	0.139	0.111	0.075	0.139	0.147
S7 (+%20)	0.242	0.136	0.108	0.074	0.136	0.144
S8 (+%30)	0.257	0.134	0.106	0.072	0.134	0.141

Tablo 21’de verilen senaryo durumlarına göre alternatiflerin almış oldukları nihai skor değerleri (SF_i) Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Senaryo Durumlarına Göre Alternatiflerin Nihai Skor (SF_i) Değerleri

Senaryolar	A1	A2	A3	A4	A5	A6
S1 (-%30)	0.888	0.935	1.000	0.916	0.901	0.963
S2 (-%20)	0.888	0.932	1.000	0.915	0.898	0.967
S3 (-%10)	0.887	0.928	0.999	0.914	0.895	0.971
S4 (-%5)	0.887	0.927	0.998	0.914	0.893	0.973
S5 (+%5)	0.885	0.922	0.996	0.912	0.889	0.975
S6 (+%10)	0.884	0.919	0.995	0.910	0.887	0.976
S7 (+%20)	0.882	0.915	0.992	0.908	0.882	0.977
S8 (+%30)	0.879	0.910	0.989	0.905	0.878	0.978

Tablo 22’deki senaryo durumlarına göre alternatiflerin nihai skor değerlerindeki değişimler Şekil 3’te verilmiştir.

**Şekil 3:** Senaryo Durumlarına Göre Alternatiflerin Nihai Skor Değerleri

Duyarlılık analizi sonucunda elde edilen sonuçlara göre (bkz. Tablo 22) tüm senaryo aralıklarında A3 alternatifi en yüksek SF_i skorunu elde etmiş ve birinci sıradaki yerini korumuştur. Bu durum, A3 alternatifinin farklı ağırlık varyasyonlarına karşı oldukça kararlı (stabil) bir performans sergilediğini ve sistemin genelinde en baskın ve güvenilir seçenek olduğunu göstermiştir. A6 alternatifi ise tüm senaryolarda ikinci sırada yer alarak A3'ten sonra en güçlü alternatif olarak öne çıkmıştır. Bu iki alternatifin sıralamadaki konumları sabit kalırken, diğer alternatifler arasında sınırlı düzeyde yer değişiklikleri gözlenmiştir. Özellikle A2 ve A4 alternatifleri, senaryolardaki ağırlık değişimlerine karşı orta düzeyde duyarlılık göstermiş; skor değerleri küçük oynamalarla benzer seviyelerde seyretmiştir. A1 ve A5 alternatifleri ise tüm senaryolarda görece daha düşük skorlar almış ve sıralamanın alt basamaklarında yer almıştır. Bu sonuç, söz konusu alternatiflerin performanslarının kriter ağırlıklarındaki değişimlerden daha fazla etkilendiğini ve karar ortamında görece istikrarsız bir yapıya sahip olduklarını göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, $\pm\%30$ 'luk ağırlık değişim aralığına rağmen alternatiflerin sıralamasında anlamlı bir değişim meydana gelmemiştir. Bu bulgu ile AT2 B-RANCOM + AT2 B-CoCoSo yönteminin sağlam ve güvenilir bir karar verme aracı olduğu ve modelin hem metodolojik olarak hem de uygulama açısından duyarlılık bakımından istikrarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yatırım aracı seçiminde karar destek mekanizması olarak AT2 B-RANCOM + AT2 B-CoCoSo hibrit yöntemi önerilmiş ve uygulanmıştır. AT2 B-RANCOM ile kriterlerin önem dereceleri belirlenmiş, AT2 B-CoCoSo ile alternatiflerin çok kriterli değerlendirilmesi ve sıralaması yapılmıştır. Çalışmada dört uzman, altı kriter ve altı alternatif üzerinden değerlendirme gerçekleştirilmiş, böylece kriter ağırlıkları objektif olarak belirlenmiş ve alternatiflerin çok boyutlu performansları dengeli bir şekilde kıyaslanmıştır.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, ÇKKV yöntemlerinin yatırım alternatiflerini sıralamada etkinliğini desteklemektedir. Özellikle CoCoSo ve bulanık tabanlı yöntemler, alternatiflerin çok boyutlu değerlendirilmesinde güvenilir araçlar olarak literatürde yer bulmaktadır. Örneğin, bulanık VIKOR yöntemiyle yapılan çalışmalarda da benzer olarak en iyi alternatiflerin getiri ve risk dengesi göz önünde bulundurularak seçildiği gözlemlenmiştir (Sharma, 2025). Bu bağlamda, önerilen hibrit yaklaşımın literatürdeki yöntemlerle karşılaştırıldığında, hem kriter ağırlıklarını hem de alternatif performansını entegre etme açısından daha kapsamlı bir analiz sağladığı söylenebilir.

Çalışmada elde edilen bulgular, özellikle Döviz (A3) ve Kripto Para (A6) alternatiflerinin yüksek getiri, likidite ve enflasyona karşı koruma özellikleri sayesinde ön plana çıktığını göstermiştir. Bu durum, yatırımcıların risk-getiri dengesini gözeterek karar verdiklerini desteklemiştir. Yine çalışmanın bulguları, yatırımcıların karar alma süreçlerinde finansal performans ve ekonomik güvenliği önceliklendirdiğini göstermiştir. Ayrıca, AT2 B-RANCOM + AT2 B-CoCoSo hibrit yöntemi, alternatiflerin çok kriterli performanslarını dengeli ve nesnel bir şekilde sıralamakta etkin bir araç olarak öne çıktığı görülmüştür.

Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında geliştirilen Aralık Tip-2 Bulanık RANCOM–CoCoSo tabanlı yaklaşım, yatırım aracı seçimi probleminde belirsizliklerin daha gerçekçi bir biçimde ele alınmasına olanak tanımaktadır. Elde edilen bulgular, önerilen yöntemin hem kriter ağırlıklandırma hem de alternatiflerin sıralanması aşamalarında tutarlı ve güvenilir sonuçlar sunduğunu ortaya koymaktadır. Karşılaştırmalı analizler, yöntemin mevcut yaklaşımlara kıyasla karar vericiye daha esnek ve sağlam bir değerlendirme zemini sağladığını göstermektedir. Böylece, önerilen hibrit yaklaşım, yatırım kararlarında hem teorik hem de pratik açıdan literatüre önemli katkılar sunmaktadır.

Gerçek Piyasa Verileri ve Çalışmanın Kapsamı Üzerine Değerlendirme

Bu çalışma, AT2 B-RANCOM ve AT2 B-CoCoSo yöntemlerinin entegrasyonu yoluyla yatırım aracı seçimine yönelik teorik bir karar destek çerçevesi sunmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, modelin temel amacı yöntemsel katkı sağlamaktır ve değerlendirmeler, gerçek piyasa verilerinden ziyade uzman yargılarına dayalı olarak yürütülmüştür.

Çalışmamızda gerçek piyasa verilerinin kullanılmaması, çalışmanın ampirik genellenebilirliğini sınırlasa da, yöntemin belirsizlik altında karar verme koşullarında sağladığı esnekliğin daha net gözlemlenmesine olanak tanımıştır. Ayrıca yatırım araçlarının geçmiş getirileri, risk oranları ve volatilité düzeyleri dönemsel faktörlere duyarlı olduğundan, bu tür verilerin dahil edilmesi modele zaman boyutlu değişkenlik ekleyecektir.

Bununla birlikte, geliştirilen çerçevenin uygulanabilirliğini artırmak amacıyla gelecekte yapılacak araştırmalarda, geçmiş getiri oranları, volatilité, Sharpe oranı gibi finansal performans göstergelerinin modele entegre edilmesi planlanmaktadır. Böylece modelin hem teorik hem de ampirik düzeyde doğrulanması mümkün olacaktır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma, AT2 B-RANCOM ve AT2 B-CoCoSo yöntemlerinin hibrit kullanımını odak alırken, sınırlı sayıda alternatif ve kriter üzerinden analiz gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, karar vericilerin tercihleri ve ağırlıklandırma süreçleri belirli varsayımlar çerçevesinde modellenmiş olup, gerçek dünyadaki belirsizlikler ve değişken davranışlar tamamen kapsamamıştır. Bunun yanı sıra, yöntemlerin performans değerlendirmesi yalnızca sayısal veri ve Tip-2 bulanık parametreler üzerinden yapılmış, farklı bulanık modelleme tekniklerinin veya alternatif çok kriterli karar yöntemlerinin etkisi incelenmemiştir. Çalışma, önerilen yöntemin Tip-1 Bulanık RANCOM-CoCoSo yöntemi ile karşılaştırmalı test edilmesi ile sınırlı olup, gelecek çalışmalarda farklı veri setleri ve senaryolar üzerinde de uygulanabilirliği test edilebilir. Ayrıca bu çalışma, yalnızca uzman görüşlerine dayalı olarak uygulanmış olup, gerçek piyasa veya tarihsel finansal verilerle doğrulama yapılmamıştır. Bu nedenle, modelin genel geçerliliği ve farklı finansal senaryolarda performansı henüz test edilmemiştir. Gelecek çalışmalarda gerçek finansal verilerle yapılacak doğrulama analizleri, önerilen yöntemin uygulama alanını genişletecek ve sonuçların güvenilirliğini artıracaktır.

Geleceğe Yönelik Çalışmalar

Gelecek çalışmalarda, önerilen hibrit yaklaşımın daha geniş alternatif ve kriter setleri ile test edilmesi, gerçek dünyadaki uygulamalar için güvenilirliği artırabilir. Ayrıca, farklı Tip-2 bulanık modelleme teknikleri ve diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile karşılaştırmalı analizler yapılabilir. Ayrıca modelin uygulanabilirliğini ve geçerliliğini artırmak amacıyla gerçek piyasa verilerinin (örneğin, geçmiş getiri oranları, volatilité, Sharpe oranı ve risk-getiri göstergeleri) analize entegre edilebilir. Bu sayede önerilen model, yalnızca uzman yargılarına dayalı teorik bir değerlendirme aracı olmaktan çıkarak, ampirik olarak test edilebilir bir karar destek sistemi niteliği kazanabilir. Yine gelecekte yapılacak çalışmalarda, uzmanların deneyim yılı, eğitim düzeyi veya sektörel tecrübeleri dikkate alınarak ağırlıkların bulanık AHP, SWARA veya entropi temelli yaklaşımlar ile belirlenmesi önerilmektedir. Bu sayede uzmanlar arası farklılıkların modele daha doğru yansıtılması mümkün olacaktır.

Yapay Zeka Katkı Beyanı

Bu makale tamamen herhangi bir yapay zeka aracının yardımı olmadan yazılmış, düzenlenmiş, analiz edilmiş ve hazırlanmıştır. Metin, veri analizi ve şekiller dahil tüm içeriğin yalnızca yazarlar tarafından oluşturulduğunu beyan ederim.

KAYNAKLAR

- Akbulut, O. Y., & Hepşen, A. (2021). Finansal performans ve pay senedi getirileri arasındaki ilişkinin Entropi ve CoCoSo ÇKKV teknikleriyle analiz edilmesi. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 6(3), 681-709. <https://doi.org/10.30784/epfad.945770>
- Alballa, T., Rahim, M., Alburaikan, A., Almutairi, A., & Khalifa, H. A. E. W. (2024). MCGDM approach based on (p, q, r)-spherical fuzzy Frank aggregation operators: applications in the categorization of renewable energy sources. *Scientific Reports*, 14(1), 23576. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-74591-2>
- Bahmani, N., Yamoah, D., Basseer, P., & Rezvani, F. (1987). Using the analytic hierarchy process to select investment in a heterogenous environment. *Mathematical Modelling*, 8, 157-162. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90561-6](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90561-6)
- Bakar, A. S. A., Khalif, K. M. N. K., & Gegov, A. (2015, November). Ranking of interval type-2 fuzzy numbers based on centroid point and spread. In 2015 7th International Joint Conference on Computational Intelligence (IJCCI) (Vol. 2, pp. 131-140). IEEE.
- Baydaş, M., Yılmaz, M., Jović, Ž., Stević, Ž., Özuyar, S. E. G., & Özçil, A. (2024). A comprehensive MCDM assessment for economic data: success analysis of maximum normalization, CODAS, and fuzzy approaches. *Financial Innovation*, 10(1), 105. <https://doi.org/10.1186/s40854-023-00588-x>
- Boonjing, V., & Boongasame, L. (2017). Combinatorial portfolio selection with the ELECTRE III method: case study of the stock exchange of Thailand. *Afro-Asian Journal of Finance and Accounting*, 7(4), 351-362. <https://doi.org/10.1504/AJFA.2017.087506>

- Candan, G., & Toklu, M. C. (2017). Aralık Tip 2 bulanık TOPSIS yöntemi ile yatırım yeri karar analizi. *Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, (27), 16-28.
- Castillo, O., & Melin, P. (2014). A review on interval type-2 fuzzy logic applications in intelligent control. *Information Sciences*, 279, 615-631. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2014.04.015>
- Çilek, A. (2022). Bütünleşik SV-CoCoSo teknikleriyle etkinlik analizi: mevduat bankaları gruplarında bir uygulama. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(26), 52-69. <https://doi.org/10.38155/ksbd.1079357>
- De, A. K., Chakraborty, D., & Biswas, A. (2022). Literature review on type-2 fuzzy set theory. *Soft Computing*, 26(18), 9049-9068. <https://doi.org/10.1007/s00500-022-07304-4>
- Durmaz, M., & Çermik, Ö. (2022). Çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak yapısal bir uygulama için kompozit malzeme önceliklendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(Özel Sayı), 80-97. <https://doi.org/10.17780/ksujes.1164490>
- Emamat, M. S. M. M., Mota, C. M. D. M., Mehregan, M. R., Sadeghi Moghadam, M. R., & Nemery, P. (2022). Using ELECTRE-TRI and FlowSort methods in a stock portfolio selection context. *Financial Innovation*, 8(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40854-021-00318-1>
- Ersoy, N. (2023). Applying an integrated data-driven weighting system-CoCoSo approach for financial performance evaluation of Fortune 500 companies. *E+ M Economie a Management*, 26(3), 92-108. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2023-3-006>
- Gupta, N., Garg, P., & Ahuja, N. (2025). An integrated pythagorean fuzzy delphi-AHP-CoCoSo approach for exploring barriers and mitigation strategies for sustainable supply chain in the food industry. *Supply Chain Analytics*, 10, 100105. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2025.100105>
- Jankova, Z., & Dostal, P. (2022). Uncertainty in the type-2 fuzzy logic system for forecasting stock index. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 25(4), 41
- Kahraman, C., & Haktanır, E. (2024). *Fuzzy Investment Decision Making with Examples* (pp. 103-115). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-54660-0>
- Kao, C. (2010). Weight determination for consistently ranking alternatives in multiple criteria decision analysis. *Applied Mathematical Modelling*, 34(7), 1779-1787. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2009.09.022>
- Kaya, I., Çolak, M., & Terzi, F. (2019). A comprehensive review of fuzzy multi criteria decision making methodologies for energy policy making. *Energy strategy reviews*, 24, 207-228. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.03.003>
- Khan, K. I., Kabir, M. A., Mata, M. N., Correia, A. B., Rita, J. X., & Martins, J. N. (2021). Portfolio optimization: An application of MOORA model through stochastic process. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 25(S2), 1-14.
- Kumar, S. (2025). Stock selection with intuitionistic fuzzy combined compromise solutions. *Applied Soft Computing*, 169, 112526. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.112526>
- Kumaran, S. (2022). Financial performance index of IPO firms using VIKOR-CRITIC techniques. *Finance research letters*, 47, 102542. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2021.102542>
- Kutlu Gündoğdu, F., & Kahraman, C. (2019). Spherical fuzzy sets and spherical fuzzy TOPSIS method. *Journal of intelligent & fuzzy systems*, 36(1), 337-352. <https://doi.org/10.1007/s00500-022-07749-7>
- Lucas, F. F., dos Santos, M., Gomes, C. F. S., de Araújo Costa, A. P., de Oliveira Braga, G., da Costa, L. M. A., ... & de Araújo Costa, V. P. (2024). Valuation of real estate investment trusts using the PSI-CoCoSo multicriteria method. *Procedia Computer Science*, 242, 881-887. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.08.264>
- Madi, E. N., Zakaria, Z. A., Sambas, A., & Sukono. (2023). Toward effective uncertainty management in decision-making models based on type-2 fuzzy TOPSIS. *Mathematics*, 11(16), 3512. <https://doi.org/10.3390/math11163512>
- Meniz, B., Bas, S. A., Ozkok, B. A., & Tiryaki, F. (2021). Multilevel AHP approach with interval type-2 fuzzy sets to portfolio selection problem. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 40(5), 8819-8829. <https://doi.org/10.3233/JIFS-200512>

- Narang, M., Joshi, M. C., Bisht, K., & Pal, A. (2022). Stock portfolio selection using a new decision-making approach based on the integration of fuzzy CoCoSo with Heronian mean operator. *Decision making: applications in management and engineering*, 5(1), 90-112. <https://doi.org/10.31181/dmame0310022022n>
- Narang, M., Joshi, M. C., Bisht, K., & Pal, A. (2022). Stock portfolio selection using a new decision-making approach based on the integration of fuzzy CoCoSo with Heronian mean operator. *Decision making: applications in management and engineering*, 5(1), 90-112. <https://doi.org/10.31181/dmame0310022022n>
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K., & Eren, F. Y. (2019). Bir üniversite hastanesinde makroelisa ekipmanı alternatiflerinin WASPAS ve SWARA yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 319-331.
- Öztürk, M. (2025). A Hybrid Approach for Battery Selection Based on Green Criteria in Electric Vehicles: DEMATEL-QFD-Interval Type-2 Fuzzy VIKOR. *Sustainability*, 17(14), 6277. <https://doi.org/10.3390/su17146277>
- Öztürk, M., & Paksoy, T. (2016). Otoyollardaki Trafik Işıkları Kontrol Sistemi Modellemesi Bulanık Karar Tabanlı Görsel Uygulaması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(3), 170-183.
- Öztürk, M., Paksoy, T., & Öztürk, M. (2017). Aralık tip-2 bulanık mantık yönteminin tedarikçi seçiminde kullanımının önemi üzerine bir araştırma. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 10(2), 1-18.
- Öztürk, M., Torğul, B., & Paksoy, T. (2022). Interval Type-2 Fuzzy Rule-Based Bwm Approach for Sustainable Supplier Selection. *Konya Journal of Engineering Sciences*, 10(2), 312-336.
- Peng, X., & Huang, H. (2020). Fuzzy decision making method based on CoCoSo with critic for financial risk evaluation. *Technological and Economic Development of Economy*, 26(4), 695-724. <https://doi.org/10.3846/tede.2020.11920>
- Peng, X., Huang, H. H., & Luo, Z. (2023). Fuzzy dynamic MCDM method based on PRSRV for financial risk evaluation of new energy vehicle industry. *Applied Soft Computing*, 136, 110115. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2023.110115>
- Rasoanaivo, R. G., Yazdani, M., Zaraté, P., & Fateh, A. (2024). Combined Compromise for Ideal Solution (CoCoFISo): a multi-criteria decision-making based on the CoCoSo method algorithm. *Expert Systems with Applications*, 251, 124079. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.124079>
- Shabani, M., Khodarahmi, A., Ghousi, R., Mohammadi, E., & Ghanbari, H. (2025). An appraisal of fund of funds efficiency based on risk-adjusted performance measures: Application of an augmented WASPAS methodology. *PLoS One*, 20(7), e0314918. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0314918>
- Sharma, S. K. (2025). Enhancing stock portfolio selection with trapezoidal bipolar fuzzy VIKOR technique with Boruta-GA hybrid optimization model: a multicriteria decision-making approach. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 18(1), 17. <https://doi.org/10.1007/s44196-025-00733-7>
- Silva, N. F., dos Santos, M., Gomes, C. F. S., & de Andrade, L. P. (2023). An integrated CRITIC and Grey Relational Analysis approach for investment portfolio selection. *Decision analytics journal*, 8, 100285. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100285>
- State Street Global Advisors. (2025, 5 Mart). How economic factors impact asset performance. State Street. <https://www.ssga.com/us/en/intermediary/insights/how-economic-factors-impact-asset-performance>
- Tan, W. W., & Chua, T. W. (2007). Uncertain rule-based fuzzy logic systems: introduction and new directions (Mendel, JM; 2001)[book review]. *IEEE Computational intelligence magazine*, 2(1), 72-73. <https://doi.org/10.1109/MCI.2007.357196>
- Tavana, M., Shaabani, A., Di Caprio, D., & Bonyani, A. (2022). A novel Interval Type-2 Fuzzy best-worst method and combined compromise solution for evaluating eco-friendly packaging alternatives. *Expert systems with applications*, 200, 117188. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117188>
- Vásquez, J. A., Escobar, J. W., & Manotas, D. F. (2021). AHP-TOPSIS methodology for stock portfolio investments. *Risks*, 10(1), 4. <https://doi.org/10.3390/risks10010004>

- Wang, J. Q., Yu, S. M., Wang, J., Chen, Q. H., Zhang, H. Y., & Chen, X. H. (2015). An interval type-2 fuzzy number based approach for multi-criteria group decision-making problems. *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 23(04), 565-588. <https://doi.org/10.1142/S0218488515500257>
- Wang, Y., Hussain, A., Mahmood, T., Ali, M. I., Wu, H., & Jin, Y. (2020). Decision-Making Based on q-Rung Orthopair Fuzzy Soft Rough Sets. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020(1), 6671001. <https://doi.org/10.1155/2020/6671001>
- Wang, Z., & Rangaiah, G. P. (2025). Multi-Criteria Decision-Making: Reference-Type Methods. *arXiv preprint arXiv:2508.16087*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2508.16087>
- Wu, D., & Mendel, J. M. (2007). Uncertainty measures for interval type-2 fuzzy sets. *Information sciences*, 177(23), 5378-5393. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2007.07.012>
- Wu, Q., Liu, X., Qin, J., Zhou, L., Mardani, A., & Deveci, M. (2022). An integrated generalized TODIM model for portfolio selection based on financial performance of firms. *Knowledge-Based Systems*, 249, 108794. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2022.108794>
- Xue, Q., Ling, Y., & Tian, B. (2022). Portfolio Optimization Model for Gold and Bitcoin Based on Weighted Unidirectional Dual-Layer LSTM Model and SMA-Slope Strategy. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022(1), 1869897. <https://doi.org/10.1155/2022/1869897>
- Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management decision*, 57(9), 2501-2519. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458>
- Zadeh, L. A. (2001). A new direction in AI: Toward a computational theory of perceptions. *AI magazine*, 22(1), 73-73. <https://doi.org/10.1609/aimag.v22i1.1545>
- Zhang, L., Feng, J., & Feng, B. (2024). Research on PPP-ABS projects hesitant fuzzy multi-criteria investment decision-making with prospect theory and VIKOR method. *Journal of Industrial and Management Optimization*, 20(8), 2570-2590. <https://doi.org/10.3934/jimo.2024016>
- Zolfaghari, S., Mousavi, S. M., & Antuchevičienė, J. (2021). A type-2 fuzzy optimization model for project portfolio selection and scheduling incorporating project interdependency and splitting. <https://etalpykla.vilniustech.lt/handle/123456789/152034>