



## A COMPARISON OF PERFORMANCE RESULTS OF ARAS AND MOOSRA METHODS: AMERICAN CONTINENT COUNTRIES

DOI: 10.17261/Pressacademia.2020.1212

JEFA- V.7-ISS.2-2020(9)-p.173-186

Hakan Altın

Aksaray University Faculty of Economics And Administrative Sciences, Department of Business

[hakanaltin@aksaray.edu.tr](mailto:hakanaltin@aksaray.edu.tr) , ORCID: 0000-0002-0012-0016

Date Received: April 4, 2020

Date Accepted: June 15, 2020

### To cite this document

Altın, H., (2020). A Comparison Of Performance Results Of Aras And Moosra Methods: American Contitnent Countries  
Journal of Economics, Finance and Accounting (JEFA), V.7(2), p.173-186.

Permanent link to this document: <http://doi.org/10.17261/Pressacademia.2020.1212>

Copyright: Published by PressAcademia and limited licensed re-use rights only.

### ABSTRACT

**Purpose-** The main aim of the study is to compare ARAS and MOOSRA performance results. For this, 2020 macroeconomic data of 31 countries in the Americas were used.

**Methodology-** In the study, CRITIC and ENTOPY methods were applied as weighting criteria with ARAS and MOOSRA methods.

**Findings-** Three important results were obtained from the application phase. First, the ARAS method with CRITIC and ENTOPY weighting criteria gives very close results in performance ranking. Therefore, in a study using ARAS method, there is no problem of selection between weighting criteria. Second, the MOOSRA method with CRITIC and ENTOPY weighting criteria gives very close results in performance ranking. Therefore, in a study using the MOOSRA method, there is no selection problem between the weighting criteria. Thirdly, ARAS and MOOSRA methods are very close to each other, performance ranking results.

**Conclusion-** Accordingly, the question of which of the two methods to choose in eliminating the multi-criteria decision making problem is eliminated. The results found are statistically significant.

**Keywords:** Multicriteria decision-making (MCDM) , CRITIC, ENTROPY, ARAS, MOOSRA

**JEL Codes:** C00, C02, G11

## ARAS VE MOOSRA YÖNTEMLERİNİN PERFORMANS SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI: AMERİKA KITASI ÜLKELERİ

### ÖZET

**Amaç-** Çalışmanın temel amacı ARAS VE MOOSRA performans sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Bunun için Amerika Kıtasında yer alan 31 ülkenin 2020 yılı makroekonomik verileri kullanılmıştır

**Metodoloji-** Çalışmada ağırlıklandırma ölçütleri olarak CRITIC ve ENTOPY yöntemleri ile ARAS ve MOOSRA metotları uygulanmıştır.

**Bulgular-** Uygulama aşamasından üç önemli sonuç elde edilmiştir. Birincisi, CRITIC ve ENTOPY ağırlıklandırma ölçütleriyle yapılan ARAS yöntemi performans sıralamasında birbirine çok yakın sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla, ARAS yöntemi kullanılan bir çalışmada ağırlıklandırma ölçütleri arasında seçim problemi yaşanmaz. İkincisi, CRITIC ve ENTOPY ağırlıklandırma ölçütleriyle yapılan MOOSRA yöntemi performans sıralamasında birbirine çok yakın sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla, MOOSRA yöntemi kullanılan bir çalışmada ağırlıklandırma ölçütleri arasında seçim problemi yaşanmaz. Üçüncüsü ARAS ve MOOSRA yöntemleri performans sıralama sonuçları birbirine çok yakındır.

**Sonuç-** Buna göre, çok kriterli karar verme probleminin çözümü şamasında iki yöntemden hangisinin seçileceği sorunu ortadan kalkar. Bulunan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri(MCDM), CRITIC, ENTROPY, ARAS, MOOSRA

**JEL Kodları:** C00, C02, G11

## 1. GİRİŞ

Gerçek dünyadaki karar sorunlarının çözümleri birden fazla performans ölçütünü karşılamasını gerektirir. Bu hedefler genellikle birbiriyle çelişkilidir ve bir hedefte bir iyileşme başka bir hedefe zarar vermeden gerçekleştirilemez. Çok amaçlı bir problemde objektif olarak seçilebilecek tek bir çözüm yoktur; daha ziyade kriterler arasındaki farklı performans değişimlerini temsil eden bir dizi çözüm mevcuttur. Bu ortamda, karar vericilerin ödünleşmelerin olumlu bir şekilde çözülmesine ilişkin öznel tercihleri kullanılarak tek bir çözüm tanımlanabilir.

Çok amaçlı problemin kendisi, yönetim düzenlemeleri, ölçütlerin formülasyonu ve ölçütlere karşı potansiyel çözümlerin değerlendirilmesi için modellerin belirtilmesi de dahil olmak üzere daha geniş bir karar alma sürecinde yer almaktadır. Karar analizinin en önemli tarafı ilgili herkes için neyi kabul ettikleri veya etmedikleri konusunda birbirlerini anlamalarına, katılmadıkları şeylere odaklanmasına ve daha iyi seçenekleri keşfetmesine yardımcı olmak konusunun keşfedilmesidir. İyi bir gerçeğin kişisel duygular, hisler, içgüdüler veya kültürel olarak spesifik, ahlaki kodlar ve normlardan bağımsız olması gerektiğine inanılmaktadır. Bu asgari değerler karşılanmazsa karar analizi doğru olarak değerlendirilmeyecektir.

Yöneylem Araştırması (Operations Research-OR), endüstriyel üretim sistemleri, hükümet ve sosyal programlar ve savunma sistemleri gibi organize sistemlerin yönetimine bilimsel yöntemin uygulanmasıdır. Aynı zamanda karar bilimi veya yönetim bilimi olarak adlandırılır. Başka bir ifadeyle, bilimin yönetsel ve idari sorunların çözümüne uygulanmasıdır. Aynı parçalarından ziyade bir bütün olarak alınan organize sistemlerin performansına odaklanır. Sonuç olarak, Yöneylem Araştırması bazı gerçek dünya hedeflerinin maksimum veya minimumlarının belirlenmesine odaklanan disiplinler arası bir yaklaşımdır.

Günümüz dünyasında kararların alınması gereken ortam daha fazla hiç olmadığı kadar karmaşıktır. Şirketler, piyasa değerlerini ve kârlarını en üst düzeye çıkarmak, kayıplarını ve risklerini kısıtlamak için yöntemler kullanır. Ayrıca, daha düşük maliyetlerle üretmek veya aynı maliyetlerle daha fazla miktar üretmek için araçlar tasarlarlar. Yöneylem Araştırması bunun için problem çözümü için uygun olan modeli oluşturur, optimal kriterinin seçilmesini sağlar tercih edilen çözümü bulur.

Yöneylem Araştırmaları içerisinde yer alan çok kriterli karar vermenin Multicriteria decision-making (MCDM) genel amacı, karar vericiye (Decision maker-DM), çoktan seçmeli kriterlerin ve farklı kriter önceliklerinin varlığı altında uygulanabilir seçim alternatiflerinin arasından en iyi alternatifin seçmesinde yardımcı olmaktır. Karar vermede seçim sorunu, tüm tarafların, bireylerin, kamu ve özel sektörün karşılaştığı en büyük sorundur. MCDM'ye göre sorun iki şekilde ortaya çıkar. Birincisi, karar alma sürecine dahil olan tarafların amaçlarına uygun seçim alternatiflerinin nasıl belirleneceğidir. İkincisi, en çok tercih edilen alternatifi belirlemek için alternatiflerin nasıl sıralanacağıdır.

Bu sorunun yanıtına ilişkin için çok sayıda MCDM yönteminin olduğu görülür. Göreceli olarak ARAS ve MOOSRA yöntemleri yenidir ve bu iki yöntemin performans sonuçları arasındaki ilişkinin ortaya konulması önemlidir. Çalışmada ağırlıklandırma ölçütleri olarak CRITIC ve ENTROPY yöntemleri kullanılmıştır. Otuz bir Amerika Kıtası ülkesinin makro ekonomik verilerinin karşılaştırıldığı çalışmada altı karar kriteri kullanılmıştır.

## 2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

ARAS ve MOOSRA yöntemlerine ilişkin literatür incelendiğinde iki önemli sonuca ulaşılmıştır. Birincisi, kuramsal temelli yapılan çalışmalardır. İkincisi, uygulama temelli yapılan çalışmalardır.

### 2.1. ARAS

Zavadskas and Turskis (2010a) çalışmasında insan faaliyetlerinin birçok alanında çok kriterli karar verme Multicriteria decision-making (MCDM) yöntemleri kullanıldığını söyler. Çok ölçütlü bir karar verme problemindeki her alternatif, bir dizi kriterle açıklanabilir. Kriterler nitel ve nicel olabilir. Genellikle farklı ölçü birimleri ve farklı bir optimizasyon yönü vardır. Normalizasyon, ölçüt değerlerinin karşılaştırılabilir ölçeklerini elde etmeyi amaçlamaktadır. Additive Ratio Assessment (ARAS) yöntemine göre, uygulanabilir bir alternatifin karmaşık verimliliğini belirleyen fayda fonksiyonu değeri, bir projede ele alınan ana kriterlerin değerlerinin ve ağırlıklarının göreceli etkisi ile doğru orantılıdır. Alternatiflerin öncelikleri, fayda fonksiyon değerine göre belirlenebilir. Alternatif fayda derecesi, analiz edilen değişkenin ideal olarak en iyisi ile karşılaştırılması ile belirlenir. ARAS yöntemi bunu mümkün kılar.

Zavadskas, Turskis, and Vilutiene, (2010b) çalışmasında geleneksel optimizasyonun, istatistiksel ve ekonometrik analiz yaklaşımlarında genellikle dikkate alınan sorunun iyi formüle edildiğidir. Karar vericilerin genellikle yürütülen analizin altında yatan tek bir hedeflerinin olduğunu değerlendirme kriterinin veya bakış açısının varsayımına dayandığını ileri sürmüştür. Böyle bir durumda problemlerinin çözümü kolayca elde edilebilir. Ancak gerçekte, problemlerinin modellenmesi konusunun, çoklu

kriterlerin varlığına, karar vericinin değerlendirme sürecinin karmaşıklığına, öznel ve farklı doğasına ve birkaç karar vericinin katılımını dikkate alan farklı bir mantığa dayandığını iddia ederler. MCDM yöntemlerinin faydası karmaşık problemleri analiz etme sürecinde hem nicel hem de nitel kriterleri birleştirme kararında, karar vericinin karar verme sürecine katılmasına olanak sağlama ve karar verme sürecinde esnek bilimsel yöntemlerin uygulanması sırasında ortaya çıkar. Bu yöntemlerden biri olan ARAS yöntemi, alternatifin karmaşık verimliliğini belirleyen fayda fonksiyonu değerinin hesaplanmasında ve kriterlerin değerleri ile ağırlıklarının belirlenmesinde yardımcı olur.

Stanujkic and Jovanovic (2012) çalışmasında İnternet kullanımındaki önemli artışın, şirketlerin iş yapma biçiminde ve diğer şirketler, hükümetler ve tüketicilerle etkileşimlerinde önemli değişikliklere neden olduğunu ileri sürerler. Fakülteler, hizmet veren kuruluşlar olarak, bu değişikliklerin yanı sıra web sitelerinin önemine de dikkat etmelidir. Çalışmalarında, ARAS yönteminin kullanımına dayalı olarak, bir fakülte Web sitesinin değerlendirilmesi için kullanımı kolay, çok kriterli bir karar alma modeli önermişlerdir. Fakülte web sitesi, çeşitli üniversiteler ve fakülteler arasında da bulunan rekabetçi bir ortamda çok önemlidir. Fakülte web sitesinin çeşitli amaçları vardır. Birincisi, aday öğrencilere bilgi sağlamak. İkincisi, öğrencilere bilgi sağlamaktır. Fakülte web sitelerinin tipik kullanıcılarının daha kesin tanımlamaları ile, ihtiyaçlarının daha kesin bir şekilde tanımlanması ve anahtar değerlendirme kriterlerinin öneminin daha kesin bir şekilde belirlenmesi, fakülte web sitelerinin kalitesinin daha hassas bir şekilde ölçülmesini sağlayacak MCDM – ARAS modeli oluşturulabilir.

Stanujkic (2015) çalışmasında ARAS yönteminin, aralıklı bulanık sayıları (interval valued fuzzy numbers) kullanabilmesinden dolayı, gerçek dünya problemlerini çözmek için daha uygun olabileceğini ileri sürmektedir. Ayrıca, gerçek dünyadaki karar verme sorunlarının karmaşıklığının üstesinden gelebilmek için, linguistic değişkenlerin kullanımının yanı sıra grup kararı alma yaklaşımının da benimsenmesi gerektiğini söylemektedir. Aralıklı bulanık sayıların (interval-valued fuzzy numbers) kullanımı, karmaşık problemleri, özellikle de tahminle ilişkili problemleri çözme durumunda avantajlara sahip olduğunu söylemektedir. Bu nedenle, ARAS yönteminin etkili ve kullanımı kolay bir prosedürü olmasının yanı sıra, aralık değerli üçgen bulanık sayıların (interval-valued triangular fuzzy numbers) kullanımına olanak sağlaması dikkate değerdir. Bu çerçevede, ARAS yönteminin karmaşık karar verme problemlerinin, özellikle de bazı tahminlerle ilişkili problemlerin çözümünde önemli fırsatlar sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Turskis and Zavadskas (2010a) çalışmasında potansiyel bir tedarikçinin seçim sürecini anlatmaktadır. Bu seçim bir dizi kriterlere dayanmaktadır. Bu kriterler teslim fiyatı, finansal konum, üretim spesifikasyonları, standartlar ve ilgili sertifikalar ile ticari güç ve tedarikçinin performansınıdır. Değerlendirme kriterleri ve önemi paydaşların çıkarları ve hedefleri dikkate alınarak seçilir. Problemin çözümü, (gri kriter puanlı) yeni bir Katkı Oranı Değerlendirme (ARAS) yöntemi - ARAS-G yöntemi uygulanarak yapılmıştır. ARAS yöntemi karmaşık dünya fenomenlerinin basit görece karşılaştırmalar kullanılarak anlaşılabilirliği argümanına dayanmaktadır. ARAS-G yöntemiyle özellikle nitel değişkenler hakkındaki kesinlik ve net veri eksikliği gidermek amacıyla gri değerlerle revize edilmiş bir yöntemdir. Yöntem kullanıcılar için, gri değerleri uygulayarak alternatifleri değerlendirmek ve sıralamak ve alternatif puanlarını mümkün olan en ideal alternatifle karşılaştırmak için yeni bir olanak sağlamaktadır. Deneysel sonuç önerilen yöntemin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Dahooie, Zavadskas, Abolhasani, Vanaki, and Turskis (2018) çalışmasında sürdürülebilir kalkınma, çevresel etki ve insan refahı arasında bir denge bulmak, karmaşık sorunlarla başa çıkmak için amaçlar, riskler ve kısıtlamaları da içerisine alan yeni bir entegre model önermektedir. Uygulanan yöntemde optimal çözüm kavramı çok önemlidir. Model, literatürde yaygın olarak yer alan değişkenler kullanılarak oluşturulmuştur. Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA) yöntemi ve Katkı Oranı Değerlendirmesi (ARAS) Additive Ratio Assessment yöntemleri bütünleştirilmiştir. Çalışma önerilen yöntemin yararlı ve alternatif bir karar verme yöntemi olduğunu göstermektedir.

Dadalo, Turskis, Zavadskas and Dadeliene (2012) çalışmasında güvenlik personelinin performansını (ARAS) yöntemiyle değerlendirmiştir. Personel performansını tahmin etmek karmaşık bir sorundur. Seçkin güvenlik çalışanlarının temel becerilerini açıklayan beş kriterden oluşan basit bir set kullanılmıştır. Oysa ki, işçilerin performansı birçok kriterle açıklanmalıdır. Ölçüt ağırlıkları ve kümeleri farklı durumlara ve araştırmanın niteliğine göre değişebilir. Kullanılan yöntem veya bilim politika yapmak için kullanıldığında, farklı paydaşları, katılımcıları, hedefleri ve bakış açıları içeren kararların uygun bir şekilde yönetilmesini sağlar. Bu aynı zamanda tüm boyutları tek bir ölçü birliğine indirmenin imkansızlığını da ortadan kaldırır. Birden fazla kriter değerlendirmesi, ölçülemezlik ilkesinin uygulanması için güçlü bir çerçeve sağlar.

Reza and Majid (2013) çalışmasında online bankacılığa duyulan güvenin öncü göstergelerin ne olabileceğine dair kavramsal çerçeve ve operasyonel bir model sunulmuştur. ARAS kullanılarak, yapı ve karşılıklı ilişkiler tanımlanarak kalmamış, güven konusunda online bankacılığa etki eden temel kriterler de belirlenmiştir. Bunun için ilk olarak, çevrimiçi bankacılık için güven konularının öncüllerine vurgu yapan yeni bir model geliştirilmiştir. İkincisi, sıralama ölçütlerinde ve alt ölçütlerinde yine ARAS yöntemi uygulamışlardır. ARAS yöntemi karmaşık ve iç içe geçmiş problemlerle başa çıkabilir ve seçimleri belirlenen kriterlere

göre sıralayabilir. Sonuçlar, bu çalışmadaki en başarılı üç bankanın diğer bankalar için bir geçiş yolu olabileceğini göstermektedir.

Turskis and Zavadskas (2010b) çalışmasında lojistik merkezinin seçimi konusunda ARAS-F yöntemini uygulamışlardır. Lojistik merkezinin seçimi bir karar problemidir. Genel olarak MCDM'nin karar vermede sağladığı temel avantajlar karmaşık problemleri analiz etme olasılığı; değerlendirme sürecinde hem nicel hem de nitel kriterleri birleştirme olasılığı; kararların iyi kanıtı olasılığı; karar vericinin karar verme sürecine aktif olarak katılma olasılığı ve karar verme sürecinde esnek bilimsel yöntemlerin uygulanabilmesidir. Çalışmanın amacı, bir dizi alternatif arasından lojistik merkezi için en uygun yeri seçmek, paydaşların belirsiz bir ortamda performans değerlendirmesine yardımcı olmak, kriterlerin öznelliğinin ve belirsizliğinin üçgen bulanık sayılarla tanımlanmasıdır. Yeni önerilen ARAS-F yöntemine göre, uygulanabilir bir alternatifin karmaşık verimliliğini belirleyen fayda fonksiyonu değeri, bir projede ele alınan ana kriterlerin değerlerinin ve ağırlıklarının göreceli etkisi ile doğru orantılıdır. Buna göre Optimal bir alternatifin sahip oranının alternatifleri sıralamak ve alternatif projeleri iyileştirmenin yollarını bulmak istediği durumlarda kullanılabilir.

Kutut, Zavadskas and Lazauskas (2013) and (2014) çalışmalarında kültürel miras binalarının kültürel varlıkların restorasyonu veya bakımı için öncelik konusunda en iyi yöntemi bulmayı amaçlamaktadır. Bu tür binaların rehabilitasyonu, kültürel mirasın yönetimi için geçerli olan karmaşık teknik belgeler ve metodolojilerle karşı karşıyadır. En rasyonel çözümler, büyük miktarda bilgiyi içeren ve değerlendiren bilimsel yöntemler uygulanarak sağlanabilir. En uygun alternatifi belirlemek için karmaşık AHP ve ARAS yöntemleri kullanılmıştır. Uzman tahminlerinin önemi AHP yöntemiyle değerlendirilirken en uygun alternatifin belirlenmesi için ARAS yöntemi uygulanmıştır. ARAS yöntemi, seçilen kriterlere ve göreceli önemlerine göre en yüksek fayda derecesine sahip alternatifin belirlenmesi için uygulanmıştır. Bu yöntemlerin bütünleşmesi, kültürel miras uzmanlarının, kamu temsilcilerinin ve yatırımcıların seçilen binaların her birine yönelik tutumlarının değerlendirilmesine olanak tanımıştır. Sonuç olarak, bu tür çok kriterli yöntemlerin kullanılması, bir proje uygulama çözümü seçimi ile ilgili karar alma sürecinde tüm paydaş gruplarının görüşlerinin dikkate alınmasına olanak tanır.

Karabašević, Paunkovic and Stanujkić (2016) çalışmasında SWARA VE ARAS yöntemleri kullanılarak şirketleri kurumsal sosyal sorumluluk sıralamasına tabi tutmuşlardır. Kurumsal sosyal sorumluluk çerçevesinde, kurumsal sektörler ve şirketler, şirketin topluma ve faaliyet gösterdikleri topluma karşı imaj ve sorumluluğunu artırmak için “kurumsal sosyal sorumluluk” stratejisinin uygulanmasının önemini kabul etmişlerdir. Çok uluslu şirketler günlük faaliyet ve operasyonlarında sürdürülebilir kurumsal sosyal sorumluluk modellerine daha fazla önem vermektedir. Çalışmanın odak noktası kurumsal sosyal sorumluluk göstergelerini belirlemek ve şirketleri göstergelere göre sıralamaktır. Değerlendirme ve sıralama için önerilen çerçeve SWARA ve ARAS yöntemleridir. Önerilen çerçevenin kullanılabilirliği ve etkinliği açıklayıcı bir örnekte gösterilmiştir.

## 2.2. MOOSRA

Jagadish and Ray (2014) çalışmasında MOOSRA yönteminin uygulamaları bir vaka çalışmasıyla gösterilmektedir. Tüm imalat endüstrilerinde çevresel meseleler çok önemlidir, çünkü üretim sürecinde ciddi bir sorun yaratır. Her üretim sürecinde, kesme sıvısı (cutting fluid) çevre kirliliğinin anahtar kaynağıdır. Yeşil üretim (green manufacturing-GM) için en uygun kesme sıvısı seçimi çevre kirliliğinin azaltılması için esastır. Geleneksel seçim için düşünülen objektif faktörler iki türdür. Maliyet ve kalite. Ancak yeşil faktörler de GM açısından dikkate alınmalıdır. Çalışmanın amacı, çevresel etkiyi, maliyeti en aza indiren ve kaliteyi en üst düzeye çıkaran en iyi kesme sıvısını seçmektir. Çalışma basit oran analizi (MOOSRA) temelinde çok amaçlı bir optimizasyon olan yeni bir yöntem sunmaktadır.

Sarkar, Panja, Das and Sarkar (2015) çalışmasında geleneksel olmayan makine seçiminde etkin bir karar destek sisteminin geliştirilmesi konusunu incelemişlerdir. Çalışmada, bir uzman grubundan toplanan bilgilerin öznel olarak değerlendirilmesinde MOORA ve MOOSRA yönteminin kullanılması benimsenmiştir. Diğer karar verme senaryolarına etkili bir şekilde uygulanabilen bir örnek olay incelemesi gösterilmiştir. Yöntemin, yöneticiler için hesaplama açısından çok basit, kolay anlaşılabilir olduğu aynı zamanda çok sayıda öznel özelliğe sahip olduğu düşünülmektedir. Yaptıkları çalışmayla sıralama değerlerinin, bir kuruluşun yöneticilerine, geleneksel olmayan bir makine seçmeleri için iyi rehberlik sağlaması gerektiğini beklenmektedirler. Ayrıca, geleneksel olmayan makine üreticileri için içsel bir öngörü sağlayacaktır.

Adalı and Işık (2017) çalışmasında dizüstü bilgisayar seçimini çok amaçlı karar verme sorunu MULTIMOORA ve MOOSRA yöntemleri ile ele almaktadırlar. Karar verme süreci, alternatifler için çelişen hedeflerin değerlerini ve karar vericilerin ihtiyaçlarına göre en iyi alternatifin seçilmesini gerektirir. Çok amaçlı optimizasyon yöntemleri bu seçim için çözüm sağlayabilir. MOORA yönteminin prosedürü, çeşitli kriterlere göre alternatiflerin genel performansını üretir. Ayrıca, seçim sürecinin öznel kısmını yansıtmaktadır. MOOSRA yöntemi ise, MOORA yönteminin tüm avantajlarına sahiptir. Buna ilaveten bazı önemli avantajları da vardır. En önemli avantajı sonuçların pozitif veya negatif olma olasılığını ortadan kaldırmasıdır.

MULTIMOORA ve MOOSRA yöntemleri diğer karar verme problemlerinde olduğu gibi çok sayıda kriter ve alternatiflere uygulanabilme olanağı sağlar.

### 3. ÇALIŞMANIN AMACI VE KAPSAMI

Bu çalışmanın temel amacı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden biri olan ARAS ve MOOSRA performans sıralama sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Çalışmada objektif ağırlıklandırma teknikleri (karar kriterlerin önem dereceleri) olarak CRITIC ve ENTROPY yöntemleri kullanılmıştır. Uygulama aşamasında Amerika Kıtasında yer alan 31 ülkenin 2020 yılı makroekonomik verileri kullanılmıştır. Bunlar; ekonomik büyüme (GDP Growth Rate (%)), satın alma gücüne göre kişi başına milli gelir (GDP per Capita (PPP)), doğrudan yabancı yatırım (FDI Inflow (Millions)), işsizlik (Unemployment (%)), enflasyon (Inflation (%)) ve kamu borcu (Public Debt (% of GDP)) verileridir. Çalışmada kullanılan veriler Ekonomik Özgürlük Endeks (Economic Freedom Index) sayfasından alınmıştır. Veriler arasındaki uyumu sağlamak için satın alma gücüne göre kişi başına milli gelir ve doğrudan yabancı yatırımların logaritması alınarak işleme konulmuştur. Kullanılan karar matrisi 31\*6 tipinde bir matristir.

### 4. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

#### 4.1. ADDITIVE RATIO ASSESSMENT (ARAS) METHOD

Bir MCDM problemi, her biri aynı anda dikkate alınması gereken farklı karar kriterleri açısından açıkça tanımlanmış olan sınırlı sayıda karar alternatifini sıralama göreviyle ilgilidir. ARAS yöntemine göre, uygulanabilir bir alternatifin karmaşık nispi etkinliğini belirleyen bir fayda fonksiyon değeri, ele alınan ana kriterlerin değer ve ağırlıklarının nispi etkisi ile doğru orantılıdır. Alternatiflerin öncelikleri, fayda fonksiyon değerine göre belirlenebilir. Bu yöntem kullanıldığında karar alternatiflerini değerlendirmek ve sıralamak mümkün olabilir. Alternatif fayda derecesi, analiz edilen değişkenin ideal olarak en iyisi ile karşılaştırılması ile belirlenir. Optimal bir alternatif ile oranın alternatifleri sıralamak ve alternatif projeyi iyileştirmenin yollarını bulmak istediği durumlarda kullanılabilir. ARAS yöntemi, bir sıralama bulmak için optimallik derecesi kavramını kullanır. Her bir alternatifte göre ölçütlerin normalleştirilmiş ağırlıklı değerlerinin toplamı, en iyi alternatifin normalleştirilmiş ağırlıklı değerlerinin toplamına bölünmesiyle elde edilir. ARAS yöntemin metodolojik açıklamaları ve hesaplamaları için Zavadskas ve Turskis (2010a, s.159-172) ve Zavadskas, Turskis, ve Vilutiene, (2010b, s. 123-141) kullanılmıştır.

Adım 1. Karar verme matrisinin belirlenmesidir.

$$X = \begin{pmatrix} x_{01} & \dots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n}. \quad (1)$$

n, matris gösteriminde MCDM ile çözülmesi gereken herhangi bir problemi göstermektedir. m alternatifleri, n kriterleri göstermektedir.

J kriterinin optimal değeri bilinmiyorsa, o zaman, minimum ve maksimum değerleri için

$$x_{0j} = \max_i x_{ij}, \text{ eğer } \max_i x_{ij} \text{ tercih edilir.}$$

$$x_{0j} = \min_i x_{ij}^*, \text{ eğer } \min_i x_{ij}^* \text{ tercih edilir.}$$

(2)

Genellikle,  $x_{ij}$  performans değerleri ve  $w_j$  ölçüt ağırlıkları karar verme matrisinin (decision-making matrix-DMM) girdileri olarak görüntülenir. Bilgiler, ilgili taraflar tarafından hedefler ve fırsatlar dikkate alınarak düzeltilir.

Adım 2. Normalize Edilmiş Karar Matrisi Oluşturulur. Bunun için matris X'in  $x_{ij}$  değerleri normalize edilir.

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} \bar{x}_{01} & \dots & \bar{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{pmatrix}; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Buna göre tercih edilen değerleri maksimum olan kriterler aşağıdaki gibi normalleştirilir.

$$\bar{X}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m X_{ij}} \quad (4)$$

Tercih edilen değerleri minimum olan kriterler iki aşamalı prosedür uygulanarak normalleştirilir.

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m X_{ij}} \quad (5)$$

Adım 3. Normalleştirilmiş Ağırlıklı Matrisi tanımlanır.

$0 < w_j < 1$  ağırlıklarıyla kriterleri değerlendirmek mümkündür. Sadece iyi yapılandırılmış ağırlıklar kullanılmalıdır çünkü ağırlıklar her zaman öznel ve çözümlü etkiler. Ağırlık  $w_j$  değerleri genellikle uzman değerlendirme yöntemi ile belirlenir.  $w_j$  ağırlıklarının toplamı 1'e eşittir.

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (6)$$

$$\hat{X} = \begin{pmatrix} \hat{x}_{01} & \dots & \hat{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \dots & \hat{x}_{mn} \end{pmatrix}; i = \overline{0, m}; j = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Tüm kriterlerin normalleştirilmiş ağırlıklı değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} w_j; i = \overline{0, m}, \quad (8)$$

burada  $w_j$ ,  $j$  ölçütünün ağırlığı (önemi) ve  $x_{ij}$ ,  $j$  ölçütünün normalleştirilmiş derecelendirmesidir. Optimal fonksiyon değerleri şu şekilde belirlenir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; i = \overline{0, m}, \quad (9)$$

burada  $S_i$ ,  $i$  alternatifinin optimallik fonksiyonunun değeridir.

En büyük değer en iyisidir ve en küçük olanı en kötüsüdür. Hesaplama işlemi göz önüne alındığında,  $S_i$  optimallik fonksiyonunun, araştırılan kriterlerin  $X_{ij}$  değerleri ve ağırlıkları ile nihai sonuç üzerindeki göreceli etkisi ile doğrudan ve orantılı bir ilişkisi vardır. Bu nedenle, optimallik fonksiyonunun  $S_i$  değeri ne kadar büyük olursa, alternatif o kadar etkili olur.

Alternatiflerin öncelikleri  $S_i$  değerine göre belirlenebilir. Sonuç olarak, bu yöntem kullanıldığında karar alternatiflerini değerlendirmek ve sıralamak mümkündür.

Alternatif fayda derecesi, analiz edilen değişkenin ideal olarak en iyi  $S_0$  ile karşılaştırılmasıyla belirlenir. Alternatif bir  $a_i$ 'nin kullanım derecesi  $K_i$ 'nin hesaplanması için kullanılan denklem aşağıda verilmiştir:

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; i=0, m, \quad (10)$$

burada  $S_i$  ve  $S_0$ , Denklem (9) 'dan elde edilen optimallik kriter değerleridir. Hesaplanan  $K_i$  değerlerinin  $[0, 1]$  aralığındadır.

#### 4.2. MULTI-OBJECTIVE OPTIMISATION ON THE BASIS OF SIMPLE RATIO ANALYSIS (MOOSRA) METHOD

MOOSRA yönteminin temelinde MOORA yöntemi yer alır. MOOSRA yöntemi MOORA yöntemiyle benzer özellikler göstermektedir. Bu çevrede, MOORA yönteminin temel varsayımları MOOSRA yöntemi için de geçerlidir. Ancak MOORA ile karşılaştırıldığında daha güçlü bir açıklama gücüne sahiptir. MOORA yönteminde her bir alternatifin genel performans puanı, sırasıyla faydalı ve faydalı olmayan kriterlerin toplam puanları arasındaki farklar alınarak hesaplanır. Sonuçlar pozitif veya negatif olabilir. Negatif değerlerden kaçınmak için, MOOSRA yöntemi, faydalı ve faydalı olmayan kriterlerin genel puanlarının oranını kullanır. Böylece MOORA'da görülebilecek negatif performans puan olasılığı bu yöntemde görülmez. Ayrıca, MOOSRA yönteminde hesaplama süresi kısa matematiksel işlemler sayısı azdır. MOOSRA yöntemin metodolojik açıklamaları ve hesaplamaları için Jagadish ve Ray (2014, s. 559-563) kullanılmıştır.

Adım 1. Kriterlerin ve alternatiflerin listelendiği karar matrisinin oluşturulmasıyla başlar.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{2m} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{3m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ X_{n1} & X_{n2} & X_{n3} & \cdot & \cdot & \cdot & X_{nm} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Burada, ölçütler  $X_1, X_2, \dots, X_n$  ile gösterilir.

Adım 2. Niteliklerin değerini 0-1 aralığına dönüştürme işlemine normalleştirme denir ve çok öznitelikli karar verme yöntemlerinde, bir karar matrisindeki farklı veri ölçüm birimleriyle performans derecelendirmesini uyumlu bir birime dönüştürmek gerekir. MOOSRA yönteminde bulanık karar matrisinin elemanları aşağıdaki denklem kullanılarak normalleştirilir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}} \quad (12)$$

Burada, ölçüt değeri  $x_{ij}$ 'nin normalleştirilmiş performansı temsil eder.

Adım 3. Alternatiflerin Performansının Belirlenmesi.

Tüm alternatiflerin performans puanı  $Y_i$  aşağıdaki denklem kullanılarak, faydalı kriterlerin ağırlıklı toplamının, faydalı olmayan kriterlerin ağırlıklı toplamına basit oranı olarak hesaplanır.

$$Y_i = \frac{\sum_{j=1}^g W_j X_{ij}^*}{\sum_{j=g+1}^g W_j X_{ij}^*} \quad (13)$$

Burada g maksimize edilecek karar değişkeni gösterirken (g-n) minimize dileyen değişkeni göstermektedir. Yi sıralaması, alternatiflerin sıralamasını gösterir.

Bazı durumlarda, özelliklerin eşit derecede önemli olduğunu düşünürsek, optimizasyon formülü

$$Y_i = \frac{\sum_{j=1}^g X_{ij}^*}{\sum_{j=g+1}^g X_{ij}^*} \quad (14)$$

## 5. CRITIC VE ENTROPY TABANLI ARAS VE MOOSRA UYGULAMASI

### 5.1. ARAS YÖNTEMİ<sup>1</sup>

Uygulamanın ilk aşamasında karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi Tablo 1’de gösterilmiştir. Karar matrisi 31 alternatiften ve 6 kriterden oluşan 31x6 tipinde bir matristir. Amaç fonksiyonunda kriterler C1; ekonomik büyüme, maksimum (GDP Growth Rate (%)), C2; satın alma gücü paritesine göre kişi başına milli gelir, maksimum (GDP per Capita (PPP)), C3; doğrudan yabancı yatırım, maksimum (FDI Inflow (Millions)), C4; işsizlik, minimum (Unemployment (%)), C5; enflasyon, minimum (Inflation (%)), C6; kamu borcu, minimum Public Debt (% of GDP) olarak belirlenmiştir. Optimal değerler olarak her bir kriterin maksimumsa en büyük değeri, minimumsa en küçük değeri kullanılmıştır. İkinci aşamada, normalize edilmiş karar matrisi değerleri elde edilmiştir. Üçüncü aşamada, ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiştir. Dördüncü aşamada, optimal fonksiyon değerleri elde edilmiştir.

Tablo 2 çalışmada kullanılan CRITIC ve ENTROPY yöntemlerinden elde edilen kriter ağırlıklarını göstermektedir. Tablo 3 alternatiflerin CE-ARAS yöntemine göre aldıkları performans değerlerini göstermektedir. Tablo 4 alternatiflerin CE-ARAS yöntemi sıralama değerlerini göstermektedir. Tablo 4 incelendiğinde sıralama değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülür. Buna göre CARAS ve EARAS yöntemlerine göre en iyi sıralama performansı gösteren ilk beş ülke sırasıyla Belize, Panama, Peru, Guantemala ve Donika ülkeleridir.

**Tablo 1: Karar Matrisi: Ham Veriler**

Ülkeler	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Arjantin	-2,5	4,3	4,1	9,5	34,3	86,3
Bahama	2,3	4,5	3,0	11,9	2,2	61,0
Barbados	-0,5	4,3	2,3	9,6	3,6	124,5
Belize	3,0	3,9	2,1	9,4	0,3	94,8
Bolivya	4,3	3,9	2,4	3,3	2,3	53,9
Brezilya	1,1	4,2	4,8	12,5	3,7	87,9
Kanada	1,8	4,7	4,6	5,9	0,9	90,6
Şili	4,0	4,4	3,9	7,2	2,3	25,6
Kolombiya	2,7	4,2	4,0	9,1	3,2	50,5

<sup>1</sup> Çok kriterli karar verme yöntemleri çok sayıda sıralı matris çarpımına dayanmaktadır. Çalışmada 31x6 tipinde bir matris kullanılmıştır. Her işlemde buna ilişkin bir matris formunun çalışmaya eklenmesi çalışmada çok yer kaplamaktadır. Bu yüzden sonuç matrislerine yer verilmiştir.



Kosta Rika	2,7	4,2	3,3	8,1	2,3	53,5
Küba	2,3	4,1	3,2	2,3	6,9	51,0
Donika	-12,0	4,0	1,6	0,0	1,4	83,1
Dominik Cumhuriyeti	7,0	4,3	3,4	5,8	3,6	41,6
Ekvator	1,1	4,1	3,1	3,9	-0,2	46,1
El Salvador	2,5	3,9	2,9	4,4	1,1	67,1
Guatemala	3,1	3,9	3,0	2,7	3,8	24,5
Guyana	3,4	3,9	2,7	12,2	1,3	57,0
Haiti	1,5	3,3	2,0	13,5	13,5	33,0
Honduras	3,7	3,7	3,1	4,1	4,3	40,3
Jamaika	1,4	4,0	2,9	9,5	3,7	99,4
Meksika	2,0	4,3	4,5	3,3	4,9	53,6
Nikaragua	-4,0	3,8	2,6	4,5	5,0	37,2
Panama	3,9	4,4	3,7	3,9	0,8	39,4
Paraguay	3,7	4,1	2,7	4,7	4,0	21,6
Peru	4,0	4,2	3,8	2,8	1,3	26,8
Saint Lucia	1,0	4,2	2,1	20,9	1,9	66,8
Saint Vincent ve Grenadines	2,0	4,1	2,0	19,8	2,4	73,1
Suriname	2,0	4,2	2,3	7,6	6,9	69,6
Trinidad ve Tobago	0,3	4,5	2,6	2,8	1,1	45,3
Amerika Birleşik Devletleri	2,9	4,8	5,4	3,9	2,4	105,8
Uruguay	2,1	4,4	2,8	8,0	7,6	70,0

Tablo 2: Critic ve Entropy Ağırlık Değerleri

CRITIC W	0,1929	0,1482	0,1486	0,1710	0,1747	0,1647
ENTROPY W	0,1598	0,1670	0,1672	0,1682	0,1703	0,1675

Tablo 3: Alternatiflerin CE-ARAS Yöntemine Göre Aldıkları Performans Değerleri

CRITIC ARAS	S <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>	ENTROPY ARAS	S <sub>i</sub>	K <sub>i</sub>
Arjantin	0,892	0,229	Arjantin	1,129	0,281
Bahama	1,043	0,268	Bahama	1,510	0,376
Barbados	0,676	0,173	Barbados	0,999	0,249
Belize	2,417	0,620	Belize	4,308	1,073
Bolivya	1,327	0,340	Bolivya	2,035	0,507
Brezilya	0,946	0,243	Brezilya	1,275	0,317
Kanada	1,479	0,379	Kanada	2,287	0,569
Şili	1,470	0,377	Şili	2,208	0,550
Kolombiya	1,113	0,285	Kolombiya	1,572	0,392
Kosta Rika	1,132	0,290	Kosta Rika	1,655	0,412

Küba	1,287	0,330	Küba	2,002	0,499
Donika	1,490	0,382	Donika	1,970	0,491
Dominik Cumhuriyeti	1,416	0,363	Dominik Cumhuriyeti	1,968	0,490
Ekvator	-1,231	-0,316	Ekvator	-2,954	-0,736
El Salvador	1,390	0,356	El Salvador	2,225	0,554
Guatemala	1,510	0,387	Guatemala	2,425	0,604
Guyana	1,227	0,315	Guyana	1,864	0,464
Haiti	0,806	0,207	Haiti	1,214	0,302
Honduras	1,232	0,316	Honduras	1,841	0,459
Jamaika	0,829	0,213	Jamaika	1,168	0,291
Meksika	1,252	0,321	Meksika	1,850	0,461
Nikaragua	1,198	0,307	Nikaragua	1,791	0,446
Panama	1,878	0,482	Panama	3,039	0,757
Paraguay	1,412	0,362	Paraguay	2,209	0,550
Peru	1,822	0,467	Peru	2,932	0,730
Saint Lucia	0,874	0,224	Saint Lucia	1,325	0,330
Saint Vincent ve Grenadines	0,858	0,220	Saint Vincent ve Grenadines	1,251	0,311
Suriname	0,841	0,216	Suriname	1,189	0,296
Trinidad ve Tobago	1,489	0,382	Trinidad ve Tobago	2,540	0,633
Amerika Birleşik Devletleri	1,353	0,347	Amerika Birleşik Devletleri	1,915	0,477
Uruguay	0,879	0,225	Uruguay	1,213	0,302

Tablo 4: Alternatiflerin CE-ARAS Yöntem Sıralama Değerleri

CARAS-Ki: SIRALAMA			EARAS-Ki: SIRALAMA		
Belize	0,620	1	Belize	0,612	1
Panama	0,482	2	Panama	0,470	2
Peru	0,467	3	Peru	0,455	3
Guatemala	0,387	4	Donika	0,400	4
Donika	0,382	5	Guatemala	0,374	5
Trinidad ve Tobago	0,382	6	Şili	0,364	6
Kanada	0,379	7	Trinidad ve Tobago	0,364	7
Şili	0,377	8	Kanada	0,362	8
Dominik Cumhuriyeti	0,363	9	Dominik Cumhuriyeti	0,361	9
Paraguay	0,362	10	Paraguay	0,351	10
El Salvador	0,356	11	El Salvador	0,346	11
ABD	0,347	12	Bolivya	0,335	12
Bolivya	0,340	13	ABD	0,330	13
Küba	0,330	14	Küba	0,317	14
Meksika	0,321	15	Honduras	0,307	15

Honduras	0,316	16	Guyana	0,307	16
Guyana	0,315	17	Meksika	0,304	17
Nikaragua	0,307	18	Nikaragua	0,300	18
Kosta Rika	0,290	19	Kosta Rika	0,278	19
Kolombiya	0,285	20	Kolombiya	0,272	20
Bahama	0,268	21	Bahama	0,255	21
Brezilya	0,243	22	Brezilya	0,224	22
Arjantin	0,229	23	Arjantin	0,216	23
Uruguay	0,225	24	Uruguay	0,214	24
Saint Lucia	0,224	25	Saint Lucia	0,212	25
Saint Vincent Grenadines	0,220	26	Saint Vincent Grenadines	0,211	26
Suriname	0,216	27	Suriname	0,205	27
Jamaika	0,213	28	Jamaika	0,200	28
Haiti	0,207	29	Haiti	0,196	29
Barbados	0,173	30	Barbados	0,157	30
Ekvator	-0,316	31	Ekvator	-0,329	31

## 5.2. MOOSRA YÖNTEMİ

Uygulamanın ilk aşamasında karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi Tablo 1’de gösterilmiştir. Karar matrisi 31 alternatiften ve 6 kriterden oluşan 31x6 tipinde bir matristir. İkinci aşamada, karar matrisi normalize edilmiştir. Üçüncü aşamada, ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi elde edilmiştir. Dördüncü aşamada, alternatiflerin MOOSRA yöntemine göre sıralanması yapılmıştır. Tablo 5 alternatiflerin CE- MOOSRA Yöntemine Göre Aldıkları Performans Değerleri göstermektedir. Tablo 6 alternatiflerin CE-MOOSRA yöntemine göre aldıkları sıralama değerlerini göstermektedir. Tablo 6 incelendiğinde sıralama değerlerinin birbirine çok yakın olduğu görülür. Buna göre CMOOSRA ve EMOOSRA yöntemlerine göre en iyi sıralama performansı gösteren ilk beş ülke sırasıyla Peru, Donika, Panama, Dominik ve Guatemala ülkeleridir.

**Tablo 5: Alternatiflerin CE-MOOSRA Yöntemine Göre Aldıkları Performans Değerleri**

CRITIC MOOSRA	g	g+1	Yi	ENTROPY MOOSRA	g	g+1	Yi
Arjantin	0,02	0,14	0,12	Arjantin	0,13	0,15	0,85
Bahama	0,01	0,02	0,80	Bahama	0,01	0,03	0,18
Barbados	0,01	0,03	0,28	Barbados	0,02	0,03	0,59
Belize	0,01	0,02	0,61	Belize	0,01	0,03	0,39
Bolivya	0,02	0,00	3,19	Bolivya	0,00	0,02	0,20
Brezilya	0,02	0,02	0,72	Brezilya	0,01	0,04	0,29
Kanada	0,02	0,01	1,37	Kanada	0,01	0,03	0,34
Şili	0,02	0,01	3,91	Şili	0,00	0,02	0,05
Kolombiya	0,02	0,01	1,54	Kolombiya	0,00	0,03	0,16
Kosta Rika	0,01	0,01	1,53	Kosta Rika	0,00	0,02	0,18
Küba	0,01	0,01	1,41	Küba	0,01	0,02	0,40
Donika	0,07	0,01	8,53	Donika	0,01	0,08	0,10
Dominik Cumhuriyeti	0,03	0,01	5,77	Dominik Cumhuriyeti	0,00	0,04	0,09
Ekvator	0,01	0,00	2,59	Ekvator	0,00	0,01	0,20

El Salvador	0,01	0,01	1,59	El Salvador	0,01	0,02	0,31
Guatemala	0,01	0,00	4,83	Guatemala	0,00	0,02	0,14
Guyana	0,01	0,01	0,88	Guyana	0,00	0,03	0,15
Haiti	0,01	0,03	0,18	Haiti	0,02	0,04	0,51
Honduras	0,01	0,01	2,86	Honduras	0,00	0,02	0,20
Jamaika	0,01	0,02	0,45	Jamaika	0,01	0,03	0,47
Meksika	0,02	0,01	2,41	Meksika	0,01	0,02	0,26
Nikaragua	0,01	0,01	2,56	Nikaragua	0,00	0,02	0,21
Panama	0,02	0,00	6,22	Panama	0,00	0,02	0,09
Paraguay	0,01	0,00	3,85	Paraguay	0,00	0,02	0,12
Peru	0,02	0,00	11,68	Peru	0,00	0,02	0,05
Saint Lucia	0,01	0,04	0,20	Saint Lucia	0,01	0,04	0,13
Saint Vincent ve Grenadines	0,01	0,04	0,23	Saint Vincent ve Grenadines	0,01	0,04	0,16
Suriname	0,01	0,01	0,61	Suriname	0,01	0,02	0,45
Trinidad ve Tobago	0,01	0,00	2,76	Trinidad ve Tobago	0,00	0,01	0,22
Amerika Birleşik Devletleri	0,02	0,02	1,52	Amerika Birleşik Devletleri	0,01	0,04	0,37
Uruguay	0,01	0,02	0,66	Uruguay	0,01	0,03	0,43

Tablo 6: Alternatiflerin CE-MOOSRA Yöntem Sıralama Değerleri

CMOOSRA-Yi: SIRALAMA			EMOOSRA-Yi: SIRALAMA		
Peru	11,683	1	Peru	11,413	1
Donika	8,526	2	Donika	8,159	2
Panama	6,219	3	Panama	6,089	3
Dominik Cumhuriyeti	5,766	4	Dominik Cumhuriyeti	5,548	4
Guatemala	4,825	5	Guatemala	4,694	5
Şili	3,911	6	Şili	3,817	6
Paraguay	3,855	7	Paraguay	3,736	7
Bolivya	3,185	8	Bolivya	3,091	8
Honduras	2,862	9	Honduras	2,780	9
Trinidad ve Tobago	2,764	10	Trinidad ve Tobago	2,752	10
Ekvator	2,590	11	Ekvator	2,574	11
Nikaragua	2,560	12	Nikaragua	2,474	12
Meksika	2,406	13	Meksika	2,373	13
El Salvador	1,589	14	El Salvador	1,565	14
Kolombiya	1,538	15	Kolombiya	1,514	15
Kosta Rika	1,529	16	Amerika Birleşik Devletleri	1,509	16
Amerika Birleşik Devletleri	1,525	17	Kosta Rika	1,503	17
Küba	1,410	18	Küba	1,380	18
Kanada	1,366	19	Kanada	1,356	19

Guyana	0,885	20	Guyana	0,863	20
Bahama	0,800	21	Bahama	0,788	21
Brezilya	0,720	22	Brezilya	0,715	22
Uruguay	0,662	23	Uruguay	0,650	23
Belize	0,612	24	Belize	0,598	24
Suriname	0,606	25	Suriname	0,595	25
Jamaika	0,453	26	Jamaika	0,449	26
Barbados	0,279	27	Barbados	0,278	27
Saint Vincent ve Grenadines	0,234	28	Saint Vincent ve Grenadines	0,230	28
Saint Lucia	0,196	29	Saint Lucia	0,194	29
Haiti	0,178	30	Haiti	0,174	30
Arjantin	0,116	31	Arjantin	0,113	31

## 6. CE-ARAS VE CE-MOOSRA YÖNTEMLERİNİN PERFORMANS SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Bu karşılaştırmanın yapılabilmesi için uygulama sonucundan elde edilen performans değerleri Spearman Korelasyon yaklaşımıyla incelenmiştir. Bu ilişki Tablo 7'de gösterilmiştir. Tablo 7 incelendiğinde kullanılan yöntemler ve elde edilen değerler arasında pozitif yönlü kuvvetli bir ilişkinin varlığı görülür. Buna göre ARAS ve MOOSRA yöntemlerinin performans sıralama sonuçları birbirlerine çok yakın sonuçlar vermektedir. Aralarında tam korelasyon ilişkisi vardır. Bu durum iki yöntemin bir biri yerine kullanılabileceğini göstermektedir. Bulunan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlıdır.

**Tablo 7: Performans Değerleri Arasındaki İlişki**

Korelasyonlar						
			CARAS	EARAS	CMOOSRA	EMOOSRA
Spearman's rho	CARAS	Korelasyon katsayısı	1.000	1.000**	1.000**	1.000**
		Sig. (2-tailed)	.	.000	.000	.000
		N	31	31	31	31
	EARAS	Korelasyon katsayısı	1.000**	1.000	1.000**	1.000**
		Sig. (2-kuyruklu)	.000	.	.000	.000
		N	31	31	31	31
	CMOOSRA	Korelasyon katsayısı	1.000**	1.000**	1.000	1.000**
		Sig. (2-kuyruklu)	.000	.000	.	.
		N	31	31	31	31
	EMOOSRA	Korelasyon katsayısı	1.000**	1.000**	1.000**	1.000
		Sig. (2-kuyruklu)	.000	.000	.	.
		N	31	31	31	31

\*\* . Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır (2-uçlu).

## 7. SONUÇ

Çalışmanın temel amacı çok kriterli karar verme yöntemleri arasında yer alan ARAS VE MOOSRA yöntemlerinin performans sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Çalışmada ağırlıklandırma ölçütleri olarak CRITIC ve ENTOPY yöntemleri uygulanmıştır. Uygulama aşamasından üç önemli sonuç elde edilmiştir. Birincisi, CRITIC ve ENTOPY ağırlıklandırma ölçütleriyle yapılan ARAS yöntemi performans sıralamasında birbirine çok yakın sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla, ARAS yöntemi kullanılan bir çalışmada ağırlıklandırma ölçütleri arasında seçim problemi yaşanmaz. İkincisi, CRITIC ve ENTOPY ağırlıklandırma ölçütleriyle yapılan MOOSRA yöntemi performans sıralamasında birbirine çok yakın sonuçlar vermektedir. Dolayısıyla, MOOSRA yöntemi kullanılan bir çalışmada ağırlıklandırma ölçütleri arasında seçim problemi yaşanmaz. Üçüncüsü ARAS ve MOOSRA yöntemleri performans sıralama sonuçları birbirine çok yakındır. Aralarında tam korelasyon ilişkisi vardır. Buna göre, çok kriterli karar verme probleminin çözümü şamasında iki yöntemden hangisinin seçileceği sorunu ortadan kalkar. Bulunan sonuçlar istatistiksel olarak anlamlıdır.

## KAYNAKÇA

- Adalı, E. A., & Işık, A. T. (2017). The Multi-Objective Decision Making Methods Based on MULTIMOORA and MOOSRA for the Laptop Selection Problem. *Journal of Industrial Engineering International*, 13(2), 229-237. DOI 10.1007/s40092-016-0175-5
- Dadelo, S., Turskis, Z., Zavadskas, E. K., & Dadelienė, R. (2012). Multiple Criteria Assessment of Elite Security Personal on the Basis of ARAS and Expert Methods. *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 46(4), 65-88.
- Dahooie, J. H., Zavadskas, E. K., Abolhasani, M., Vanaki, A., & Turskis, Z. (2018). A Novel Approach for Evaluation of Projects Using an Interval-Valued Fuzzy Additive Ratio Assessment (ARAS) Method: A Case Study of Oil and Gas Well Drilling Projects. *Symmetry*, 10(2), 45. DOI:10.3390/sym10020045
- Jagadish & Ray, A. (2014). Green Cutting Fluid Selection Using MOOSRA Method. *International Journal of Research in Engineering and Technology*. 3(3), 559-563.
- Karabašević, D., Paunković, J., & Stanujkić, D. (2016). Ranking of Companies According to the Indicators of Corporate Social Responsibility Based on SWARA and ARAS Methods. *Serbian Journal of Management*, 11(1), 43-53. DOI:10.5937/sjm11-7877
- Kutut, V., Zavadskas, E. K., & Lazauskas, M. (2013). Assessment of Priority Options for Preservation of Historic City Centre Buildings Using MCDM (ARAS). *Procedia Engineering*, 57, 657-661. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.04.083
- Kutut, V., Zavadskas, E. K., & Lazauskas, M. (2014). Assessment of Priority Alternatives for Preservation of Historic Buildings Using Model Based on ARAS and AHP Methods. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 14(2), 287-294. DOI.org/10.1016/j.acme.2013.10.007
- Reza, S., & Majid, A. (2013). Ranking Financial Institutions Based on of Trust in online Banking Using ARAS and ANP Method. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 6(4), 415-423.
- Sarkar, A., Panja, S. C., Das, D., & Sarkar, B. (2015). Developing an Efficient Decision Support System for Non-Traditional Machine Selection: An Application of MOORA and MOOSRA. *Production & Manufacturing Research*, 3(1), 324-342. DOI.org/10.1080/21693277.2014.895688
- Stanujkić, D. (2015). Extension of the ARAS Method for Decision-Making Problems with Interval-Valued Triangular Fuzzy Numbers. *Informatica*, 26(2), 335-355. DOI.org/10.15388/Informatica.2015.51
- Stanujkić, D., & Jovanović, R. (2012). Measuring a Quality of Faculty Website Using ARAS Method. In *Proceeding of the International Scientific Conference Contemporary Issues in Business, Management and Education* (pp. 545-554). DOI.10.3846/cibme.2012.45
- Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010a). A Novel Method for Multiple Criteria Analysis: Grey Additive Ratio Assessment (ARAS-G) method. *Informatica*, 21(4), 597-610.
- Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010b). A New Fuzzy Additive Ratio Assessment Method (ARAS-F). Case Study: The Analysis of Fuzzy Multiple Criteria in order to Select the Logistic Senters Location. *Transport*, 25(4), 423-432. DOI.org/10.3846/transport.2010.52
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010a). april A New Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Multicriteria Decision-Making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159-172. DOI. 10.3846/tede.2010.10
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Vilutiene, T. (2010b). Multiple Criteria Analysis of Foundation Instalment Alternatives by Applying Additive Ratio Assessment (ARAS) Method. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 10(3), 123-141.