

PAPER DETAILS

TITLE: Türkiye'deki Büyüksehirlerin Çevresel Performanslarinin Entropi Temelli COPRAS ve ARAS Yöntemleri ile Degerlendirilmesi

AUTHORS: Onur AKÇAKAYA,Ezgi Dilan URMAK AKÇAKAYA

PAGES: 1437-1473

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/723703>

Türkiye'deki Büyükşehirlerin Çevresel Performanslarının Entropi Temelli COPRAS ve ARAS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

DOI: 10.26466/opus.556278

*

Onur Akçakaya* - Ezgi Dilan Urmak Akçakaya**

* Dr. Öğr. Üyesi. Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ardahan/Türkiye

E-Posta: onurakcakaya@ardahan.edu.tr

ORCID: [0000-0002-7328-5380](https://orcid.org/0000-0002-7328-5380)

**Arş. Gör. Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ardahan/Türkiye

E-Posta: ezgidilanurmak@ardahan.edu.tr

ORCID: [0000-0003-3472-1837](https://orcid.org/0000-0003-3472-1837)

Öz

Hızlı kentleşme günümüz kentlerinde toplumsal, ekonomik ve kültürel sorunların yanında çevresel sorunlara da neden olmaktadır. Özellikle büyükşehirler çevresel ve ekolojik tehditlerden en fazla etkilenen yerleşmelerdir. Çevre kirliliği ve ekolojik bozulma gibi tehditleri fırsata çevirmeyi başarabilen kentler, küresel ölçekte diğer rakiplerinin önüne geçmektedir. Sürdürülebilir bir kent yaratma sürecinde çevresel performansın ölçülmesi büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada, büyükşehirlerimizin çevresel performanslarının değerlendirilmesi ve bu alandaki farkındalığın artırılması amaçlanmıştır. Değerlendirmede çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır. Kullanılan kriterlerin belirlenmesinde literatür, uzman görüşleri ve verilerin erişilebilirliği etkili olmuştur. Değerlendirmede kullanılan kriterler, atık su arıtma tesisi sayısı, atık su arıtma tesislerinde arıtılan kişi başı atık su miktarı (Bin M3/Yıl), belediyelerde deşarj edilen kişi başı günlük atık su miktarı (Litre/Kişi-Gün), kişi başı çekilen günlük su miktarı (Litre/Kişi-Gün), kişi başı ortalama belediye atık miktarı (Kg/Kişi-Gün), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (Kişi başı Bin M3/Yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı, içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan kişi başı su miktarı (Bin M3/Yıl), içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen kişi başı yeraltı suyu miktarı (Bin M3/Yıl), içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen kişi başı yüzey suyu miktarı (Bin M3/Yıl) ve partikül madde olmak üzere 11 tanedir. Entropi yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış, COPRAS ve ARAS yöntemleri ile büyükşehirlerin çevresel sıralamaları elde edilmiştir. Her iki yöntemde birbirine yakın sıralamalar elde edilmiştir. İstanbul, Ankara, İzmir, Eskişehir ve Bursa en iyi performans gösteren kentler arasında yer alırken; Aydın, Konya, Tekirdağ, Muğla ve Kahramanmaraş en düşük performanslı kentler olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kentleşme, Çevresel Performans, COPRAS, ARAS, Entropi.

Evaluation of Environmental Performances of Metropolitan Cities in Turkey with Entropy Based COPRAS and ARAS Methods

*

Abstract

Rapid urbanization causes environmental challenges as well as social, economic and cultural problems in today's cities. Especially metropolitan cities are human settlements most affected by environmental and ecological threats. Cities, turning threats such as environmental pollution and ecological deterioration into an opportunity, are ahead of their other competitors on a global scale. In the process of creating a sustainable city, measuring environmental performance has great importance. In this study, it is aimed to evaluate the environmental performance of our metropolitan cities and to raise awareness in this area. Multi-criteria decision-making methods were used in the evaluation. The literature, expert opinions and accessibility of data were effective in determining the criteria used. Eleven criteria used in the evaluation are; number of wastewater treatment plants, amount of wastewater treated in wastewater treatment plants per person (thousand M³ / year), daily wastewater discharged in municipalities (Liters/Person-Day), daily amount of water taken per person (Liters/ Person-Day), average amount of municipal waste per person (kg / person-day), capacity of drinking and potable water treatment plant (thousand M³ per year), number of drinking water treatment plants, amount of drinking and potable water treated in treatment plants per person (thousand M³/ year), amount of groundwater taken for drinking and potable water network per capita (thousand M³/ year), amount of surface water taken for drinking and utility water network per capita (thousand M³/ year)) and particulate matter. The weights of the criteria were calculated by the Entropy Method, and the environmental rankings of the metropolitan cities were obtained by COPRAS and ARAS Methods. In both methods, close sequences were obtained. Istanbul, Ankara, Izmir, Eskisehir, and Bursa were among the best performing cities; Aydın, Konya, Tekirdağ, Muğla, and Kahramanmaraş were the least performing cities.

Keywords: Sustainable Urbanization, Environmental Performance, COPRAS, ARAS, Entropy,

Giriş

Sanayi Devrimi'nden günümüze dünya uluslarının giriştikleri kıyasıya kalkınma yarışı, çevre kirliliği ve ekolojik bozulma gibi hayati sorunlara sebebiyet vermiştir. Bu sorunlara uluslararası alanda çözüm arama sürecinde sürdürülebilirlik yaklaşımı gündeme gelmiştir. Son yıllarda sürdürülebilirlik düşüncesi küresel boyutta olduğu gibi yerelde de yükselen bir ivme yakalamıştır. Bunun en önemli nedeni, çevresel sorunların günümüzde en çok kentleri etkilemesidir. Günümüz kentleri, hemşehrileri için sürdürülebilir, doğal kaynakların ve ekolojik dengenin korunduğu yaşamsal mekânlar oluşturma konularında sorumluluk almak mecburiyetinde kalmaktadır (Akçakaya, 2016, s.48).

Dünya kentleri sürdürülebilirlik hedefleri çerçevesinde hissedilebilir bir yarış içerisine girmişlerdir. Bu rekabetin etkileri ülkemizde büyükşehirler başta olmak üzere bütün kentlerimize sorumluluk yüklemektedir. Sürdürülebilirliğin temel boyutlarından birisi olan yaşanabilir bir çevrenin yaratılmasında dünya kentlerinin seviyesine erişmek, etkin bir karar alma sürecini, kararlı uygulamaları ve rasyonel bir performans değerlendirmesini gerektirmektedir. Performans değerlendirmesinin mukayeseli bir şekilde yapılması da önemlidir. Böylelikle, kent yönetimleri çevresel sıralamadaki yerlerini, sorun yaşadıkları alanları ve en iyi uygulama sahiplerini açık bir şekilde görme fırsatı sağlayabilir.

Kapsamlı bir değerlendirmenin yapılması için birçok performans göstergesi birlikte değerlendirilmelidir. Birçok kritere göre değerlendirilmesi gereken problemlerin çözümü ise oldukça karmaşık ve zordur. Bu zorlukları aşmak adına bilim insanları tarafından bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlere Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKVY) adı verilmektedir. Literatür incelendiğinde, birçok Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi bulunduğu görülmektedir. Karar vericiler, karşılaşılan problemin yapısı ya da yöntemin problem çözmede sağladığı kolaylığa göre bu yöntemlerden uygun olanları seçebilmektedirler.

Bu çalışma ile büyükşehirlerin çevresel performans sıralamalarının belirlenmesi ve yerel yönetimler alanında çevresel performans değerlendirmesi ile ilgili farkındalığın artırılması amaçlanmıştır. Değerlendirmenin tek bir veri üzerinden yapılmasının mümkün olmaması nedeniyle, birçok kriter bir arada değerlendirilmiştir. Kriterlerin sayıca fazla ve

karmaşık yapıda olması nedeniyle karar probleminin çözümünü kolaylaştırmaya yönelik olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden COPRAS ve ARAS yöntemleri kullanılmıştır. Çalışmada multidisipliner bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu bağlamda, bir kamu yönetimi çalışması olan bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılması- nın alana katkı yapması hedeflenmiştir.

Çalışmada 23 büyükşehir belediyesi değerlendirmeye tabi tutulmuş; 7 büyükşehir belediyesi ise veri eksikliği sebebiyle değerlendirmeye alınmamıştır. Değerlendirmede TÜİK veri tabanından elde edilen çevresel performans göstergeleri kullanılmıştır. Performans kriterlerinin sayısı ve çeşitleri uzman görüşleri ve veri erişilebilirliği çerçevesinde belirlenmiştir. Bu kriterler; atık su arıtma tesisi sayısı, atık su arıtma tesislerinde arıtılan kişi başı atık su miktarı (Bin M3/Yıl), belediyelerde deşarj edilen kişi başı günlük atık su miktarı (Litre/Kişi-Gün), kişi başı çekilen günlük su miktarı (Litre/Kişi-Gün), kişi başı ortalama belediye atık miktarı (Kg/Kişi-Gün), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (Kişi başı Bin M3/Yıl), içme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı, içme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan kişi başı su miktarı (Bin M3/Yıl), içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen kişi başı yeraltı suyu miktarı (Bin M3/Yıl), içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen kişi başı yüzey suyu miktarı (Bin M3/Yıl), partikül madde olmak üzere 11 tanedir. Değerlendirme yapılırken ilk olarak Entropi yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Ardından çok kriterli karar verme yöntemlerinden COPRAS ve ARAS yöntemleri uygulanarak çevresel performans açısından büyükşehirlerin sıralamaları elde edilmiştir. Uygulamada Excel programı kullanılmıştır.

Entropi Yöntemi

Bilgi entropisi, ilk olarak Shannon tarafından A Mathematical Theory of Communication (Shannon, 1948) makalesinde tanıtılan bir belirsizlik ölçüsüdür; mühendislik, yönetim ve benzeri birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bilgi entropisi fikrine göre, karar verme ortamından edinilen bilgilerin sayısı veya kalitesi karar verme probleminin doğruluğunun ve güvenilirliğinin belirleyicilerinden biridir. Bu nedenle, entropi, farklı karar verme sürecinde değerlendirme durumlarına uygulandığın-

da çok iyi bir ölçektir ve benzer şekilde, verilerin kendisi tarafından sağlanan yararlı bilgilerin miktarını ölçmek için de entropi kullanılabilir (Wu vd., 2011, s.5163).

Çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirme yapabilmek için değerlendirmede kullanılan kriterlerin ağırlıklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde birçok yöntem vardır ancak Entropi yöntemi objektif ağırlıkları bulmak için geliştirilmiştir.

Entropi yönteminin adımları aşağıda verilmiştir (Wang ve Lee, 2009, s.8982).

Adım 1: Karar Matrisinin Eşitlik (1) İle Normalize Edilmesi

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

i: Alternatifler

j: Kriterler

p_{ij} : Normalize edilmiş değerler

x_{ij} : i. alternatifin j. kriter için verilen fayda değeri

Adım 2: Her Bir Kriter İçin Entropi Değeri Eşitlik (2) Yardımı İle Hesaplanması

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (2)$$

k: $(\ln(m))^{-1}$

k: Entropi katsayısı

e_j : Entropi değeri

p_{ij} : Normalize edilmiş değerler

Adım 3: Çeşitliliğin Derecesi Olarak Eşitlik (3) Yardımı İle d_j Belirsizliğinin Hesaplanması

$$d_j = 1 - e_j \quad (3)$$

Adım 4: Her Bir Kriterin Ağırlık Değeri Eşitlik (4) Yardımı İle Hesaplanması

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (4)$$

w_j : Ağırlık değerleri

COPRAS Yöntemi

COPRAS (Complex Proportional Assessment) Yöntemi Zavadskas ve Kaklauskas tarafından geliştirilip 1996 yılında ortaya atılmıştır. Yöntem alternatiflerin, farklı kriterler ve bunlara karşılık gelen kriter ağırlıkları bakımından performanslarını dikkate almaktadır. Bu yöntem ile hem ideal hem de en kötü çözümler göz önünde bulundurularak en iyi karar belirlenmektedir. İnşaat, mülk yönetimi, ekonomi vb. gibi çeşitli problemleri çözmek için başarıyla uygulanmıştır (Chatterjee vd., 2011, s.852).

COPRAS Yönteminin adımları aşağıda verilmiştir (Zavadskas vd.,2009, s.308-311).

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

x_{ij} değerlerinden oluşan D ile simgelenen karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi eşitlik (5)'de gösterilmiştir.

$$D = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (5)$$

x_{ij} : j. değerlendirme ölçütü açısından i. alternatifin değeri

Adım 2: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Eşitlik (6) Yardımı İle Oluşturulması

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad \forall j=1,2,\dots,n \quad (6)$$

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Eşitlik (7) İle Oluşturulması

Ağırlıklandırılmış karar matrisi; normalize edilmiş karar matrisi sütunlarının kriterlere verilen w_j ağırlık değerlerinin çarpılması ile elde edilir.

$$D' = d_{ij} = x_{ij}^* \cdot w_j \quad (7)$$

w_j : j. değerlendirme ölçütünün önem düzeyi $j=1, 2, \dots, n$

Adım 4: Faydalı ve Faydasız Ölçütlerin Sırasıyla Eşitlik (8) ve Eşitlik (9) İle Hesaplanması

Faydalı ölçütler amaca ulaşmada daha yüksek değerlerin daha iyi durumu belirttiği ölçütleri ifade etmektedir. Faydasız ölçütler ise amaca ulaşmada daha düşük değerlerin daha iyi durumu gösterdiği ölçütleri ifade etmektedir.

S_i^+ → Faydalı ölçütler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamıdır.

S_i^- → Faydasız ölçütler için ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisindeki değerlerin toplamıdır.

Faydalı ölçütlerin hesaplanması eşitlik (8), faydasız ölçütlerin hesaplanması ise eşitlik (9) ile gösterilmektedir.

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^k d_{ij} \quad j=1,2, \dots, k \quad \text{faydalı ölçütler} \quad (8)$$

$$S_i^- = \sum_{j=k+1}^n d_{ij} \quad j=k+1, k+2, \dots, n \quad \text{faydasız ölçütler} \quad (9)$$

Adım 5: Q_i Göreceli Önem Değerlerinin Eşitlik (10) Yardımı İle Hesaplanması

Her alternatif için Q_i göreceli önem değeri hesaplanır.

$$Q_i = S_i^+ + \frac{\sum_{i=1}^m S_i^-}{S_i^- \cdot \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_i^-}} \quad (10)$$

Adım 6: En Yüksek Göreceli Önem Değerinin Eşitlik (11) Yardımı İle Hesaplanması

En yüksek göreceli önem değeri eşitlik (11) ile hesaplanır.

$$Q_{\max} = \text{en büyük } \{Q_i\} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

Adım 7: Alternatifler için Performans İndeksi P_i Değerlerinin Eşitlik (12) Yardımıyla Hesaplanması

P_i performans indeksi alternatiflerin tam sıralamasını elde etmek için kullanılmaktadır.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \cdot 100\% \quad (12)$$

Performans indeks değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanır. P_i performans değer indeksi 100 olan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenmektedir.

ARAS Yöntemi

ARAS (Additive Ratio Assessment) yöntemi Zavadskas ve Turskis tarafından 2010 yılında ortaya atılmıştır. ARAS yöntemi karmaşık problemlerin basit göreceli karşılaştırmaların kullanılması ile çözülebileceği düşüncesine dayanmaktadır. Yöntem, normalize edilmiş ve ağırlıklandırılmış kriter değerlerinin toplamı ile her bir alternatifi değerlendirmeye çalışmaktadır. Bu kriterler, karşılaştırmalı alternatif tarafından elde edilen optimalite derecesini ve optimum alternatifi tanımlamaktadır (Kutut vd., 2014, s.292). ARAS yönteminin adımları aşağıda verilmiştir (Zavadskas ve Turskis, 2010, s.163-165)

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması.

ARAS yönteminde başlangıç karar matrisinde her bir kritere ait optimal değerlerden oluşan bir satır karar verici tarafından eklenmektedir.

$$X = \begin{bmatrix} X_{01} & X_{02} & \cdots & X_{0n} \\ X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} i=0,1,2,3,\dots,m \\ j=1,2,3,\dots,n \end{matrix}$$

$$x_{oj} = \max_i x_{ij}, \quad \text{fayda (maksimizasyon) durumu}$$

$$x_{oj} = \min_i x_{ij}, \quad \text{maliyet (minimizasyon) durumu}$$

Adım 2: Karar Matrisinin Eşitlik (13) ve Eşitlik (14) Yardımı İle Normalize Edilmesi

Kriter maksimizasyon yönlü ise $\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}$ (13)

Kriter minimizasyon yönlü ise 2 aşamada $x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}}; \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}}$ (14)

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Matrisin Eşitlik (15) Yardımı İle Oluşturulması

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} w_j \quad i=0, \dots, m; j=1, \dots, n \quad (15)$$

Adım 4: Optimallik Fonksiyon Değerlerinin Eşitlik (16) Yardımı İle Hesaplanması

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; \quad i=0, \dots, m; j=1, \dots, n \quad (16)$$

Burada S_i , i. alternatifi optimal fonksiyon değeridir. En büyük S_i değeri en iyisi iken en küçük S_i değeri en kötüsü olarak değerlendirilmektedir.

Adım 5: Her Bir Alternatife Ait Fayda Derecesinin (K_i) Eşitlik (17) Yardımı İle Hesaplanması

$$K_i = \frac{S_i}{S_o}; \quad i=0, \dots, m \quad (17)$$

K_i fayda dereceleri, alternatiflere ait S_i değerlerinin S_o optimal fonksiyon değerine oranlanması ile hesaplanmaktadır.

Literatür İncelemesi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatürde birçok karar probleminin çözümünde kullanıldığı görülmektedir. Ulutaş (2018, s.187-194) çalışmasında esnek üretim sistemi seçiminde kullandığı kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yöntemini kullanmıştır. Alternatiflerin değerlendirilmesinde ise ROV yöntemini kullanmıştır. Türkçe literatürde ROV yönteminin kullanılmadığını belirleyen Ulutaş ROV yöntemini Türkçe literatüre tanıtmayı amaçlamıştır. Çalışmada 8 alternatif işçilik maliyetinde düşüş (İMD), süreç adımları arasında biriken iş miktarındaki azalma yüzdesi (SAİMAY), kurulum maliyetindeki azalma yüzdesi (KMAY), piyasa tepkisindeki artış (PTA), kalitedeki artış (KA), sermaye ve bakım maliyeti (SBM) (bin dolar), kullanılan taban alanı (KTA) (metrekare) olmak üzere 7 kriter açısından değerlendirilmiştir. Entropi yöntemi sonucunda piyasa tepkisindeki artış (PTA) kriteri en yüksek öneme sahip kriter olarak belirlenmiştir.

Kenger ve Organ (2017, s.152-170) çalışmalarında Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile bankaya alınacak en uygun personelin seçimini amaçlamışlardır. Bankaya alınacak personelin niteliklerinin önem dereceleri Entropi yöntemi ile belirlenmiştir. En uygun personelin seçimi ise ARAS yöntemi ile yapılmıştır. Çalışmada 5 alternatif eğitim durumu, yabancı dil bilgisi, bilgisayar tecrübesi, deneyim, referans, müşteri odaklı çalışmak, güvenilir olmak, yaratıcı-yenilikçi, çalışma arkadaşları ile uyum içerisinde olmak, fiziksel özellikler olmak üzere 10 kriter açısından değerlendirilmiştir. entropi yöntemi sonucunda güvenilir olmak kriteri en yüksek önem derecesine sahip kriter olarak belirlenmiştir. ARAS yöntemin sonucunda ise banka için en uygun aday “D” olarak belirlenmiştir.

Sarı (2017, s.159-170) çalışmasında 15 Ar-Ge projesinin öncelik sıralamasını amaçlamıştır. Projelerin öncelik sıralamasının belirlenmesinde proje süresi, personel sayısı, planlanan bütçe, projenin yenilikçi yönü, iyileştirme, toplam bedeli olmak üzere 6 kriter kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıkları Entropi yöntemi ile belirlenmiştir. TOPSIS yöntemi ile de projelerin sıralamaları gerçekleştirilmiştir. Yöntemin uygulanması sonucunda özgün tasarıma sahip plastik kilitleme makinesi tasarım ve imalatı projesi ilk sırada yer almıştır.

Bağcı ve Caba (2018, s.64-83) çalışmalarında MKYO’ların 2010-2017 yılları arasındaki nakit düzeylerini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Borsa İstanbul’da faaliyet gösteren BİST MKYO Endeksi’ne kayıtlı 9 firmasının nakit durumları incelenmiştir. Firmaların nakit düzeyleri Entropi ve Copras yöntemleri ile saptanmıştır. Öncelikle oranların ağırlıklarını hesaplamak için Entropi yöntemi kullanılmıştır. Değerlendirmede kullanılan kriterler cari oran, nakit oran, likidite oranı, dönen varlık devir hızı, finansal kaldıraç oranı ve borçlanma katsayısı oranıdır. Bu tespitin ardından MKYO’ların nakit seviyeleri Copras yöntemiyle hesaplanmıştır. Nakit düzeyi en iyi olan şirket İş Yatırım Ortaklığı A.Ş. iken, nakit sıkıntısı çeken şirket ise Vakıf MKYO A.Ş. olarak belirlenmiştir.

Ömürbek ve Eren (2016, s.174-187) çalışmalarında gıda sektöründe önemli bir yer tutan bir firmanın 13 finansal oran çerçevesinde 2005-2014 yılları arasındaki performansı PROMETHEE, MOORA ve COPRAS yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kullanılan kriterler cari oran, nakit oran, asit test oranı, stoklar/toplam aktif, öz kaynak/toplam

aktif, borçlanma oranı, finansal kaldıraç oranı, öz kaynak karlılığı, net kar marjı, fiyat kazanç oranı, net çalışma sermayesi devir hızı, stok devir hızı ve alacak devir hızı olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda en iyi performans yılının 2014 olduğu görülmüştür.

Ömürbek ve Urmak Akçakaya (2018, s.257-278) çalışmalarında Forbes 2000 listesinde yer alan havacılık sektöründeki şirketlerin Entropi, MAUT, COPRAS Ve SAW yöntemleri ile analizini amaçlamışlardır. 21 havayolu şirketinin değerlendirmesinde satış, aktif varlıklar, pazar değeri ve çalışan sayısı olmak üzere 4 kriter kullanılmıştır. 3 yöntemin uygulanması sonucunda elde edilen 3 sıralamadan tek bir bütünleşik sıralama elde etmek amacıyla ise BORDA SAYIM yöntemi kullanılmıştır. Değerlendirme sonucunda elde edilen bütünleşik sıralamada ilk iki şirket Delta Air Lines ve United Continental Holdings şirketleri olarak belirlenmiştir.

Çakır ve Kutlu Karabıyık (2017, s.417-434) çalışmalarında bütünleşik SWARA-COPRAS yöntemi kullanarak bulut depolama hizmet sağlayıcılarının değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Değerlendirmede aylık ücret, dosya paylaşım kolaylığı, elastikiyet, güvenlik, işletim sistemleri ile olan uyum, mobil uygulama kullanım kolaylığı, müşteri hizmetleri, senkronizasyon hızı, ücretsiz depolama alanı, üçüncü parti uygulamalar ile entegrasyon, web üzerinde kullanım kolaylığı kriterleri kullanılmıştır. En iyi bulut depolama hizmet sağlayıcısının Google Drive olduğu belirlenmişken; diğer bulut depolama hizmet sağlayıcılarından Yandex.Disk ikinci, iCloud Drive üçüncü, Dropbox dördüncü, Box beşinci ve OneDrive altıncı sırada yer almıştır.

Bircan, Arslan ve Eroğlu (2018) çalışmalarında biyogaz tesislerinin 11 kriter açısından optimallik sıralamalarını amaçlamışlardır. 11 alternatif tesisin optimal uygunluk sıralamasında MOORA ve COPRAS yöntemi kullanılmıştır. Değerlendirme toplam mesafe ortalamaları, büyükbaş hayvan sayısı, yatırım maliyeti, büyükbaş işletme sayısı, belirlenen koordinatların en yakın yerleşim yerine olan uzaklığı, en yakın belediye uzaklığı, tesiste üretilebilecek elektrik miktarı olmak üzere 7 kriter açısından yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre 5. ve 7. Tesis yatırıma uygunlukta ilk iki sırada yer almıştır.

Podvezko (2011, s.134-146), çalışmasında çok kriterli karar verme teknikleri olan SAW ve COPRAS'ın temel özelliklerini belirtmiştir. Aynı

zamanda tekniklerin ortak ve çeşitlilik gösteren özelliklerine de değinilmiştir. COPRAS tekniğinin özellikleri tanımlanmıştır.

Mulliner, Smallbone, ve Maliene, (2013, s.270-279) çalışmalarında sürdürülebilir konut satın alınabilirliğinin 3 yerleşim alanında değerlendirilmeyi amaçlamışlardır. Değerlendirmede çevresel, sosyal ve ekonomik kriterler baz alınarak COPRAS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, çeşitli sosyal ve çevresel kriterleri göz önünde bulundurmanın, yalnızca finansal niteliklere odaklanmaya kıyasla, uygun bir alanın hesaplanmasını büyük ölçüde etkileyebileceği ortaya konulmuştur. COPRAS, değerlendirme için etkili bir yöntem olarak bulunmuş ve diğer bölgelerde veya uluslararası alanda uygulanabilirliği belirtilmiştir.

Zavadskas, Turskis ve Vilutiene (2010, s.123-141) çalışmalarında, vakıf binası için en uygun ve güvenli olması gereken temel kurulum alternatifini seçmeyi amaçlamışlardır. Seçim bir dizi kriterle dayanmaktadır: kurulum masrafları, kurulum süresi, kararların karmaşıklığı, kararların avantajları ve dezavantajları, kurulu vakıf sisteminin devredilebilirliği ve bakımı, onaylanmış kararları uygulama deneyimi. Çalışmada 3 alternatif ARAS yöntemi ile değerlendirilmiştir. En uygun alternatif A2 olarak belirlenmiştir.

Sliogeriene, Turskis ve Streimikiene (2013,s.11-20) çalışmalarında Litvanya'daki enerji üretimi teknolojilerinin analizi ve seçimini amaçlamışlardır. Kriter ağırlıkları AHP yöntemi ile belirlenirken değerlendirilen 6 alternatif ise ARAS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Makalede tartışılan araştırma sonuçları, çoklu kriter yöntemleri kullanarak enerji üretimi teknolojilerinin değerlendirilmesinin ve seçiminin, performans, ekonomik uygunluk ve ekolojik bütünlük kriterlerini teknolojik yenilikçilik, sosyal açıdan sorumlu işletme ve sürdürülebilir kalkınma kriterleri ile karşılaşmanın iyi bir yolu olduğunu göstermektedir.

Shariati, Yazdani-Chamzini, Salsani, ve Tamošaitienė (2014, s.410-419) çalışmalarında İran'ın Yasouj kentinde bulunan Ayerma fosfat madenindeki en iyi atık boşaltma alanını değerlendirmek ve seçmek için bulanık grup ARAS'ı temel alan bir model geliştirmeyi amaçlamışlardır. Ortaya atılan GARAS yöntemi ile teknik, ekonomik, çevresel faktörler açısından 4 alternatif değerlendirmeye alınmıştır.

Kutut, Zavadskas ve Lazauskas (2014, s.287-294) çalışmalarında ARAS ve AHP yöntemlerine dayalı model kullanarak Avrupa kentlerin-

de kültür mirası kapsamında korumaya alınacak tarihi yapıların öncelik sıralamasının belirlenmesi amaçlamışlardır. 7 alternatif Bina çevresindeki park yerleri, yapının miras bakımından değeri, Dönemlerin kalıntıları, Eski şehir bölgesinin merkeze uzaklığı, Cephe kirliliği ile modern stil, Kültürel varlıkların restorasyonu için gerekli yatırımlar, ulaşılabilirlik, engelliler için düzenleme, yapının durumu, rahat kullanım olmak üzere 10 kriter açısından değerlendirilmiştir.

Yıldırım (2015, s.285-296) çalışmasında Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri sınıfının bir üyesi olan ARAS yöntemi incelenerek yerel literatüre yeni bir alternatif yöntem olarak önermiştir. ARAS yönteminin literatürde kullanım alanları incelendikten sonra yöntemin aşamaları detaylı olarak ele alınmış ve Konut satın probleminde ailenin satın alma alternatiflerini değerlendirdiği bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Konut fiyatı (TL), net kullanım alanı (m²), işyerine uzaklık (km), konut oda sayısı (adet), binaya ait yeşil alan (m²) ve binanın yaşı, kriterleri üzerinden 5 alternatif ARAS yöntemi değerlendirilmiştir. yöntem sonucunda ilk sırada a2 konutu yer almıştır.

Medineckiene, Zavadskas, Bjork ve Turskis (2015, s.11-18) çalışmalarında 6 alternatif yapının sürdürülebilirlikleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kriter ağırlıkları AHP ile elde edilmiş olup alternatiflerin sıralanması ise ARAS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme enerji, kapalı ortam, malzemeler ve kimyasallar olmak üzere 3 ana kriter açısından yapılmıştır.

Ercan ve Kundakçı (2017, s.83-105) çalışmalarında Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden ARAS ve OCRA (Operational Competitiveness RAting) yöntemleri ile bir tekstil işletmesinde numune tasarımında kullanılacak desen programı seçimi yapılması amaçlanmıştır. Desen programı seçiminde dikkate alınan kriterlerin ağırlıkları MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation TecHnique) yöntemi kullanılarak bulunmuştur, desen programı alternatiflerinin değerlendirilmesinde ARAS ve OCRA yöntemlerinden yararlanılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Her iki yöntem ile aynı sıralama elde edilmiş, sıralama sonuçlarına göre en uygun desen programı belirlenmiş ve tekstil işletmesine bu programı satın alması önerilmiştir. 3 alternatif desen programı kullanım zorluğu, hizmet kalitesi, özellik sayısı, görsel çıktı kalitesi, marka güvenilirliği, zaman kaybı ve fiyat olmak üzere 7 kri-

ter açısından değerlendirilmiştir. ARAS ve OCRA yöntemlerinde A1 alternatifi ilk sırada yer almıştır.

Tunca, Ömürbek, Urmak Akçakaya ve Akçakaya (2018, s.1837-1847) çalışmalarında en değerli 10 küresel markanın çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirmesini amaçlamışlardır. 10 şirketin marka değeri, marka geliri, reklam harcamaları, kar, aktif varlıklar, piyasa değeri, çalışan sayısı kriterleri açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada ilk olarak Entropi yöntemi ile 7 kriterin ağırlıkları hesaplanmıştır. Markaların sıralaması ise COPRAS ve ARAS yöntemleri ile belirlenmiştir. Yöntemlerin uygulanması sonucunda COPRAS yönteminde Facebook markası ilk sırada yer alırken ARAS yönteminde ise Apple markası ilk sırada yer almıştır.

Aytaç Adalı ve Tuş Işık (2016, s.124-138) çalışmalarında klima seçimi ni amaçlamışlardır. Değerlendirmede COPRAS ve ARAS yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada 6 alternatif enerji verimliliği oranı, performans katsayısı, iyonlaştırıcı, maliyet, maksimum ses seviyesi (iç mekan), maksimum ses seviyesi (dış mekan), ısıtma için watt tüketimi ve soğutma için watt tüketimi olmak üzere 8 kriter açısından değerlendirilmiştir. Her iki yöntemde de ilk sırada A1 alternatifi ilk sırada yer almıştır.

Çalışmamızın konusunu oluşturan kentsel sürdürülebilirliğin değerlendirilmesi ile ilgili yazında önem arz eden çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu anlamda sürdürülebilir kalkınma konusunda en önemli çalışmalardan birisi B.M. Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayımlanan “Ortak Geleceğimiz” (1987) isimli rapordur. Brundtland Raporu olarak da bilinen bu çalışma sürdürülebilirliği uluslararası alanda gündeme taşıyarak; çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarını ortaya koymuştur.

Brundtland Raporu’ndan sonra sürdürülebilirlik çalışmaları kent alanına da yayılmıştır. Anders (1991) çalışmasında kentlerin sürdürülebilir yerleşimlere dönüştürülmesinde gerekli olan ilkeleri ortaya koymuştur. Verbruggen ve Kuik (1991, s.1-6) çalışmasında, sürdürülebilir kalkınmanın değerlendirilmesi için gerekli olan performans göstergeleri üzerine bir çerçeve çizmiştir. Maclaren (1993) kentsel sürdürülebilirlik alanındaki çalışmasında Kanada’daki kentlerin sürdürülebilirlik seviyelerini ortaya koymuştur. Maclaren (1996, s.184-202) çalışmasında ise daha çok kentsel sürdürülebilirliğin ölçülmesi ve raporlanması ile ilgili süreci ortaya

koymaya yönelik bir çalışma yapmıştır. Mega ve Pedersen (1998) çalışmalarında, performans değerlendirmesinde kullanılmak üzere kentsel sürdürülebilirlik göstergelerini tespit etmeye çalışmışlardır. Newman (1999, s.219-226) çalışmasında sürdürülebilirlik ve kent arasındaki ilişkiyi ortaya koymayı amaçlamıştır. Newman ve Kenworthy (1999) çalışmalarında kentlerde otomobil kullanımının kent sürdürülebilirliğine etkilerini ve doğa dostu ulaşım teknolojilerini tartışmışlardır. Brassoulis (2001) çalışmasında sürdürülebilir kalkınmanın tüm boyutlarında performans göstergelerini tespit etmeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Akçakaya (2016, s.47-64) çalışmasında kent sürdürülebilirliğinin sağlanması ve değerlendirilmesi açılarından yerel yönetimlerin sorumluluklarını ortaya koyan bir çalışma yapmıştır. Gök ve Yiğit (2017, s.253-273) çalışmalarında Türkiye'deki metropoliten ölçekli kentleri sürdürülebilirliğin sosyal, ekonomik ve çevresel kriterleri bakımından değerlendirilmiştir. Değerlendirmede çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSİS kullanılmıştır. Literatür incelemesi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Literatür İncelemesi

Entropi Yöntemi İle Yapılan Bazı Çalışmalar	
Esnek Üretim Sistemi Seçimi	Ulutaş (2018, s.187-194)
Banka Personel Seçimi	Kenger ve Organ (2017,s.152-170)
Endüstri İşletmelerinde AR-GE Projelerinin Sıralanması	Sarı (2017,s.159-170)
Menkul Kıymet Yatırım Ortaklıklarının Nakit Düzeylerinin Kıyaslanması	Bağcı ve Caba (2018,s.64-83)
COPRAS Yöntemi İle Yapılan Bazı Çalışmalar	
Oran Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	Ömürbek ve Eren (2016,s.174-187)
Forbes 2000 Listesinde Yer Alan Havacılık Sektöründeki Şirketlerin Analizi	Ömürbek ve Urmak (2018,s.257-278)
Bulut Depolama Hizmet Sağlayıcılarının Değerlendirilmesi	Çakır ve Kutlu (2017,s.417-434)
Biyogaz Tesislerinin Optimallik Sıralaması	Bircan vd., (2018)
COPRAS ve SAW Yöntemlerinin Karşılaştırılması	Podvezko (2011,s.134-146)
Sürdürülebilir Konut Alım Gücünün Değerlendirilmesi	Mulliner vd. (2013,s.270-279)
ARAS Yöntemi İle Yapılan Bazı Çalışmalar	
Vakıf Binaları İçin Tesisat Seçimi	Zavadskas vd. (2010,s. 123-141)
Enerji Üretim Alternatiflerinin Analizi	Sliogerience vd. (2013,s. 11-20)
Atık Döküm Yeri Seçimi	Shariati vd. (2014,s. 410-419)
Avrupa kentlerinde kültür mirası kapsamında korumaya alınacak tarihi yapıların öncelik sıralamasının belirlenmesi	Kutut vd. (2014,s.287-294)
Konut Seçimi	Yıldırım (2015,s. 285-296)
Yapıların Sürdürülebilirliklerinin Değerlendirilmesi	Medineckiene vd. (2015,s. 11-18)
Tekstil İşletmesi için Desen Programı Seçimi	Ercan ve Kundakçı (2017,s. 83-105)
En Değerli 10 Küresel Markanın Değerlendirilmesi	Tunca vd. (2018,s.1837-1847)
Klima Seçimi	Aytaç Adalı ve Tuş (2016,s. 124-138)

Kentsel Sürdürülebilirlik ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Ortak Geleceğimiz	BM Dünya Çevre ve kalkınma Kom.(1987)
Sürdürülebilir Kentler Hareketi	Anders (1991)
Sürdürülebilir Kalkınma Göstergeleri	Verbruggen ve Kuik (1991,s.1-6)
Sürdürülebilir Topluluklara Doğru	Roseland (1992)
Sürdürülebilirliğin Evrimi	Kidd (1992:1-26)
Kanada’da Sürdürülebilir Kentsel Kalkınma	Maclaren (1993)
Kentler ve Sürdürülebilir Kalkınma	Mitlin ve Satterthwaite (1994)
Planlama ve Sürdürülebilirlik	Beatley, (1995)
Daha İyi Kentler İçin Bir Değerlendirme	Diver vd. (1996)
Kentsel Sürdürülebilirlik Raporlaması	Maclaren, (1996,s.184-202)
Kentsel Sürdürülebilirlik Göstergeleri	Mega ve Pedersen (1998)
Sürdürülebilirlik ve Kentler	Newman (1999,s.219-226)
Sürdürülebilirlik ve Kentler: Otomobil Bağımlılığının Üstesinden Gelmek	Newman ve Kenworthy (1999)
Sürdürülebilir Kalkınma ve Göstergeleri	Briassoulis, (2001)
Kentsel Kalkınmanın Gelişen Bir Türü	Couch vd. (2005,s. 117-136)
Yeşil Alanlar ve Kentsel Isı Çalışması	Wong ve Yu (2005,s.547-558)
Sürdürülebilir İnovatif Kentlerin Boyutlarının Değerlendirilmesi	Ma, Wang ve Liu, (2014)
Kentsel Sürdürülebilirliğin Ölçülmesi Bağlamında Yerel Yönetimlerin Fonksiyonu	Akçakaya (2016,s. 47-64)
Kentsel Sürdürülebilirliğin Uygulanmasında Kamu Özel Sektör Ortaklığı Yaklaşımı	Akçakaya (2017,s.46-62)
Sürdürülebilir Arazi Kullanımı Planlamasında Bir Model Yaklaşımı	Akten ve Akten (2010,s. 85-89)
Türkiye’deki Büyükşehirlerin Sürdürülebilirlik Kriterleri Açısından Değerlendirilmesi	Gök ve Yiğit (2017,s.253-273)

Kentlerin Çevresel Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Analizi

Çalışmada Türkiye’de bulunan büyükşehirlerin çevresel performanslarının değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır. Değerlendirme Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden olan COPRAS ve ARAS yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ilk olarak Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Elde edilen kriter ağırlıklarının yardımı ile COPRAS ve ARAS yöntemleri uygulanmış ve büyükşehirlerin çevresel performanslarına göre sıralamaları elde edilmiştir.

Türkiye’de 30 büyükşehir bulunmaktadır ancak bunlar arasından 7 büyükşehir veri eksikliği nedeniyle değerlendirmeye tabi tutulamamış-

tır. 23 büyükşehirin çevresel performansları 11 kriter açısından değerlendirilmiştir.

Uzman görüşlerine dayanarak belirlenen 11 kriter:

- Atık su arıtma tesisi sayısı,
- Atık su arıtma tesislerinde arıtılan kişi başı atık su miktarı (Bin M3/Yıl),
- Belediyelerde deşarj edilen kişi başı günlük atık su miktarı (Litre/Kişi-Gün),
- Kişi başı çekilen günlük su miktarı (Litre/Kişi-Gün),
- Kişi başı ortalama belediye atık miktarı (Kg/Kişi-Gün),
- İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (Kişi başı Bin M3/Yıl), ,s.
- İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı,
- İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan kişi başı su miktarı (Bin M3/Yıl),
- İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen kişi başı yeraltı suyu miktarı(Bin M3/Yıl),
- İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen kişi başı yüzey suyu miktarı(Bin M3/Yıl),
- Partikül madde

Uygulama Excel programı ile gerçekleştirilmiştir. Büyükşehirlere ait veriler Türkiye İstatistik Kurumu'nun resmi internet sitesinden elde edilmiştir. Değerlendirilen 23 büyükşehir ve kodları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Büyükşehirler ve Kodları

Büyükşehir	Kod	Büyükşehir	Kod	Büyükşehir	Kod	Büyükşehir	Kod
Adana	B1	Mersin	B7	Aydın	B13	Ordu	B19
Ankara	B2	İstanbul	B8	Balıkesir	B14	Sakarya	B20
Bursa	B3	İzmir	B9	Erzurum	B15	Samsun	B21
Gaziantep	B4	Şanlıurfa	B10	Eskişehir	B16	Tekirdağ	B22
Kocaeli	B5	Hatay	B11	K. Maraş	B17		
Konya	B6	Diyarbakır	B12	Muğla	B18		

Değerlendirmede kullanılan 11 kriter, kodları ve kriter türleri ise Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Kriterler ve Kodları

Kriter	Kod	KriterTürü
Atık su arıtma tesisi sayısı	K1	MAX
Atık su arıtma tesislerinde arıtılan kişi başı atık su miktarı (Bin M3/Yıl)	K2	MAX
Belediyelerde deşarj edilen kişi başı günlük atık su miktarı (Litre/Kişi-Gün)	K3	MİN
Kişi başı çekilen günlük su miktarı (Litre/Kişi-Gün)	K4	MİN
Kişi başı ortalama belediye atık miktarı (Kg/Kişi-Gün)	K5	MİN
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi kapasitesi (Kişi başı Bin M3/Yıl)	K6	MAX
İçme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı	K7	MAX
İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan kişi başı su miktarı (Bin M3/Yıl)	K8	MAX
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen kişi başı yeraltı suyu miktarı(Bin M3/Yıl)	K9	MİN
İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen kişi başı yüzey suyu miktarı(Bin M3/Yıl)	K10	MİN
Partikül madde	K11	MİN

Kriter Ağırlıklarının Entropi Yöntemi İle Belirlenmesi

11 kritere ait göreceli önem değerleri (ağırlıkları) Entropi yöntemi ile elde edilmiştir.

Adım 1: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Her bir alternatifin belirlenen kriterlere ait değerlerinden oluşan karar matrisi Tablo 4'de verilmiştir. Entropi yönteminin adımları bu matris üzerinde uygulanmıştır.

Tablo 4. Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
B1	7	0,056	163	212	0,89	0,082	1	0,066	0,009	0,066	58
B2	26	0,056	162	227	1,14	0,129	71	0,079	0,004	0,078	58
B3	109	0,047	134	163	1,11	0,071	18	0,039	0,014	0,045	81
B4	4	0,058	187	338	0,89	0,086	4	0,079	0,006	0,115	60
B5	21	0,067	191	238	1	0,096	14	0,078	0,007	0,077	48
B6	19	0,036	182	201	1,06	0,022	9	0,010	0,063	0,009	56
B7	11	0,046	174	238	1,21	0,079	1	0,059	0,026	0,059	65
B8	82	0,080	226	189	1,3	0,105	21	0,065	0,001	0,067	53
B9	58	0,070	195	173	1,32	0,102	43	0,054	0,038	0,024	41
B10	2	0,005	210	172	1,01	0,055	1	0,042	0,016	0,042	45
B11	8	0,022	193	183	0,91	0,030	4	0,001	0,063	0,001	65
B12	1	0,028	81	135	1,06	0,057	3	0,044	0,004	0,043	65
B13	33	0,066	245	233	1,44	0,019	31	0,016	0,068	0,014	66
B14	18	0,039	153	238	1,54	0,106	8	0,038	0,032	0,054	47
B15	7	0,034	121	309	0,81	0,092	3	0,077	0,043	0,070	39

B16	1	0,056	159	180	1,04	0,141	6	0,050	0,013	0,051	24
B17	3	0,006	197	309	0,71	0,029	1	0,001	0,077	0,032	77
B18	29	0,070	254	239	1,97	0,050	4	0,033	0,068	0,017	81
B19	25	0,048	166	284	0,96	0,077	24	0,049	0,028	0,049	51
B20	3	0,039	214	343	1,13	0,136	11	0,077	0,058	0,066	67
B21	13	0,044	158	220	1,29	0,086	20	0,068	0,011	0,064	52
B22	14	0,015	98	176	1,37	0,018	9	0,005	0,057	0,006	66
B23	15	0,069	325	379	0,79	0,117	15	0,085	0,0007	0,097	59

Karar matrisinin normalizasyonu Eşitlik 1 yardımı ile hesaplanmış olup normalize edilmiş karar matrisi Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5. Normalize Edilmiş Karar Matrisi (P_{ij} değerleri)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
B1	0,0424	0,2325	0,1797	0,1844	0,1597	0,2002	0,0098	0,2485	0,0468	0,2406	0,2047
B2	0,1575	0,2306	0,1786	0,1974	0,2046	0,3137	0,6940	0,2972	0,0198	0,2812	0,2047
B3	0,6604	0,1953	0,1477	0,1418	0,1992	0,1718	0,1759	0,1481	0,0706	0,1646	0,2858
B4	0,0242	0,2380	0,2061	0,2940	0,1597	0,2096	0,0391	0,2974	0,0306	0,4185	0,2117
B5	0,1272	0,2778	0,2106	0,2070	0,1795	0,2325	0,1368	0,2958	0,0373	0,2804	0,1694
B6	0,1151	0,1500	0,2006	0,1748	0,1903	0,0542	0,0880	0,0386	0,3311	0,0319	0,1976
B7	0,0666	0,1897	0,1918	0,2070	0,2172	0,1930	0,0098	0,2236	0,1344	0,2148	0,2294
B8	0,4968	0,3327	0,2491	0,1644	0,2333	0,2545	0,2053	0,2467	0,0042	0,2427	0,1870
B9	0,3514	0,2911	0,2150	0,1505	0,2369	0,2469	0,4203	0,2026	0,2005	0,0875	0,1447
B10	0,0121	0,0212	0,2315	0,1496	0,1813	0,1341	0,0098	0,1576	0,0856	0,1515	0,1588
B11	0,0485	0,0904	0,2128	0,1592	0,1633	0,0732	0,0391	0,0027	0,3312	0,0021	0,2294
B12	0,0061	0,1142	0,0893	0,1174	0,1903	0,1382	0,0293	0,1668	0,0204	0,1560	0,2294
B13	0,1999	0,2743	0,2701	0,2027	0,2585	0,0471	0,3030	0,0591	0,3532	0,0510	0,2329
B14	0,1091	0,1602	0,1687	0,2070	0,2764	0,2567	0,0782	0,1446	0,1667	0,1940	0,1659
B15	0,0424	0,1411	0,1334	0,2688	0,1454	0,2245	0,0293	0,2887	0,2259	0,2525	0,1376
B16	0,0061	0,2308	0,1753	0,1566	0,1867	0,3420	0,0586	0,1899	0,0698	0,1857	0,0847
B17	0,0182	0,0266	0,2172	0,2688	0,1274	0,0708	0,0098	0,0029	0,4046	0,1150	0,2717
B18	0,1757	0,2912	0,2800	0,2079	0,3536	0,1205	0,0391	0,1235	0,3576	0,0634	0,2858
B19	0,1515	0,2006	0,1830	0,2470	0,1723	0,1881	0,2346	0,1838	0,1455	0,1769	0,1800
B20	0,0182	0,1593	0,2359	0,2983	0,2028	0,3296	0,1075	0,2914	0,3015	0,2385	0,2364
B21	0,0788	0,1834	0,1742	0,1913	0,2315	0,2103	0,1955	0,2563	0,0572	0,2329	0,1835
B22	0,0848	0,0630	0,1080	0,1531	0,2459	0,0447	0,0880	0,0204	0,2964	0,0203	0,2329
B23	0,0909	0,2873	0,3583	0,2948	0,1418	0,2835	0,1466	0,3195	0,0392	0,3502	0,2082

Adım 2: Her Bir Kriter İçin Entropi Değerinin Hesaplanması

Her bir kritere ait Entropi değeri (e_j) Eşitlik 2 yardımı ile hesaplanmış ve elde edilen değerler Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Entropi Değerleri (e_j)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
e_j	1,441	2,150	2,306	2,321	2,330	2,136	1,474	2,011	1,750	2,006	2,332

Adım 3: Çeşitliliğin Derecesi Olarak d_j Belirsizliğinin Hesaplanması

Eşitlik 3 yardımı ile her bir kritere ait d_j değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. d_j Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
d_j	-0,44	-1,15	-1,30	-1,32	-1,33	-1,13	-0,47	-1,01	-0,75	-1,00	-1,33

Adım 4: Her Bir Kriterin Ağırlık Değerinin Hesaplanması

Ağırlık değerleri Eşitlik 4 ile hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Ağırlık Değerleri (w_j)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
w_j	0,039	0,102	0,115	0,117	0,118	0,100	0,042	0,089	0,066	0,089	0,118

Kriter ağırlıkları incelendiğinde K11 kodlu *partikül madde* kriterinin 0,1183 değer ile en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir ve en fazla öneme sahip kriter olarak belirlenmiştir. 0,0392 değer ile K1 kodlu *atık su arıtma tesisi sayısı* kriteri ise çevresel performans değerlendirme-sinde en az öneme sahip kriter olarak belirlenmiştir.

COPRAS Yöntemi İle Büyükşehirlerin Çevresel Performanslarının Ana-lizi

Entropi yöntemi ile kriterlerin ağırlıklarının bulunmasından sonra COP-RAS yöntemi ile büyükşehirlerin çevresel performansları değerlendiril-miş ve sıralamaları elde edilmiştir. Değerlendirmede kullanılan alterna-tifler (büyükşehirler) ve kodları Tablo 2'de gösterilmiş olup değeren-dirmede kullanılan kriterler ve kodlar ise Tablo 3'de gösterilmiştir.

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

COPRAS yönteminin uygulanacağı karar matrisi Eşitlik 5 yardımı ile oluşturulmuştur. Alternatiflerin ve kriterlerin bulunduğu karar matrisi Tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
B1	7	0,056	163	212	0,89	0,082	1	0,066	0,009	0,066	58
B2	26	0,056	162	227	1,14	0,129	71	0,079	0,004	0,078	58
B3	109	0,047	134	163	1,11	0,071	18	0,039	0,014	0,045	81
B4	4	0,058	187	338	0,89	0,086	4	0,079	0,006	0,115	60
B5	21	0,067	191	238	1	0,096	14	0,078	0,007	0,077	48
B6	19	0,036	182	201	1,06	0,022	9	0,010	0,063	0,009	56
B7	11	0,046	174	238	1,21	0,079	1	0,059	0,026	0,059	65
B8	82	0,080	226	189	1,3	0,105	21	0,065	0,001	0,067	53
B9	58	0,070	195	173	1,32	0,102	43	0,054	0,038	0,024	41
B10	2	0,005	210	172	1,01	0,055	1	0,042	0,016	0,042	45
B11	8	0,022	193	183	0,91	0,030	4	0,001	0,063	0,001	65
B12	1	0,028	81	135	1,06	0,057	3	0,044	0,004	0,043	65
B13	33	0,066	245	233	1,44	0,019	31	0,016	0,068	0,014	66
B14	18	0,039	153	238	1,54	0,106	8	0,038	0,032	0,054	47
B15	7	0,034	121	309	0,81	0,092	3	0,077	0,043	0,070	39
B16	1	0,056	159	180	1,04	0,141	6	0,050	0,013	0,051	24
B17	3	0,006	197	309	0,71	0,029	1	0,001	0,077	0,032	77
B18	29	0,070	254	239	1,97	0,050	4	0,033	0,068	0,017	81
B19	25	0,048	166	284	0,96	0,077	24	0,049	0,028	0,049	51
B20	3	0,039	214	343	1,13	0,136	11	0,077	0,058	0,066	67
B21	13	0,044	158	220	1,29	0,086	20	0,068	0,011	0,064	52
B22	14	0,015	98	176	1,37	0,018	9	0,005	0,057	0,006	66
B23	15	0,069	325	369	0,79	0,117	15	0,085	0,007	0,097	59

Adım 2: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması**Tablo 10. Normalize Edilmiş Karar Matrisi**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
B1	0,0138	0,0531	0,0389	0,0397	0,0343	0,0461	0,0031	0,0591	0,0125	0,0579	0,0438
B2	0,0511	0,0526	0,0387	0,0425	0,0439	0,0723	0,2205	0,0707	0,0053	0,0677	0,0438
B3	0,2141	0,0446	0,0320	0,0305	0,0428	0,0396	0,0559	0,0352	0,0189	0,0396	0,0612
B4	0,0079	0,0543	0,0447	0,0633	0,0343	0,0483	0,0124	0,0707	0,0082	0,1008	0,0453
B5	0,0413	0,0634	0,0456	0,0446	0,0385	0,0536	0,0435	0,0703	0,0100	0,0675	0,0363
B6	0,0373	0,0342	0,0435	0,0376	0,0408	0,0125	0,0280	0,0092	0,0888	0,0077	0,0423
B7	0,0216	0,0433	0,0415	0,0446	0,0466	0,0445	0,0031	0,0532	0,0360	0,0517	0,0491
B8	0,1611	0,0759	0,0540	0,0354	0,0501	0,0586	0,0652	0,0587	0,0011	0,0585	0,0400
B9	0,1139	0,0664	0,0466	0,0324	0,0509	0,0569	0,1335	0,0482	0,0537	0,0211	0,0310
B10	0,0039	0,0048	0,0501	0,0322	0,0389	0,0309	0,0031	0,0375	0,0229	0,0365	0,0340
B11	0,0157	0,0206	0,0461	0,0343	0,0351	0,0169	0,0124	0,0006	0,0888	0,0005	0,0491
B12	0,0020	0,0261	0,0193	0,0253	0,0408	0,0318	0,0093	0,0397	0,0055	0,0376	0,0491
B13	0,0648	0,0626	0,0585	0,0436	0,0555	0,0108	0,0963	0,0140	0,0947	0,0123	0,0498
B14	0,0354	0,0366	0,0365	0,0446	0,0593	0,0591	0,0248	0,0344	0,0447	0,0467	0,0355
B15	0,0138	0,0322	0,0289	0,0579	0,0312	0,0517	0,0093	0,0686	0,0606	0,0608	0,0295
B16	0,0020	0,0527	0,0380	0,0337	0,0401	0,0788	0,0186	0,0451	0,0187	0,0447	0,0181
B17	0,0059	0,0061	0,0470	0,0579	0,0274	0,0163	0,0031	0,0007	0,1085	0,0277	0,0582
B18	0,0570	0,0665	0,0606	0,0448	0,0759	0,0278	0,0124	0,0294	0,0959	0,0153	0,0612
B19	0,0491	0,0458	0,0396	0,0532	0,0370	0,0433	0,0745	0,0437	0,0390	0,0426	0,0385
B20	0,0059	0,0364	0,0511	0,0642	0,0435	0,0759	0,0342	0,0693	0,0808	0,0574	0,0506
B21	0,0255	0,0419	0,0377	0,0412	0,0497	0,0485	0,0621	0,0609	0,0153	0,0561	0,0393
B22	0,0275	0,0144	0,0234	0,0330	0,0528	0,0103	0,0280	0,0049	0,0795	0,0049	0,0498
B23	0,0295	0,0656	0,0776	0,0635	0,0304	0,0653	0,0466	0,0760	0,0105	0,0843	0,0446

Eşitlik 6 yardımı ile normalize edilmiş değerler elde edilmiş ve bu değerlerden oluşturulan matris Tablo 10'da gösterilmiştir.

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisinin Oluşturulması

Normalize edilmiş değerler ile Entropi yöntemi ile elde edilen her bir kritere ait ağırlık değerlerinin çarpımı ile ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulmuştur. Kullanılan ağırlık değerleri ise Tablo 8'de verilmiştir. Eşitlik 7 yardımı ile ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilmiş olup değerler Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
B1	0,0005	0,0054	0,0045	0,0047	0,0041	0,0047	0,0001	0,0053	0,0008	0,0052	0,0052
B2	0,0020	0,0054	0,0045	0,0050	0,0052	0,0073	0,0093	0,0063	0,0004	0,0061	0,0052
B3	0,0084	0,0046	0,0037	0,0036	0,0051	0,0040	0,0024	0,0032	0,0013	0,0035	0,0072
B4	0,0003	0,0055	0,0052	0,0074	0,0041	0,0049	0,0005	0,0063	0,0005	0,0090	0,0054
B5	0,0016	0,0065	0,0053	0,0052	0,0046	0,0054	0,0018	0,0063	0,0007	0,0060	0,0043
B6	0,0015	0,0035	0,0050	0,0044	0,0048	0,0013	0,0012	0,0008	0,0059	0,0007	0,0050
B7	0,0008	0,0044	0,0048	0,0052	0,0055	0,0045	0,0001	0,0048	0,0024	0,0046	0,0058
B8	0,0063	0,0078	0,0063	0,0042	0,0059	0,0059	0,0027	0,0053	0,0001	0,0052	0,0047
B9	0,0045	0,0068	0,0054	0,0038	0,0060	0,0057	0,0056	0,0043	0,0036	0,0019	0,0037
B10	0,0002	0,0005	0,0058	0,0038	0,0046	0,0031	0,0001	0,0034	0,0015	0,0033	0,0040
B11	0,0006	0,0021	0,0053	0,0040	0,0041	0,0017	0,0005	0,0001	0,0059	0,0000	0,0058
B12	0,0001	0,0027	0,0022	0,0030	0,0048	0,0032	0,0004	0,0036	0,0004	0,0034	0,0058
B13	0,0025	0,0064	0,0068	0,0051	0,0066	0,0011	0,0041	0,0013	0,0063	0,0011	0,0059
B14	0,0014	0,0037	0,0042	0,0052	0,0070	0,0060	0,0010	0,0031	0,0030	0,0042	0,0042
B15	0,0005	0,0033	0,0034	0,0068	0,0037	0,0052	0,0004	0,0062	0,0040	0,0054	0,0035
B16	0,0001	0,0054	0,0044	0,0040	0,0047	0,0080	0,0008	0,0041	0,0012	0,0040	0,0021
B17	0,0002	0,0006	0,0055	0,0068	0,0032	0,0016	0,0001	0,0001	0,0072	0,0025	0,0069
B18	0,0022	0,0068	0,0070	0,0053	0,0090	0,0028	0,0005	0,0026	0,0064	0,0014	0,0072
B19	0,0019	0,0047	0,0046	0,0062	0,0044	0,0044	0,0031	0,0039	0,0026	0,0038	0,0046
B20	0,0002	0,0037	0,0059	0,0075	0,0051	0,0077	0,0014	0,0062	0,0054	0,0051	0,0060
B21	0,0010	0,0043	0,0044	0,0048	0,0059	0,0049	0,0026	0,0055	0,0010	0,0050	0,0046
B22	0,0011	0,0015	0,0027	0,0039	0,0062	0,0010	0,0012	0,0004	0,0053	0,0004	0,0059
B23	0,0012	0,0067	0,0090	0,0074	0,0036	0,0066	0,0020	0,0068	0,0007	0,0075	0,0053

Adım 4-5: Faydalı - Faydasız Ölçütlerin ve Q_i Göreceli Önem Değerlerinin Hesaplanması

İlk olarak Eşitlik 8 ile faydalı ölçütler ve Eşitlik 9 ile de faydasız ölçütler hesaplanmıştır. Daha sonra hesaplanan bu değerler yardımıyla göreceli önem değerleri Eşitlik 10 ile hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12. S_i^+ , S_i^- ve Q_i Değerleri

	S_i^+	S_i^-	$\frac{1}{S_i^-}$	$\frac{\sum_{i=1}^m S_i^-}{S_i^- \cdot \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_i^-}}$	Q_i
B1	0,0161	0,0244	40,9496	0,0296	0,0457
B2	0,0303	0,0263	38,0924	0,0275	0,0579
B3	0,0225	0,0244	41,0060	0,0296	0,0521
B4	0,0176	0,0316	31,6747	0,0229	0,0405
B5	0,0217	0,0261	38,3700	0,0277	0,0494
B6	0,0082	0,0259	38,6289	0,0279	0,0361
B7	0,0147	0,0284	35,2243	0,0255	0,0401
B8	0,0280	0,0264	37,9312	0,0274	0,0554
B9	0,0270	0,0243	41,0872	0,0297	0,0567
B10	0,0073	0,0230	43,4735	0,0314	0,0387
B11	0,0050	0,0253	39,5582	0,0286	0,0336
B12	0,0099	0,0196	51,1142	0,0369	0,0469
B13	0,0154	0,0318	31,4816	0,0228	0,0381
B14	0,0152	0,0278	35,9322	0,0260	0,0412
B15	0,0156	0,0268	37,3365	0,0270	0,0426
B16	0,0183	0,0205	48,8264	0,0353	0,0535
B17	0,0027	0,0321	31,1879	0,0225	0,0252
B18	0,0150	0,0362	27,5911	0,0199	0,0349
B19	0,0180	0,0262	38,2089	0,0276	0,0457
B20	0,0193	0,0351	28,4783	0,0206	0,0399
B21	0,0183	0,0258	38,8135	0,0281	0,0463
B22	0,0052	0,0244	40,9041	0,0296	0,0348
B23	0,0232	0,0336	29,8011	0,0215	0,0448
TOPLAM		0,6257	865,6716		

Adım 6: En Yüksek Göreceli Önem Değerinin Hesaplanması

En yüksek göreceli önem değeri Eşitlik 11 yardımı ile hesaplanmıştır.

$$Q_{max} = 0,057854$$

Adım 7: Alternatifler için Performans İndeksi P_i Değerlerinin Hesaplanması

En yüksek göreceli önem değeri yardımı ile her bir alternatif büyükşehre ait performans indeksi değerleri Eşitlik 12 yardımı ile hesaplanmıştır. Elde edilen değerler Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Performans İndeksi (P_i) Değerleri

ALTERNATİFLER (BÜYÜKŞEHİRLER)	P_i
B1	78,91125524
B2	100
B3	90,06230496
B4	70,00606535
B5	85,3625833
B6	62,4774896
B7	69,35636994
B8	95,80985695
B9	97,92650346
B10	66,87260213
B11	58,08183816
B12	80,99026211
B13	65,87146427
B14	71,21455264
B15	73,62711518
B16	92,55428378
B17	43,62219622
B18	60,37797007
B19	78,93151228
B20	68,89694833
B21	80,05338834
B22	60,09949708
B23	77,39495907

Büyükşehirler aldıkları Performans İndeksi P_i Değerlerine göre sıralanmaktadır. Tablo 13'ten de görüldüğü üzere aldığı 100 değeri ile en yüksek P_i değerini alan büyükşehir B2 kodlu Ankara büyükşehri olmuştur. COPRAS yöntemine göre yapılan çevresel performans değerlendirmesinde Ankara kenti ilk sırada yer almıştır.

ARAS Yöntemi İle Büyükşehirlerin Çevresel Performanslarının Analizi

COPRAS yönteminde olduğu gibi Entropi yöntemi ile kriterlerin ağırlıklarının bulunmasından sonra ARAS yöntemi ile de büyükşehirlerin çevresel performansları değerlendirilmiş ve sıralamaları elde edilmiştir. Değerlendirmede kullanılan alternatifler (büyükşehirler) ve kodları Tab-

lo 2’de gösterilmiş olup değerlendirmede kullanılan kriterler ve kodlar ise Tablo 3’de gösterilmiştir.

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

ARAS yönteminde karar matrisinin oluşturulması COPRAS ve Entropi yöntemlerinden farklıdır. ARAS yönteminde başlangıç karar matrisinde her bir kriterle ait optimal değerlerden oluşan bir satır eklenmiştir. Kriterlerin maksimizasyon ya da minimizasyon yönlü olmasına göre optimal değerler belirlenmiş ve karar matrisine eklenmiştir. Oluşturulan karar matrisi Tablo 14’de gösterilmiştir.

Tablo 14. Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
	max	max	min	min	min	max	max	max	min	min	min
Optimum	109	0,080	81	135	0,71	0,141	71	0,085	0,001	0,001	24
B1	7	0,056	163	212	0,89	0,082	1	0,066	0,009	0,066	58
B2	26	0,056	162	227	1,14	0,129	71	0,079	0,004	0,078	58
B3	109	0,047	134	163	1,11	0,071	18	0,039	0,014	0,045	81
B4	4	0,058	187	338	0,89	0,086	4	0,079	0,006	0,115	60
B5	21	0,067	191	238	1	0,096	14	0,078	0,007	0,077	48
B6	19	0,036	182	201	1,06	0,022	9	0,010	0,063	0,009	56
B7	11	0,046	174	238	1,21	0,079	1	0,059	0,026	0,059	65
B8	82	0,080	226	189	1,3	0,105	21	0,065	0,001	0,067	53
B9	58	0,070	195	173	1,32	0,102	43	0,054	0,038	0,024	41
B10	2	0,005	210	172	1,01	0,055	1	0,042	0,016	0,042	45
B11	8	0,022	193	183	0,91	0,030	4	0,001	0,063	0,001	65
B12	1	0,028	81	135	1,06	0,057	3	0,044	0,004	0,043	65
B13	33	0,066	245	233	1,44	0,019	31	0,016	0,068	0,014	66
B14	18	0,039	153	238	1,54	0,106	8	0,038	0,032	0,054	47
B15	7	0,034	121	309	0,81	0,092	3	0,077	0,043	0,070	39
B16	1	0,056	159	180	1,04	0,141	6	0,050	0,013	0,051	24
B17	3	0,006	197	309	0,71	0,029	1	0,001	0,077	0,032	77
B18	29	0,070	254	239	1,97	0,050	4	0,033	0,068	0,017	81
B19	25	0,048	166	284	0,96	0,077	24	0,049	0,028	0,049	51
B20	3	0,039	214	343	1,13	0,136	11	0,077	0,058	0,066	67
B21	13	0,044	158	220	1,29	0,086	20	0,068	0,011	0,064	52
B22	14	0,015	98	176	1,37	0,018	9	0,005	0,057	0,006	66
B23	15	0,069	325	339	0,79	0,117	15	0,085	0,007	0,097	59

Adım 2: Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Maksimizasyon yönlü olarak belirlenen kriterlerin normalizasyonu Eşitlik 13 yardımı ile hesaplanmış olup minimizasyon yönlü olarak belirle-

nen kriterlerin normalizasyonu ise Eşitlik 14 yardımı ile hesaplanmıştır. Elde edilen değerler ise Tablo 15’de gösterilmiştir.

Tablo 15. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
	max	max	min	min	min	max	max	max	min	min	min
Optimum	0,176	0,071	0,082	0,066	0,061	0,073	0,181	0,071	0,302	0,410	0,089
B1	0,011	0,049	0,041	0,042	0,049	0,043	0,003	0,055	0,027	0,004	0,037
B2	0,042	0,049	0,041	0,039	0,038	0,067	0,181	0,066	0,064	0,003	0,037
B3	0,176	0,041	0,050	0,054	0,039	0,037	0,046	0,033	0,018	0,005	0,026
B4	0,006	0,050	0,036	0,026	0,049	0,045	0,010	0,066	0,041	0,002	0,035
B5	0,034	0,059	0,035	0,037	0,044	0,050	0,036	0,065	0,034	0,003	0,044
B6	0,031	0,032	0,037	0,044	0,041	0,012	0,023	0,009	0,004	0,027	0,038
B7	0,018	0,040	0,038	0,037	0,036	0,041	0,003	0,049	0,009	0,004	0,033
B8	0,133	0,071	0,029	0,047	0,034	0,054	0,053	0,055	0,302	0,004	0,040
B9	0,094	0,062	0,034	0,051	0,033	0,053	0,109	0,045	0,006	0,010	0,052
B10	0,003	0,005	0,032	0,051	0,043	0,029	0,003	0,035	0,015	0,006	0,047
B11	0,013	0,019	0,034	0,048	0,048	0,016	0,010	0,001	0,004	0,410	0,033
B12	0,002	0,024	0,082	0,066	0,041	0,030	0,008	0,037	0,062	0,006	0,033
B13	0,053	0,058	0,027	0,038	0,030	0,010	0,079	0,013	0,004	0,017	0,032
B14	0,029	0,034	0,043	0,037	0,028	0,055	0,020	0,032	0,008	0,004	0,045
B15	0,011	0,030	0,055	0,029	0,054	0,048	0,008	0,064	0,006	0,003	0,055
B16	0,002	0,049	0,042	0,049	0,042	0,073	0,015	0,042	0,018	0,005	0,089
B17	0,005	0,006	0,034	0,029	0,061	0,015	0,003	0,001	0,003	0,007	0,028
B18	0,047	0,062	0,026	0,037	0,022	0,026	0,010	0,027	0,004	0,014	0,026
B19	0,040	0,043	0,040	0,031	0,045	0,040	0,061	0,041	0,009	0,005	0,042
B20	0,005	0,034	0,031	0,026	0,039	0,070	0,028	0,064	0,004	0,004	0,032
B21	0,021	0,039	0,042	0,040	0,034	0,045	0,051	0,057	0,022	0,004	0,041
B22	0,023	0,013	0,068	0,050	0,032	0,010	0,023	0,005	0,004	0,042	0,032
B23	0,024	0,061	0,020	0,026	0,055	0,061	0,038	0,071	0,032	0,002	0,036

Adım 3: Ağırlıklandırılmış Matrisin Oluşturulması

Entropi yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları ile normalize edilmiş değerler çarpılarak ağırlıklandırılmış matris elde edilmiştir. Tablo 8’de Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlık değerleri gösterilmiştir. Ağırlıklandırılmış matris değerleri Eşitlik 15 yardımı ile elde edilmiştir ve bu değerlerden oluşan matris Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Ağırlıklandırılmış Matris

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
	max	max	min	min	min	max	max	max	min	min	min
Optimum	0,0069	0,0072	0,0095	0,0077	0,0073	0,0074	0,0076	0,0063	0,0201	0,0366	0,0105
B1	0,0004	0,0050	0,0047	0,0049	0,0058	0,0043	0,0001	0,0049	0,0018	0,0003	0,0043
B2	0,0016	0,0050	0,0048	0,0046	0,0045	0,0068	0,0076	0,0059	0,0043	0,0003	0,0043
B3	0,0069	0,0042	0,0058	0,0064	0,0046	0,0037	0,0019	0,0029	0,0012	0,0005	0,0031
B4	0,0003	0,0052	0,0041	0,0031	0,0058	0,0045	0,0004	0,0059	0,0028	0,0002	0,0042
B5	0,0013	0,0060	0,0040	0,0044	0,0052	0,0050	0,0015	0,0059	0,0023	0,0003	0,0052
B6	0,0012	0,0033	0,0042	0,0052	0,0049	0,0012	0,0010	0,0008	0,0003	0,0024	0,0045
B7	0,0007	0,0041	0,0044	0,0044	0,0043	0,0042	0,0001	0,0044	0,0006	0,0004	0,0039
B8	0,0052	0,0072	0,0034	0,0055	0,0040	0,0055	0,0023	0,0049	0,0201	0,0003	0,0047
B9	0,0037	0,0063	0,0040	0,0060	0,0039	0,0053	0,0046	0,0040	0,0004	0,0009	0,0061
B10	0,0001	0,0005	0,0037	0,0060	0,0051	0,0029	0,0001	0,0031	0,0010	0,0005	0,0056
B11	0,0005	0,0020	0,0040	0,0057	0,0057	0,0016	0,0004	0,0001	0,0003	0,0366	0,0039
B12	0,0001	0,0025	0,0095	0,0077	0,0049	0,0030	0,0003	0,0033	0,0041	0,0005	0,0039
B13	0,0021	0,0059	0,0032	0,0045	0,0036	0,0010	0,0033	0,0012	0,0002	0,0015	0,0038
B14	0,0011	0,0035	0,0050	0,0044	0,0033	0,0055	0,0009	0,0029	0,0005	0,0004	0,0054
B15	0,0004	0,0031	0,0064	0,0034	0,0064	0,0048	0,0003	0,0057	0,0004	0,0003	0,0064
B16	0,0001	0,0050	0,0049	0,0058	0,0050	0,0074	0,0006	0,0038	0,0012	0,0004	0,0105
B17	0,0002	0,0006	0,0039	0,0034	0,0073	0,0015	0,0001	0,0001	0,0002	0,0007	0,0033
B18	0,0018	0,0063	0,0030	0,0043	0,0026	0,0026	0,0004	0,0024	0,0002	0,0012	0,0031
B19	0,0016	0,0043	0,0046	0,0037	0,0054	0,0041	0,0026	0,0036	0,0006	0,0004	0,0049
B20	0,0002	0,0035	0,0036	0,0030	0,0046	0,0071	0,0012	0,0058	0,0003	0,0003	0,0038
B21	0,0008	0,0040	0,0049	0,0047	0,0040	0,0045	0,0021	0,0051	0,0015	0,0003	0,0048
B22	0,0009	0,0014	0,0079	0,0059	0,0038	0,0010	0,0010	0,0004	0,0003	0,0038	0,0038
B23	0,024	0,061	0,020	0,026	0,055	0,061	0,038	0,071	0,032	0,002	0,036

Adım 4-5: Optimallik Fonksiyon Değerlerinin (S_i) ve Her Bir Alternatife Ait Fayda Derecesinin (K_i) Hesaplanması

Optimallik fonksiyon değerleri (S_i) Eşitlik 16 yardımı ile elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler yardımı ile her bir alternatife ait fayda dereceleri (K_i) hesaplanmıştır. Hesaplama Eşitlik 17 yardımı ile yapılmıştır. Bulunan değerler Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17. S_i ve K_i Değerleri

	S_i	K_i
Optimum	0,127121401	1
B1	0,036712246	0,288796738
B2	0,049650376	0,39057449
B3	0,041254007	0,324524481
B4	0,03637845	0,286170935
B5	0,041061159	0,323007446
B6	0,028785388	0,226440138
B7	0,03142269	0,247186468
B8	0,063073494	0,496167392
B9	0,045240909	0,355887434
B10	0,028604865	0,225020055
B11	0,060603954	0,476740763
B12	0,039724052	0,312489097
B13	0,030293994	0,238307587

B14	0,032880121	0,258651345
B15	0,037619285	0,295931958
B16	0,044524864	0,350254666
B17	0,021139118	0,166290791
B18	0,028180568	0,22168233
B19	0,035828974	0,281848486
B20	0,03326066	0,261644852
B21	0,036797171	0,289464804
B22	0,03001185	0,236088097
B23	0,039830402	0,313325697

ARAS yönteminde büyükşehirler Fayda Derecesine (K_i) göre sıralanmaktadır. En yüksek K_i değeri B8 kodlu İstanbul büyükşehrine aittir.

COPRAS yöntemi ile ARAS yönteminin Karşılaştırılması

Entropi yöntemi ile elde edilen ağırlıklar yardımı ile COPRAS ve ARAS yöntemleri uygulanarak 23 büyükşehrin çevresel performansları değerlendirilmiş ve 2 ayrı büyükşehir sıralaması elde edilmiştir. Elde edilen sıralamalar Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. COPRAS ve ARAS Yöntemleri İle Elde Edilen Sıralamalar

COPRAS			ARAS		
SIRA	BÜYÜKŞEHİR	SONUÇ	SIRA	BÜYÜKŞEHİR	SONUÇ
1	Ankara	100	1	İstanbul	0,496167392
2	İzmir	97,92650346	2	Hatay	0,476740763
3	İstanbul	95,80985695	3	Ankara	0,39057449
4	Eskişehir	92,55428378	4	İzmir	0,355887434
5	Bursa	90,06230496	5	Eskişehir	0,350254666
6	Kocaeli	85,3625833	6	Bursa	0,324524481
7	Diyarbakır	80,99026211	7	Kocaeli	0,323007446
8	Samsun	80,05338834	8	Trabzon	0,313325697
9	Ordu	78,93151228	9	Diyarbakır	0,312489097
10	Adana	78,91125524	10	Erzurum	0,295931958
11	Trabzon	77,39495907	11	Samsun	0,289464804
12	Erzurum	73,62711518	12	Adana	0,288796738
13	Balıkesir	71,21455264	13	Gaziantep	0,286170935
14	Gaziantep	70,00606535	14	Ordu	0,281848486
15	Mersin	69,35636994	15	Sakarya	0,261644852
16	Sakarya	68,89694833	16	Balıkesir	0,258651345
17	Şanlıurfa	66,87260213	17	Mersin	0,247186468
18	Aydın	65,87146427	18	Aydın	0,238307587
19	Konya	62,4774896	19	Tekirdağ	0,236088097
20	Muğla	60,37797007	20	Konya	0,226440138
21	Tekirdağ	60,09949708	21	Şanlıurfa	0,225020055
22	Hatay	58,08183816	22	Muğla	0,22168233
23	K.Maraş	43,62219622	23	K.Maraş	0,166290791

Tablo 18'den görüldüğü üzere büyükşehirlerin çevresel performans değerlendirmesinin sonucunda COPRAS yönteminde İstanbul büyükşehir ilk sırada yer alırken ARAS yönteminde ise Ankara büyükşehir ilk sırada yer almıştır. Her iki yöntemde de ilk beşte Ankara, İstanbul, İzmir, Eskişehir büyükşehirleri yer almaktadır. Her iki yöntemde de büyükşehirlerin sıralamaları küçük farklılıklar olmakla birlikte benzerdir. Sıralamanın sonunda ise her iki yöntemde de Kahramanmaraş büyükşehir son sırada yer almıştır.

Sonuç ve Değerlendirme

Sürdürülebilirlik kavramının kökenleri antik medeniyetlere kadar dayandırılrsa da, uluslararası alana taşınması Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından 1987 yılında yayımlanan Brundtland Raporu ile gerçekleşmiştir. Bu tarihten sonra yükselişe geçen sürdürülebilirlik olgusu; küresel, ulusal, bölgesel ve yerel olmak üzere birçok farklı ölçekte ele alınmaktadır.

Günümüz dünyasında hızlı nüfus artışına bağlı olarak devasa boyutlara ulaşan tüketim miktarına karşın doğal kaynakların giderek azalması insan neslinin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bu çerçevede, sürdürülebilirliğin çevresel boyutu en az ekonomik ve sosyal boyutu kadar önem arz etmektedir. Dünya uluslarının giriştiği kıyasıya kalkınma yarışının olumsuz dışsallıkları olan çevre kirliliği, ekolojik bozulma, doğal kaynakların tükenmesi ve sera gazı salımının yükselmesi gibi sorunlara sebebiyet vermektedir. Bu sorunlardan en fazla etkilenen mekânlar ise giderek artan nüfusları ile dikkat çeken metropoliten kent alanları olmaktadır. Dünya üzerindeki diğer örnekleri gibi Türkiye'deki büyük ölçekli kentler de çevresel ve ekolojik sorunlar sarmalında bulunmaktadır. Çevresel sorunların aşılmasında performans değerlendirmesi etkin bir rol oynamaktadır.

Bu çalışma ile Türkiye'de bulunan büyükşehirler çevresel performans göstergeleri çerçevesinde değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışmamızda kullanılan kriterler 11 tanedir. Bu kriterlere ait ağırlıklar Entropi Yöntemi ile hesaplanmış; daha sonra COPRAS ve ARAS yöntemleri aracılığıyla büyükşehirlerin çevresel sıralamaları elde edilmiştir. Yöntemlerin uygulanması sonucunda birbirine benzer sıralamalar elde edildiği gözlem-

lenmiştir. COPRAS yönteminde Ankara, İzmir, İstanbul, Eskişehir ve Bursa kentleri; ARAS yönteminde ise İstanbul, Hatay, Ankara, İzmir ve Eskişehir kentleri çevresel performansı en yüksek olan ilk beş kent olmuşlardır. Her iki yöntemde de Kahramanmaraş kenti çevresel performansı en düşük il olarak dikkat çekmektedir. Diğer kentlere oranla daha yoğun bir nüfusa sahip olan İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa gibi büyükşehirlerin sıralamada üst basamaklarda yer almaları, çevresel farkındalıklarının yüksek olduğu yönünde değerlendirilmiştir. Bu kentlerin üst sıralarda yer almasında daha büyük ölçekli ve küresel nitelikte olmaları, yüksek oranda yerli ve yabancı turist çekmeleri nedeniyle çevresel sorunların çözümüne yönelik daha tecrübeli olmaları, mali kaynaklarının diğer kentlere göre daha yüksek olması gibi faktörlerin payı olduğu düşünülmektedir. Her iki yöntemde de alt sıralarda yer alan Kahramanmaraş, Muğla, Aydın, Konya, Tekirdağ ve Şanlıurfa ise çevresel performansın yükseltilmesi gereken kentler olarak ön plana çıkmaktadır.

Günümüz kentleri çevresel, ekonomik, sosyal ve kültürel birçok alanda rekabet içerisinde. Bu rekabet New York, Londra, Toronto, Sidney, Tokyo vb. küresel kentlerde daha üst seviyelerde gerçekleşmektedir. Çevresel boyutta sürdürülebilir bir yaşam alanı yaratmak bu rekabette önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilirlik kentlerin önemli gündem maddeleri arasında yer almaktadır. Birçok dünya kenti, ulusal ve uluslararası indeksler aracılığıyla çevresel performanslarını sürekli olarak değerlendirmekte; bu suretle gelişimlerini takip etmektedir.

Başta İstanbul, Ankara, İzmir ve Antalya olmak üzere ülkemiz metropoliten kentleri de bu yarışta ön sıralarda yer almak için çevresel performanslarını değerlendirmek ve geliştirmek zorundadır. Ancak Türkiye’de bu alanda yeterince çalışma yapılmadığı gibi kentlerimiz için mevcut bir sürdürülebilirlik indeksi de bulunmamaktadır.

Bu çalışma kent yönetimlerine çevresel sıralamadaki yerlerini görebilme fırsatı vermekte; çevresel performans alanında farkındalık yaratmayı hedeflemektedir. Çalışmanın kentler adına karar alma ve uygulama süreçlerinde etkili olacağına inanılmaktadır. Çalışmanın önümüzdeki dönemde ulusal bir kent sürdürülebilirliği indeksi oluşturulması çalışmalarına katkı sağlaması hedeflenmektedir.

EXTENDED ABSTRACT

**Evaluation of Environmental Performances of
Metropolitan Cities in Turkey with Entropy Based
COPRAS and ARAS Methods**

*

Onur Akçakaya - Ezgi Dilan Urmak Akçakaya

Ardahan University

Rapid urbanization causes enormous environmental challenges as well as huge social, economic and cultural problems in today's cities. Especially metropolitan cities are human settlements most affected by environmental and ecological threats. On the other hand, the environment is a competition issue for most cities. Cities, turning threats such as environmental pollution and ecological deterioration into an opportunity, are ahead of their other competitors on a global scale. So, the concept of sustainability concerns cities closely today. In the process of creating a sustainable city, measuring environmental performance has great importance.

There are many urban sustainability indexes worldwide. Many cities from Europe, the U.S., China, New Zealand, and Australia prefer the various sustainability indexes that are consistent with their needs and challenges. Nevertheless, Turkish cities are reluctant to measure sustainability compared to other cities in the world. Moreover, there is not a unique environmental urban sustainability index in accordance with the needs of Turkish cities. This situation causes not only the uncertainty of the environmental performance in Turkish cities but also the disadvantage of competition for them.

In this study, it is aimed to evaluate the environmental performance of our metropolitan cities and to raise awareness in this area. More than all it is also purposed to contribute to the creation of an urban sustainability index for Turkish Cities. Such an index provides a comparative, objective and comprehensive assessment of the performances of all cities.

Multi-criteria decision-making methods (COPRAS and ARAS) were used in the evaluation. There are two reasons for preferring COPRAS

and ARAS methods. First, they give the opportunity to evaluate the criteria that do not have the same units of measurement. Second, the criteria which contradict each other can be evaluated easily by these methods.

Sustainability is a multi-dimensional paradigm and it has social, environmental and economic dimensions. Considering that, a limitation of this paper can be mentioned. In this study, only the environmental dimension of sustainability was evaluated in terms of cities. Therefore, only environmental sustainability criteria were used in the study. In determining the criteria used, the literature review, expert opinions and accessibility of data were effective. Eleven criteria used in the evaluation are; number of wastewater treatment plants, amount of wastewater treated in wastewater treatment plants per person (thousand M3 / year), daily wastewater discharged in municipalities (Liters/Person-Day), daily amount of water taken per person (Liters / Person-Day), average amount of municipal waste per person (kg / person-day), capacity of drinking and potable water treatment plant (thousand M3 per year), number of drinking water treatment plants, amount of drinking and potable water treated in treatment plants per person (thousand M3 / year), amount of groundwater taken for drinking and potable water network per capita (thousand M3 / year), amount of surface water taken for drinking and utility water network per capita (thousand M3 / year) and particulate matter. When the criterion weights were examined, it was seen that the "K11" coded "particulate matter" criterion has the highest value with the value of "0,1183". For this reason, "K11" was the most important criterion. On the other hand, "the number of wastewater treatment plants" with code "K1" was the least important criterion for environmental performance evaluation with the value of "0.0392".

In the evaluation process, at first, the weights of the criteria were calculated by the Entropy Method. After then the environmental rankings of the metropolitan cities were obtained by COPRAS and ARAS Methods. So, two rankings were obtained as a result of the evaluation of COPRAS and ARAS. In both methods, close sequences were obtained. Istanbul, Ankara, Izmir, Eskisehir, and Bursa were among the best performing cities; Aydın, Konya, Tekirdağ, Muğla, and Kahramanmaraş

were the least performing cities. So it can be stated that the study revealed the environmental performance of the cities.

In conclusion, it can be stated that the evaluation of environmental sustainability performance is a critical issue for all cities around the world. However, a specific environmental index is as important as the evaluation process for urban areas. So, an indicator tool developed for Turkish Cities has great importance in terms of many aspects. At first, an accessible index eases the evaluation process for all cities. Secondly, it contributes to raising the level of awareness about urban sustainability. Also, urban sustainability performance can be evaluated in a comparative, objective, and inclusive manner. Thus, the cities will be able to measure their own environmental performance and to see their rankings. This situation may increase the competitiveness of the cities as well as speed up the policy transfer process.

Kaynakça / References

- Akçakaya, O. (2016). Kentsel sürdürülebilirliğin uygulanması ve ölçülmesi bağlamında yerel yönetimlerin fonksiyonu. *Ardahan Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4, 47-64.
- Akçakaya, O. (2017). Yerel sürdürülebilirliğin sağlanmasında etkin bir yaklaşım: Kamu sektörü ve özel sektör ortaklığı. *Sakarya İktisat Dergisi*, 6(3), 46-62.
- Akten, M. ve Akten, S. (2010). A model approach: An agricultural sector case study for sustainable land use planning. *BIBAD*, 2, 83-90.
- Anders, R. (1991). The sustainable cities movement. Working paper no. 2, *Institute for Resources and Security Studies*, Cambridge, MA, USA.
- Aytaç, A. E. ve Tuş, I. A. (2016). Air Conditioner selection problem with COPRAS and ARAS methods. *Manas Journal of Social Studies*, 5(2), 124-138.
- Bağcı, H. ve Caba, N. (2018). Entropi ve COPRAS yöntemleri kullanılarak menkul kıymet yatırım ortaklıklarının nakit düzeylerinin kıyaslanması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(5), 64-83.

- Beatley, T. (1995). Planning and sustainability: The elements of a new (improved? paradigm. *Journal of Planning Literature*, 9(4), 383-395.
- Bircan, H., Arslan, R. ve Eleroğlu, H.(2018). MOORA ve COPRAS yöntemleriyle kayseri ilinde kurulabilecek biyogaz tesislerinin optimallik sıralaması. *International Congress on Politic, Economic and Social Studies*, 26-29 October, 2018 Niğde / Turkey
- Briassoulis, H. (2001). Sustainable development and its indicators: Through a planner's glass darkly. *Journal of Environmental Planning and Management*, 44(3), 409-427.
- Chatterjee, P., Athawale, V. M. ve Chakraborty, S. (2011). Materials selection using complex proportional assessment and evaluation of mixed data methods. *Materials & Design*, 32(2), 851-860.
- Couch, C., Karecha, J., Nuissl, H. ve Rink, D. (2005). Decline and sprawl: An evolving type of urban development - Observed in Liverpool and Leipzig. *European Planning Studies* 13(1), 117-136.
- Çakır, E. ve Kutlu Karabıyık, B. (2017). Bütünleşik SWARA-COPRAS yöntemi kullanarak bulut depolama hizmet sağlayıcılarının değerlendirilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 417-434.
- Diver, G., Newman, P. ve Kenworthy, J. (1996). *An evaluation of better cities: Environmental component*. Department of Environment, Sport and Territories, Canberra.
- Ercan, E. ve Kundakcı, N. (2017). Bir tekstil işletmesi için desen programı seçiminde ARAS ve OCRA yöntemlerinin karşılaştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 83-105.
- Gök, M. ve Yiğit, S. (2017). Türkiye'deki Büyükşehirlerin sürdürülebilirlik kriterleri açısından incelenmesi yönetim bilimleri dergisi, *Journal of Administrative Sciences*, 15(30), 253-273.
- Kenger, M. D. ve Organ, A. (2017). Banka personel seçiminin çok kriterli karar verme yöntemlerinden entropi temelli aras yöntemi ile değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(4), 152-170.
- Kidd, C.V. (1992). The evolution of sustainability. *Journal of Agricultural Environmental Ethics*, 5(1), 1-26.

- Kutut, V., Zavadskas, E. K. ve 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.
- Ma, Y.C., Wang, X.Y. ve Liu, H. (2014). Study on evaluation dimension of sustainable innovative city within the constraints of resources and environment. *Proceedings Of International Symposium - Management, Innovation and Development*.
- Maclaren, V. W. (1993). *Sustainable urban development in canada: From concept to practice*. Toronto: ICURR Press.
- Maclaren, V. W. (1996). Urban sustainability reporting. *Journal of the American Planning Association*, 62(2), 184-202.
- Medineckiene, M., Zavadskas, E. K., Bjork, F. ve Turskis, Z. (2015). Multi-Criteria Decision-Making system for sustainable building assessment/certification. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 15(1), 11-18.
- Mega, V. ve Pedersen, J. (1998), *Urban sustainability indicators*, Dublin: European Foundation.
- Mitlin, D. ve Satterthwaite, D. (1994). Cities and sustainable development. discussion paper for un global forum, Manchester, IIED, London.
- Mulliner, E., Smallbone, K. ve Maliene, V. (2013). An assessment of sustainable housing affordability using a multiple criteria decision making method. *Omega*, 41(2), 270-279.
- Newman, P. W.G. (1999). Sustainability and cities: Extending the metabolism model. *Landscape and Urban Planning*, 44, 219-226.
- Newman, P. ve Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and cities: Overcoming automobile dependence*. Island Press, Washington, DC.
- Our Common Future (1987). *WCED (World Commission on Environment and Development)*. Oxford: Oxford University Press.
- Ömürbek, N. ve Urmak A. E. D. (2018). Forbes 2000 listesinde yer alan havacılık sektöründeki şirketlerin Entropi, MAUT, COPRAS Ve SAW yöntemleri ile analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(1), 257-278.

- Ömürbek, N. ve Eren, H. (2016). PROMETHEE, MOORA VE COPRAS yöntemleri ile oran analizi sonuçlarının değerlendirilmesi: Bir Uygulama. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 174-187.
- Podvezko, V. (2011). The Comparative analysis of MCDA methods SAW and COPRAS. *Inzinerine Ekonomika Engineering Economics*, 22(2), 134-146.
- Roseland, M. (1992). *Toward sustainable Communities*. Ottawa, Ontario: National Roundtable on the Environmental and the Economy.
- Sarı, E. B. (2017). Endüstri işletmelerinde Ar-Ge projelerini öncelik sıralamasında entropi ağırlıklı topsis yöntemine dayalı çok kriterli bir analiz. *International Journal of Academic Value Studies* 3(11), 159-170.
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27, 379-423.
- Shariati, S., Yazdani-Chamzini, A., Salsani, A. ve Tamošaitienė, J. (2014). Proposing a new model for waste dump site selection: case study of ayerma phosphate mine. *Engineering Economics*, 25(4), 410-419.
- Sliogeriene, J., Turskis, Z. ve Streimikiene, D. (2013). Analysis and choice of energy generation technologies: the multiple criteria assessment on the case study of lithuania. *Energy Procedia*, 32, 11-20.
- Ulutaş, A. (2018). Entropi temelli ROV yöntemi ile esnek üretim sistemi seçimi. *Business and Economics Research Journal*, 9(1), 187-194.
- Verbruggen, H. ve Kuik, O. (1991). Indicators of sustainable development: an overview. In O. Kuik and H. Verbruggen (Ed.), *In search of indicators of sustainable development*.
- Wang, T.C. ve Lee H. D. (2009). Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. *Expert Systems With Applications*, 36, 8980-8985.
- Wong, N. ve Yu, C. (2005). Study of green areas and urban heat island in a tropical city. *Habitat International*, 29(3), 547-558.
- Wu J., Sun J., Liang L. ve Zha Y. (2011). Determination of weights for ultimate cross efficiency using Shannon entropy. *Expert System with Application*, 38, 5162-5165.
- Yıldırım, B. F. (2015). Çok kriterli karar verme problemlerinde ARAS yöntemi. *KAÜ İİBF Dergisi*, 6(9), 285-296.

- Zavadskas, E. K., Kaklauskas A., Turskis, Z. Ve Tamošaitiene J. (2009). Multi-Attribute Decision-Making Model by applying grey numbers. *Informatica*, 20(2), 305–320.
- Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159-172.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z. ve Vilutiene, T. (2010). Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying additive ratio assessment (ARAS) method. *Archives Of Civil And Mechanical Engineering*, 10(3), 123-141.
- Tunca, M.Z., Ömürbek, N., Urmak A. E.D. ve Akçakaya, O. (2018). *En değerli 10 küresel markanın çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi*. 17. Uluslararası Katılımlı İşletmecilik Kongresi, 1837-1847.

Kaynakça Bilgisi / Citation Information

Akçakaya, O ve Urmak-Akçakaya, E. D. (2019). Türkiye'deki büyükşehirlerin çevresel performanslarının entropi temelli COPRAS ve ARAS yöntemleri ile değerlendirilmesi. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 11(18), 1437-1473. DOI: 10.26466/opus.556278