



# OECD ÜLKELERİNİN TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜ AÇISINDAN SMAA-EDAS YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mihrimah ÖZMEN<sup>1,\*</sup>

Endüstri Mühendisliği, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

## ÖZET

Ortalama çözüme olan uzaklığa göre değerlendiren yeni ve etkili EDAS yöntemi 2015 yılından bu yana literatürde artan bir şekilde yer almaktadır. Şimdiye kadar, birçok sektörde karar verme problemlerini çözmek için çeşitli EDAS modelleri geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu çalışmada, EDAS modellerinin ortak noktası olan bir EDAS sınırlaması ele alınmıştır. EDAS 'da bulunan iki girdi: alternatiflerin kriter değerleri ve kriterlerin önem ağırlıkları genellikle belirsizdir. Bu sınırlamaya çözüm getirmek için, EDAS ile SMAA entegre edilerek, EDAS' ın girdilerindeki belirsizliklerin üstesinden eşzamanlı olarak gelebilmek için SMAA-EDAS yöntemi önerilmektedir. Önerilen SMAA-EDAS yöntemi ile OECD ülkeleri telekomünikasyon sektörü geniş bant altyapıları ve yapısal hizmetleri açısından değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıkları ve değerlerindeki belirsizlikle SMAA-EDAS % 99.96 düzeyinde güvenilirlik değeriyle etkili ve geçerli sonuçlarla başa çıkabilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** ÇKKV, EDAS, SMAA, OECD, Telekomünikasyon sektörü

## EVALUATION OF OECD COUNTRIES WITH SMAA-EDAS METHOD IN TERMS OF TELECOMMUNICATION SECTOR

### ABSTRACT

The new and effective EDAS method, which evaluates according to the distance to the average solution, has attracted increasing attention from the academic world since 2015. So far, several EDAS models have been developed and implemented to solve decision-making problems in many sectors. In this study, we point out a limitation of EDAS, which is shared by all the EDAS-based models. Two types of inputs inherent in EDAS, i.e., criteria measurements and criteria weights are usually uncertain. To address this limitation, the SMAA-EDAS method is proposed in order to overcome the uncertainties in EDAS inputs by integrating EDAS and SMAA. With the proposed SMAA-EDAS method, OECD countries were evaluated in terms of broadband infrastructures and structural services of telecommunication sector. SMAA-EDAS was able to cope with effective the uncertainty in criteria measurements and weights, and obtained valid results with a confidence factor value of 99.96%.

**Keywords:** MCDM, EDAS, SMAA, OECD, Telecommunications sector

## 1. GİRİŞ

Çok kriterli karar verme (ÇKKV), çoğunlukla çok ve genellikle çelişen kriterleri göz önünde bulundurarak alternatifleri seçme, sıralama veya sınıflandırma konusunda karar vermeye yardımcı olan günlük hayatta çokça karşılaşılan bir aktivitedir [1]. 1960'lardan beri, ÇKKV araştırma konusu ile ilgili önemli miktarda teorik ve pratik makale ve kitap yayınlanmıştır [2]. Saaty, 2013 [3], Ho vd., 2010 [4] gibi literatürde yer alan birçok çalışma, bu araştırma konusunun güncelliğini ortaya koymaktadır.

Gerçek dünyadaki karar verme problemlerini çözmek için geliştirilen çok sayıdaki ÇKKV yöntemlerinden biri olan EDAS, literatürde çok sayıda çelişkili kriterle başa çıkabilen bir yöntem olarak uygulanmaktadır. Araştırmacılar tarafından sonuçlarının TOPSIS, VIKOR ve benzeri gibi diğer yöntemlerle oldukça tutarlı olduğu kanıtlanmıştır [5]. Geleneksel uzlaşmacı ÇKKV yöntemleri: VIKOR ve TOPSIS, ideal ve nadir çözümlere göre en iyi alternatif belirlenmektedirler. Ancak, EDAS alternatifleri değerlendirirken sadece ortalama değerlere olan mesafeler kavramı üzerine kuruludur. Dolayısıyla, EDAS nispeten kolay bir yaklaşımdır, çünkü ideal ve nadir çözümlerin hesaplanması gerekmez [6]. Basit ama etkili bir ÇKKV yöntemi olan EDAS, ortaya çıkışından bu yana araştırmacıların artan ilgisini çekmiştir. EDAS; konveyör seçimi, araç seçimi,

\* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: mihrimah@erciyes.edu.tr

Geliş / Recieved: 27.08.2019 Kabul / Accepted: 15.11.2019 doi: 10.28948/ngumuh.611987

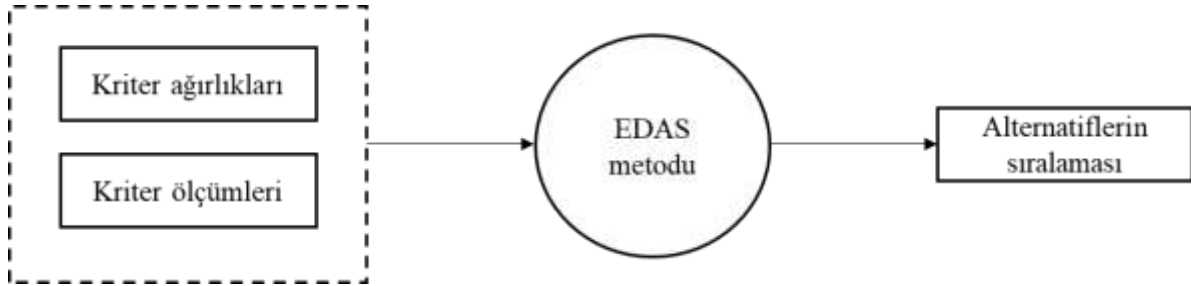
M. Özmen

taşeron değerlendirme, personel seçimi, tedarikçi seçimi, katı atık bertaraf sahası seçimi ve yenileme projeleri için kültürel miras yapılarının önceliklendirilmesi gibi birçok konuda uygulanmıştır [7-11]. Ancak bildiğimiz kadarıyla, EDAS yöntemi ilk kez literatürde telekomünikasyon sektöründe bu çalışmada uygulanmaktadır.

**Tablo 1.** EDAS' ın çeşitli modellerinin bir özeti.

Yazarlar	Kriter değerlerinin gösterimi	Kriter ağırlıkları
Ghorabae vd. (2017) [9]	Aralıklı tip 2 bulanık sayılar	Bulanık ağırlıklar
Kahraman vd. (2017) [10]	Bulanık sayılar	Önceden belirlenmiş
Ghorabae vd. (2016) [12]	Bulanık sayılar	Bulanık ağırlıklar
Peng vd. (2017) [13]	Nötrosofik sayılar	Önceden belirlenmiş
Ghorabae vd. (2017) [14]	Aralıklı tip 2 bulanık sayılar	Bulanık ağırlıklar
Peng ve Dai (2017) [15]	Aralıklı nötrosofik sayılar	Önceden belirlenmiş
Karaşan vd. (2018) [16]	Aralıklı nötrosofik sayılar	Önceden belirlenmiş
Karaşan vd. (2017) [17]	Aralıklı nötrosofik sayılar	Önceden belirlenmiş
Ghorabae vd. (2017) [18]	Stokastik sayılar	Önceden belirlenmiş

Bu çalışmanın temel motivasyonu, Tablo 1'de özetlendiği üzere, EDAS ve EDAS tabanlı modellerde ortaya çıkan belirsizliklerin ele alınmasına odaklanmaktadır. Birçok ÇKKV yöntemlerinde de olduğu gibi EDAS' da da tüm girdi bilgileri mevcut olmayabilmektedir. Kriter değerlerinde yer alan belirsizliklerin yanı sıra kriter ağırlıkları bilgisi de eksik olabilmektedir. Tablo 1'de listelenen EDAS modellerinden hiçbiri bu sınırlamaya tamamen çözüm getirmediğinden, belirsizliklerin incelenmesi halen ele alınması gereken bir sınırlamadır. Yalnızca, Ghorabae vd. [18] "Stokastik EDAS" yöntemi ile bu sınırlamaya normal dağılıma sahip kriter değerleri ile başa çıkarak kısmen çözüm getirmişlerdir. Önerilen SMAA-EDAS modeli ile hem kriter değerlerindeki belirsizlikle hem de kriter ağırlık bilgisinin eksik olması durumu ile başa çıkabilen bir yöntem literatüre kazandırılmıştır.



**Şekil 1.** EDAS yönteminin gösterimi

EDAS modellerinin girdileri iki tür bilgiden oluşur: Şekil 1'de gösterildiği üzere bu bilgiler (1) kriter değerleri ve (2) kriterlerin önem ağırlıkları' dır.

Çoğu durumda, iki tür girdinin tümü bir dereceye kadar belirsizdir:

(1) Kriter değerlerindeki belirsizlikle ilgili literatürlerin çoğu, Tablo 1'den görülebileceği gibi belirsizlikle başa çıkabilmek için stokastik değişkenler, bulanık sayılar ve dilsel değişkenler gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır.

(2) Kriterler ağırlıklarındaki belirsizlik durumunda genellikle tamamen veya kısmen bilinmemektedir. Bu nedenle, EDAS modelleri çerçevesinde kriterler için bir ağırlık vektörü belirlemeye çalışırken AHP, MACBETH, CRITIC, SWARA gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Genel olarak, farklı ağırlık belirleme yöntemleri, farklı kriter ağırlıkları üreterek karar vericiler için yeni bir problem oluşturmaktadır. Diğer bir deyişle, karar vericilerin bakış açısını yansıtan tek ağırlık vektörünü belirleyen yöntemi seçmek zor olabilmektedir. Ayrıca, bu iki tür belirsizliğin aynı anda var olduğu durumlar için, EDAS modellerinin nasıl uygulanacağı karar vericiler için bir sorundur ve buna yönelik literatürde henüz bir çalışma yer almamaktadır. Bu çalışma ile soruna çözüm getirecek yenilikçi bir yöntem önermek amaçlanmıştır.

Telekomünikasyon sektörü özellikle son on yıllık süreçte önemli gelişmeler kaydetmiştir ve sektördeki büyüme ülke ekonomilerinin üzerinde seyrederek günümüzde ekonomik altyapıların temelini oluşturmaktadır. Ekonomik gelişmenin en büyük itici güçlerinden ve de göstergelerinden biri olan bu sektörü anlayabilen ve analiz edebilen ekonomiler gelecek ekonomisinde de söz sahibi olabileceklerdir. Bu teknolojik rekabet, sektördeki rekabeti stratejik bir savaşa dönüştürmüştür [19]. Telekomünikasyon sektöründe geniş bant altyapıları ve yapısal hizmetleri internet gibi iletişim araçlarına erişim açısından

## OECD ÜLKELERİNİN TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜ AÇISINDAN SMAA-EDAS YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

önem arz etmektedir ve coğrafi konuma bağlı kalmaksızın nüfusun ticari, eğitim, eğlence, sağlık ve kamu hizmetlerinde aynı fırsatlara sahip olabilecekleri imkân sağlayabilmektedir. Bu bağlamda, geniş bant altyapıları ve yapısal hizmetlerindeki gelişmeler, ülkelerdeki ekonomik ve sosyal farklılıkların azalmasına katkı sağlayabilme potansiyeline sahiptir. Bu konunun önemi nedeniyle, bu çalışmada OECD ülkeleri 2011-2015 yılları aralığında telekomünikasyon sektörleri geniş bant altyapıları ve yapısal hizmetleri açısından değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, klasik EDAS yöntemi kısaca anlatılmaktadır. Üçüncü bölümde, EDAS yöntemindeki belirsizliklerinden üstesinden eşzamanlı olarak gelebilmek için SMAA-EDAS yöntemi önerilmektedir. Sonraki bölümde ise, OECD ülkeleri telekomünikasyon sektörü açısından SMAA-TODIM yöntemi ile değerlendirilmiştir. Makale bölüm 5 ile sonuçlandırılmıştır.

### 2. EDAS

EDAS, bazı çelişkili kriterlerin olduğu karar verme problemlerinde oldukça etkili bir yöntemdir. VIKOR ve TOPSIS gibi uzlaşık çözüm öneren ÇKKV yöntemlerinde ideal ve nadir çözümlere olan uzaklık hesaplanarak en iyi alternatif elde edilmektedir. En iyi alternatif bu ÇKKV yöntemlerinde ideal çözüme daha yakın mesafede ve nadir çözüme daha uzak mesafede olmalıdır. Ancak, EDAS yönteminde en iyi alternatif ortalama çözüme (AV) olan mesafesine göre belirlenmektedir. Bu nedenle EDAS yönteminde ideal ve nadir çözümün hesaplanmasına gerek yoktur. EDAS yönteminde, alternatifler değerlendirilirken AV' ye göre iki uzaklık hesaplanır. İlk değer ortalamaya olan pozitif mesafe (PDA) ve ikincisi ise ortalamaya olan negatif mesafedir (NDA). Bu değerler, her bir alternatif çözüm ve ortalama çözüm arasındaki farkı göstermektedir. Alternatifler değerlendirilirken yüksek PDA değerine ve düşük NDA değerine sahip alternatifler tercih edilir. Daha yüksek PDA değeri ve/veya daha düşük NDA değeri, alternatif çözümün ortalama çözümden daha iyi olduğunu gösterir. EDAS bir değer fonksiyonu  $EDAS(i, X, W)$  şeklinde ifade edilebilir. Bu fonksiyonda  $i \in M$  iken,  $X$  bir deterministik karar matrisini ve  $W$  ise kriterlerin deterministik ağırlık vektörünü ifade etmektedir. EDAS yönteminin adımları aşağıdaki gibidir [5]:

Adım 1: Karar matrisinin ( $X$ ) oluşturulması

$$X = [X_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$X_{ij}$   $i$ . alternatifin  $j$ . kriter değerini ifade etmektedir.

Adım 2: Ortalama değerler matrisinin ( $AV$ ) oluşturulması

$$AV = [AV_j]_{1 \times n}, \quad (2)$$

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^m X_{ij}}{m}, \quad (3)$$

Adım 3: Ortalamaya olan pozitif mesafe ( $PDA$ ) ve ortalamaya olan negatif mesafe ( $NDA$ ) matrislerinin oluşturulması

$$PDA = [PDA_{ij}]_{m \times n}, \quad (4)$$

$$NDA = [NDA_{ij}]_{m \times n}, \quad (5)$$

$PDA_{ij}$  ve  $NDA_{ij}$   $i$ . alternatifin  $j$ . kritere ait ortalama değere olan pozitif ve negatif uzaklığı ifade etmektedir.

Eğer  $j$  fayda kriteri ise, aşağıdaki denklemler ile hesaplanır.

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j}, \quad (6)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j}, \quad (7)$$

M. Özmen

Eğer  $j$  maliyet kriteri ise, aşağıdaki denklemler ile hesaplanır.

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j}, \quad (8)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j}, \quad (9)$$

Adım 4: Her bir alternatif için  $PDA$  ve  $NDA$  matrislerinin ağırlıklı toplamlarının hesaplanması

$$SP_i = \sum_{j=1}^n w_j \times PDA_{ij}; \quad (10)$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^n w_j \times NDA_{ij}; \quad (11)$$

$w_j$ ,  $j$ . kritere ait kriter ağırlığını ifade etmektedir.

Adım 5: Her bir alternatif için  $SP$  ve  $SN$  değerlerinin normalize edilmesi.

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max_i(SP_i)}; \quad (12)$$

$$NSN_i = \frac{SN_i}{\max_i(SN_i)}; \quad (13)$$

Adım 6: Her bir alternatif için  $AS$  (değerlendirme skoru) değerlerinin hesaplanması,

$$AS_i = \frac{1}{2} (NSP_i + NSN_i). \quad (14)$$

Adım 7: Alternatifleri  $AS$  değerlerine göre sıralanması.

### 3. Önerilen SMAA-EDAS metodu

#### 3.1. SMAA

Gerçek hayattaki karar verme ile ilgili zorluklarla ilgilenen birçok ÇKKV yaklaşımı vardır. En başarılı olanlar fayda fonksiyonu temelli metotlardır ve bu metotların problemleri değerlendirmek için kesin veriye ihtiyaçları vardır. Ancak birçok ÇKKV probleminde karar vericiler, çeşitli nedenlerden dolayı tercih bilgisi elde edemedikleri durumlarla karşı karşıya kalmaktadırlar [20] ve bu nedenle kesin verilere ulaşamaz. Bu zorluklarla baş etmenin yolu, parametre değerleri elde etmeye çalışmak yerine farklı çıktılar için farklı sonuç değerlerini tanımlamaktır. Lahdelma (1998) [20] tarafından, kesin veya geçerli olmayan, eksik veriler olduğunda (örneğin: ağırlıklar, kriter değerleri) karar vericinin kesin tercihlerine ihtiyaç duymadan karar vermesine yardımcı olan bir yöntem SMAA önerilmiştir. Popüler ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak SMAA'nın amacı en iyi alternatifi bulmak değil o alternatifi destekleyen farklı değerlendirmeleri elde edebilmektedir. SMAA, alternatiflerin tam sıralaması yerine sıralamaların olasılıklarını verir. Metodoloji, uygun parametre değerleri uzayının ters analizine dayanır. SMAA'nın avantajı, tercih bilgilerini kullanmamaktır. Yeni ölçümlerle karar vericilerin daha iyi tahmin yapmasına yardım etmektedir [21].

Literatürde, SMAA, birçok ÇKKV modellerine başarıyla uygulanmıştır. Choquet integrali [22], ELECTRE [23], AHP [24], olasılık teorisi [25], PROMETHEE [26], DEA [27], TOPSIS [28], TODIM [29], VIKOR [30], MOORA [31] ve GRA [32]. Ancak, bildiğimiz kadarıyla, SMAA ile EDAS'ın uygulaması henüz çalışılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada EDAS'ın girdilerindeki (kriter değerleri ve kriterler ağırlıkları) var olan belirsizlikleri eşzamanlı olarak araştırmak için, bu bölümde, EDAS ve SMAA yöntemleri entegre edilmiş ve SMAA-EDAS yöntemi önerilmiştir.

#### 3.2. SMAA-EDAS

Her alternatifin genel faydası, gerçek değerli bir fayda fonksiyonu  $u(i, X, W) = EDAS(i, X, W)$  ile ölçülür.  $u(i, X, W)$

## OECD ÜLKELERİNİN TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜ AÇISINDAN SMAA-EDAS YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

fonksiyonu, karar vericilerin tercihlerinin niceliğini belirtmek için  $W$  ağırlık vektörünü kullanarak  $n$  alternatifi  $n$  gerçek değere eşler. Eldeki bir problemin kriter değerlerinin belirsiz veya kesin olmadığı durumlarda kriterlerin belirsizliğini ölçmek için,  $x_{ij} (\forall i \in M, j \in N)$  ile gösterilen stokastik değişkenler kullanılabilir. Bu stokastik değişkenlerin ortak olasılık yoğunluk fonksiyonu uygun kriter değer uzayı  $X'$  te  $f_X(x)$  ile temsil edilir.

Kriter ağırlıklarına ilişkin tercih bilgilerinin tamamen eksikliği durumunda  $w$  uniform bir dağılım ile tanımlanır. Ağırlıkların negatif olmadığı ve normalize edilmiş olduğu varsayılır. Bu durumda uygun ağırlık kümesi aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$W = \left\{ w \in R^n : w \geq 0 \text{ and } \sum_{j=1}^n w_j = 1 \right\} \quad (15)$$

SMAA ruhunda, her bir alternatifi sırası, aşağıdaki formül kullanarak en iyi sıradaki ( $=1$ ), en kötü sıradaki ( $=m$ ) olarak bir tam sayı olarak tanımlanır:

$$rank(i, x, w) = 1 + \sum_{k \neq i} p(u(k, x, q) > u(i, x, q)) \quad (16)$$

$p$ (doğru) ise 1 ve  $p$ (yanlış) ise 0' dır.

SMAA-EDAS 'in ilk tanımlayıcı ölçüsü: sıra kabul edilebilirlik indisi. Sıra kabul edilebilirlik indisi, bir alternatifi o sırada olmasını farklı tercihlerin sonucu olarak ölçer [42]. Bu parametre kriter dağılımları ve destekleyici sıra ağırlıklar kümesi üzerinde çok boyutlu integrallerle hesaplanır.

$$b_i^r = \int_x f_x(x) \int_w f_w(w) dw dx \quad (17)$$

Sıra kabul edilebilirlik indisi, farklı alternatif parametrelerin çeşitliliğini ölçer örneğin: alternatif  $a_i$ ' nin  $r$  sırasında olması durumunda kriterlerin ağırlıklarını belirler. Belirli bir sıralama için alternatifi kabul edilebilir kılan uygun tercih parametrelerini temsil eder ve yüzde olarak ifade edilir. Yüksek sıra kabul edilebilirlik indisi daha iyi sıralama ve daha iyi alternatif anlamına gelir. Sıra kabul edilebilirlik indisi  $[0, 1]$  aralığında yer alır, "0" o alternatifi o sırada hiçbir zaman yer alamayacağını, "1" ise o alternatifi hangi ağırlıklar olursa olsun o sırada yer alacağını gösterir.

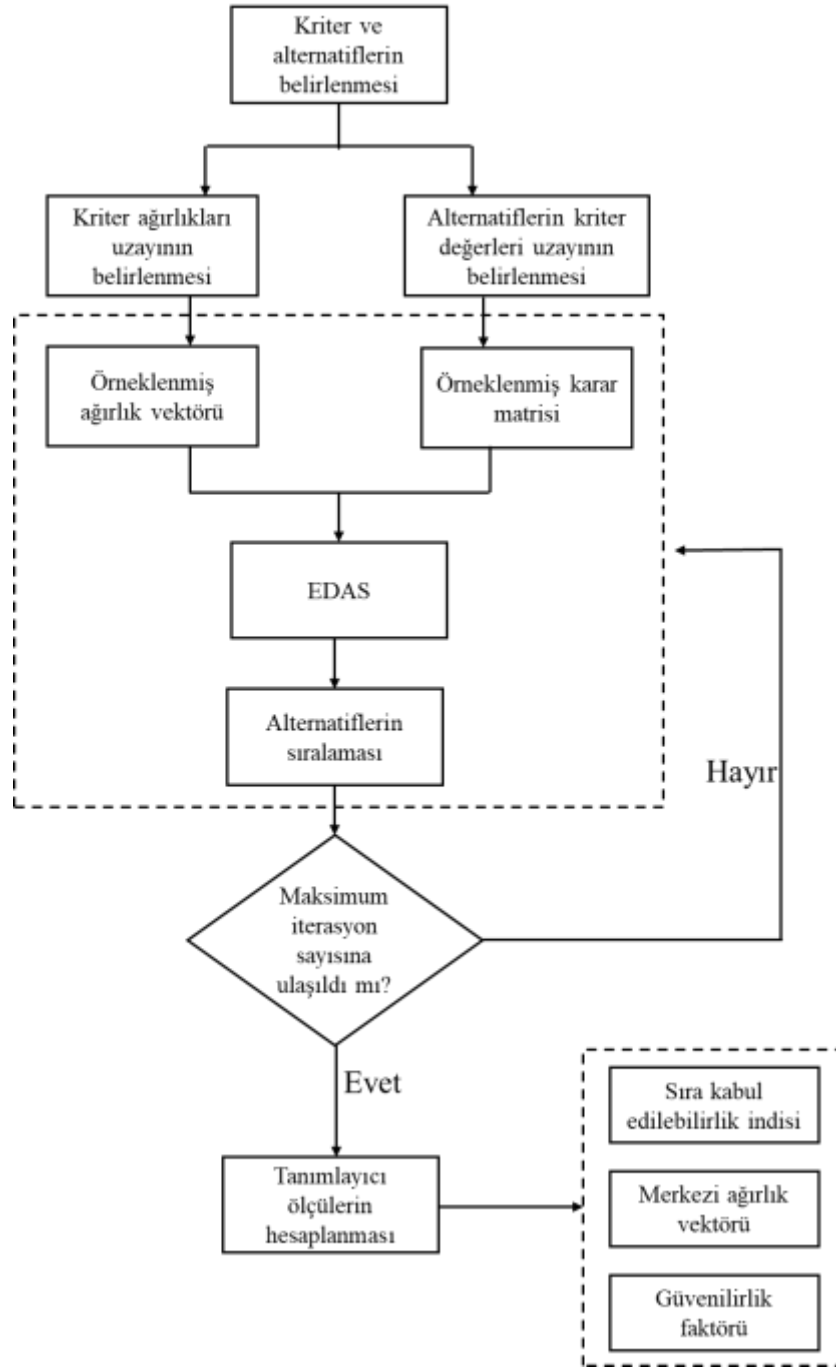
SMAA-EDAS 'in ikinci tanımlayıcı ölçüsü: Merkezi ağırlık vektörü, alternatif  $a_i$ 'nin birinci sıradaki beklenen ağırlık merkezi olarak tanımlanır. Karar verici merkezi ağırlık vektöründen varsayılan tercih modelindeki farklı tercihleri farklı alternatifleri nasıl farklı ağırlıklarla sağladığını gösterir. SMAA-EDAS' da, merkezi ağırlık vektörü  $w_i^c$  kriter dağılımları ve birinci sıra ağırlıkları üzerinde çok boyutlu integrallerle aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$w_i^c = \frac{1}{b_i^r} \int_x f_x(x) \int_w f_w(w) w dw dx \quad (18)$$

SMAA-EDAS 'in üçüncü tanımlayıcı ölçüsü: Güvenilirlik faktörü,  $p_i^c$ , bir alternatifi merkezi ağırlık vektörü seçildiğinde birinci sırayı elde etme olasılığıdır. Güvenilirlik faktörü etkin alternatifleri ayırt etmek için ölçümlerin yeteri kadar geçerli olup olmadığını gösterir. SMAA-EDAS' da, güvenilirlik faktörü,  $p_i^c$  kriter dağılımları üzerinde çok boyutlu integrallerle aşağıdaki gibi hesaplanır [21].

$$p_i^c = \int_{x \in X: rank(i, x, w_i^c) = 1} f_x(x) dx \quad (19)$$

Belirsiz kriter değerleri ve kısmen eksik tercih bilgisinin esnek ve detaylı modellenmesi için SMAA formülasyonları ve çok boyutlu integrallerin hesaplamasında sayısal teknik olarak Monte Carlo simülasyonu kullanılmıştır. SMAA-EDAS için uyarlanan Monte Carlo simülasyonu Tervonen ve Lahdelma (2007) [33] çalışmalarına dayanmaktadır ve Şekil 2' de sunulmuştur.



Şekil 2. SMAA-EDAS'ın akış şeması

#### 4. OECD ÜLKELERİNİN TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD), küresel refahı arttırmak, finansal istikrara katkıda bulunmak ve ekonomik büyüme gibi ortak sorunlara çözüm bulmak için hükümetlerin birlikte çalışabileceği bir forum sunmaktadır. Temelleri İkinci Dünya Savaşı'na uzanan OECD, ülkeler arasında sözleşmenin resmen yürürlüğe girdiği 1961'de kurulmuştur. Dünyanın dört bir yanından OECD ülkeleri sorunları tanımlamaya, tartışmaya ve analiz etmeye ve bunları çözmeye bir araya gelmektedir. Literatürde OECD ülkeleriyle ilgili az sayıda ve yetersiz ÇKKV çalışması vardır. Wanke vd. [34], Zaman vd. [35], Kazan vd.

*OECD ÜLKELERİNİN TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜ AÇISINDAN SMAA-EDAS YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ*

[36] OECD ülkelerini değerlendirmek için TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Rashidi vd. [37], Mavi vd. [38], Zhou vd. [39], Kou vd. [40] ve Marti vd. [41] OECD ülkelerine Veri Zarflama Analizi modellerini uygulamışlardır. Wanke vd. [34], CAMELS (sermaye yeterliliği, varlık kalitesi, yönetim verimliliği, kazanç, likidite ve piyasa riskine duyarlılık) derecelendirme sisteminin benzeri farklı finansal kriterler kullanarak 2004'ten 2013'e kadar 23 OECD ülkesinden 128 bankanın performans değerlendirmesini sunmaktadır. Banka verimliliğini değerlendirmek için TOPSIS yaklaşımı da geliştirilmiş ve sunulmuştur. Zaman vd. [35], TOPSIS yönteminin kullanarak farklı iklim adaptasyon stratejilerinin performansını karşılaştırmışlardır. Rashidi vd. [37] tarafından yapılan çalışmada, OECD ülkelerinin eko-verimliliği enerji girdileri, istenmeyen çıktılar ve isteğe bağlı olmayan faktörler değerlendirilmiştir. Mavi vd. [38], DEA ile ortak ağırlıkları bulmak için bir model önermiştir ve OECD ülkelerinin eko-verimliliği ve eko-yeniliğini analiz etmiştir. Zhou vd. [39] önerilen radyal olmayan DEA modelini kullanarak OECD ülkelerinin çevresel performansını değerlendirmişlerdir. Kou vd. [40], OECD ülkelerinin genel verimliliğini çok dönemli ve çok bölümlü bağlamda ölçmek ve ayırtmak için bir DEA modeli önermiştir.

İki yılda bir yayınlanan, OECD Dijital Ekonomi Görünümü 2017 yılı raporuna göre, dijital dönüşümün ülkelere getirdiği fırsatlar ve zorluklar yer almaktadır. Telekomünikasyon sektörü dijital ekonomi ile toplumun bel kemiğidir ve krize rağmen büyümeye devam etmektedir. Sektördeki istihdam da krize rağmen büyümektedir ve bu eğilimin önümüzdeki yıllarda da devam etmesi beklenmektedir. Ayrıca OECD' deki araştırma ve geliştirme harcamalarının en büyük payını % 23 oranla telekomünikasyon sektörü oluşturmaktadır.

Telekomünikasyon sektörü, iletişim altyapılarının ve hizmetlerinin etkili bir şekilde kullanılmasına dayanmaktadır ve sektörün gelişiminde iletişim ağları kritik öneme sahiptir. Birçok ekonomik ve sosyal kalkınma hedeflerine ulaşabilmek için bilişim teknolojilerinin daha yaygın kullanılması gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Yaygınlaştırmayı sağlamak içinse yüksek hıza sahip iletişim altyapılarını ve hizmetlerini geliştirerek sektörde söz sahibi ülkeler arasında yer almak mümkündür. Bu nedenle bu çalışmada, 2011-2015 yılları arasında OECD ülkeleri telekomünikasyon sektörleri, geniş bant altyapıları ve yapısal hizmetleri açısından 9 kriterle göre değerlendirilmiştir. Bunlar 2017 OECD Dijital Ekonomi Görünümü' nün referans aldığı kriterler olup Tablo 2'de listelenmiştir [43]:

**Tablo 2.** Kriter tanımları

Kriter	Tanımı
Kriter 1	OECD bölgesindeki sabit telefon erişim yolları (x1000)
Kriter 2	OECD bölgesindeki toplam iletişim erişim yolları (x1000)
Kriter 3	OECD bölgesindeki 100 kişi başına toplam iletişim erişim yolları
Kriter 4	OECD bölgesindeki hücresel mobil abonelikleri (x1000)
Kriter 5	OECD bölgesindeki 100 kişi başına hücresel mobil penetrasyon ve abonelik
Kriter 6	OECD bölgesindeki telekomünikasyon geliri (milyon USD)
Kriter 7	OECD bölgesindeki GSYİH(Gayri safi yurt içi hâsıla) yüzdesi olarak telekomünikasyon geliri (%)
Kriter 8	OECD bölgesindeki telekomünikasyon yatırımı (milyon USD)
Kriter 9	OECD bölgesindeki telekomünikasyon gelir yüzdesi olarak telekomünikasyon yatırım (%)

Tablo 2'de listelenen kriterlerden 1. ve 2. kriter iletişim yollarının uzunluğunu ve Kriter 4 ise hücresel mobil abone sayılarını ifade etmektedir. Bu kriterlerdeki değerler ülkelerin geniş bant altyapıları ve yapısal hizmetleri hakkında bilgi verse de ülkelerin nüfuslarını da dikkate alarak 100 kişi başına iletişim yolları ve abonelik sayıları da kriter 3 ve 5' de verilmiştir. Kriter 6 ve 8 ise telekomünikasyon sektörüne yapılan yatırım ve buradan elde edilen gelirin milyon USD cinsinden değerlerini göstermektedir. Bu değerlerin telekomünikasyon sektörü gelirinin GSYİH' ya ve yatırım tutarına oranı da yüzdesel olarak kriter 7 ve 9' da verilmiştir.

Ele alınan ÇKKV probleminde, alternatifler kümesi 33 OECD ülkesinden  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_{33}\}$ , kriterler kümesi ise 9 kriterden  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_9\}$  oluşmaktadır. Ülkelerin telekomünikasyon sektörü, geniş bant altyapıları ve yapısal hizmetlerinin son 5 yıllık perspektifini incelemek için 33 OECD ülkesine ait söz konusu kriter değerleri 2017 OECD Dijital Ekonomi Görünümü' nde yer alan 2011-2015 yılları arası verilerin ortalama ve standart sapma değeri olarak Tablo 3' de verilmiştir [43].

**Tablo 3.** OECD ülkeleri kriter değerleri

	<b>Kriter 1</b>	<b>Kriter 2</b>	<b>Kriter 3</b>	<b>Kriter 4</b>	<b>Kriter 5</b>	<b>Kriter 6</b>	<b>Kriter 7</b>	<b>Kriter 8</b>	<b>Kriter 9</b>
Avustralya	9599± 534	40770± 360	174± 3	24977± 404	107± 1	39096± 4508	2.66± 0.13	8915± 1079	23.2± 4.3
Avusturya	2631± 99	18135± 259	214± 4	13262± 247	157± 4	5426± 635	1.3± 0.13	716± 19	13.4± 1.91
Belçika	3825± 20	20224± 430	182± 3	12560± 245	113± 2	9494± 902	1.87± 0.12	1904± 320	20.17± 3.44
Kanada	16974± 924	57646± 587	165± 1	28542± 886	82± 2	41930± 2406	2.39± 0.04	10331± 1550	24.8± 4.39
Çek Cumhuriyeti	1279± 408	18069± 289	172± 3	14000± 131	134± 2	5553± 736	2.66± 0.22	789± 149	14.39± 3.22
Danimarka	907± 216	10360± 141	185± 4	7185± 93	128± 2	6775± 524	2.03± 0.09	1114± 85	16.45± 0.46
Estonya	312± 37	2669± 75	203± 6	1991± 90	151± 7	862± 119	3.6± 0.58	122± 19	14.14± 1.47
Finlandiya	780± 190	11769± 70	217± 2	9282± 184	171± 3	4584± 481	1.75± 0.12	755± 44	16.63± 1.74
Fransa	15899± 2350	117021± 4085	178± 5	76221± 4982	116± 7	62142± 7215	2.27± 0.18	10998± 1351	17.96± 3.23
Almanya	22674± 4571	165279± 3614	205± 6	113793± 886	141± 2	73881± 5599	2.02± 0.11	8964± 614	12.21± 1.32
Yunanistan	4484± 194	22669± 481	207± 7	15252± 394	140± 5	7387± 1194	3.05± 0.16	1051± 203	14.25± 1.85
Macaristan	1644± 427	15783± 154	160± 1	11705± 113	119± 2	3826± 383	2.87± 0.22	613± 64	16.01± 0.5
İzlanda	127± 8	606± 13	187± 2	362± 15	112± 3	411± 23	2.63± 0.08	55± 9	13.13± 1.38
İrlanda	1333± 62	8174± 195	178± 4	5653± 162	123± 3	4210± 629	1.71± 0.36	753± 151	18.26± 4.19
İsrail	2130± 75	14100± 371	175± 1	9949± 226	124± 2	6644± 878	2.38± 0.47	981± 37	14.98± 1.66
İtalya	22254± 882	134379± 202	223± 2	98001± 447	162± 1	46106± 6978	2.19± 0.22	8139± 148	18.07± 2.86
Japonya	30311± 3791	209827± 7595	165± 7	143489± 10421	113± 9	142209± 20056	2.66± 0.05	14080± 4210	9.7± 1.89
Kore	17559± 839	91782± 2285	182± 4	55408± 2372	110± 4	50868± 2501	3.91± 0.11	4581± 908	9.07± 2.06
Letonya	351± 42	2200± 1209	110± 61	2547± 96	128± 5	650± 53	2.22± 0.01	84± 14	11.24± 0.09
Lüksemburg	256± 24	1256± 89	231± 11	821± 62	151± 7	699± 54	1.16± 0.1	202± 45	28.92± 6.49
Meksika	19897± 459	135963± 5231	115± 3	102940± 4814	87± 3	30291± 2593	2.5± 0.17	4209± 460	14.02± 1.97
Hollanda	2177± 806	30376± 946	181± 7	21441± 324	128± 3	16388± 1900	1.94± 0.14	5352± 1399	25.16± 4.96
Yeni Zelanda	1864± 14	8325± 375	186± 5	5105± 300	114± 5	4069± 279	2.24± 0.15	1187± 162	29.28± 4.24
Norveç	792± 164	8368± 20	165± 3	5662± 71	112± 1	5348± 581	1.11± 0.05	1291± 125	24.43± 3.34
Polonya	6487± 232	68839± 3899	179± 11	55421± 3975	144± 11	13342± 1033	2.59± 0.13	2466± 191	18.48± 0
Portekiz	2209± 214	21615± 130	207± 3	16763± 58	161± 2	7645± 1560	3.4± 0.57	950± 188	12.59± 1.56
Slovak Cumhuriyeti	679± 102	8062± 252	149± 5	6268± 243	116± 5	2310± 282	2.41± 0.25	370± 92	16.09± 3.54



## OECD ÜLKELERİNİN TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜ AÇISINDAN SMAA-EDAS YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

eti									
Slovenya	301± 64	3104± 34	151± 2	2275± 66	111± 3	1476± 161	3.09± 0.24	210± 23	14.46± 2.56
İspanya	19566± 187	82904± 1048	178± 3	51058± 822	110± 2	43865± 5922	3.23± 0.24	6314± 1128	14.53± 2.52
İsveç	2394± 518	19820± 153	207± 2	14222± 504	148± 4	7471± 668	1.36± 0.07	1490± 54	20.12± 2.15
İsviçre	2853± 202	17388± 692	215± 6	10881± 553	135± 6	19390± 476	2.82± 0.03	3261± 332	16.82± 1.67
Türkiye	13083± 1615	91166± 2025	121± 1	69639± 2951	92± 3	15866± 814	1.79± 0.13	2870± 382	18.03± 1.7
Birleşik Krallık	30702± 351	136870± 2729	214± 3	83406± 1063	130± 1	60883± 2132	2.19± 0.17	7968± 233	13.09± 0.26

Karar vericiler tarafından kriterlere ait önem bilgisi verilemediği ve de kriter değerlerinin stokastik olduğu bu karar verme probleminin bütün parametre uzayı (kriter ağırlıkları ve kriter değerleri) araştırılarak SMAA-EDAS yöntemi uygulanmıştır. 10.000 Monte Carlo simülasyonu gerçekleştirildikten sonra merkezi ağırlık vektörü ve güvenilirlik faktörü değerleri Tablo 4 ve 5'te gösterildiği gibi elde edilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde Japonya' nın ilk sırada seçilmesinin güvenilirlik faktörü değerinin %99,96' dır. Aynı zamanda Tablo 4' te birçok ülkenin 0 değer aldığı bir ifadeyle ilk sırada seçilme güvenilirlik yüzdesinin 0 olduğu anlamına gelmektedir. Üst sıralarda yer alan ülkelerin güvenilirlik faktörü değerlerinin de 0'dan daha yüksek değer olduğu görülmektedir.

**Tablo 4.** Güvenilirlik faktörü değerleri

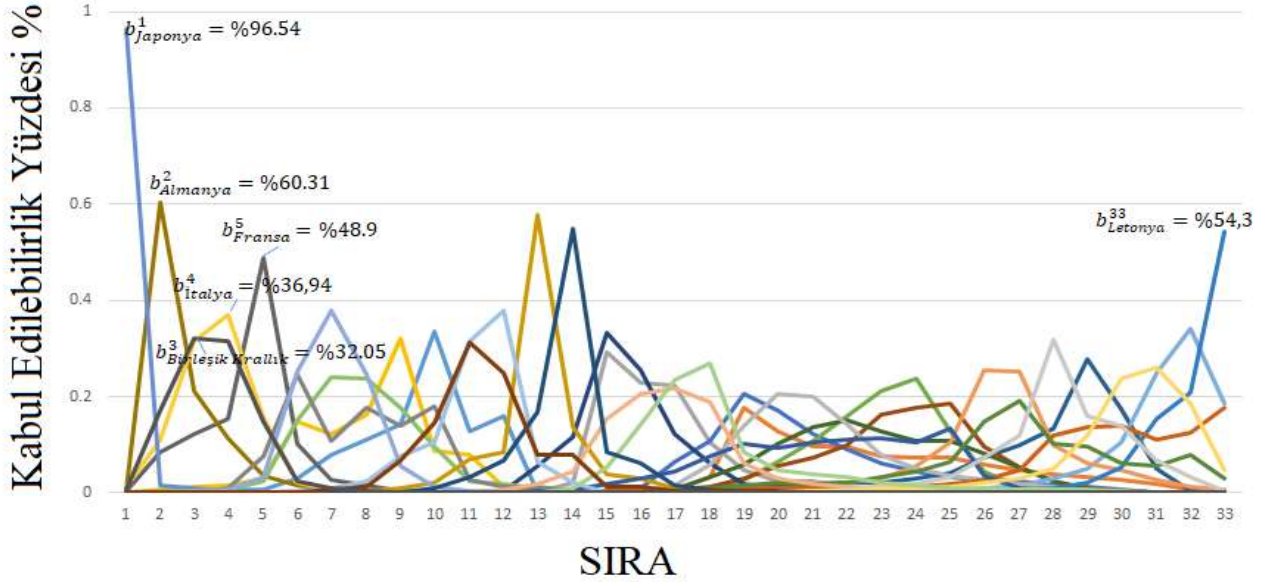
Ülke	Güvenilirlik Faktörü	Ülke	Güvenilirlik Faktörü
Avustralya	0,1304	Japonya	0,9996
Avusturya	0	Kore	0,2661
Belçika	0	Letonya	0
Kanada	0,1462	Lüksemburg	0,107
Çek Cumhuriyeti	0	Meksika	0
Danimarka	0	Hollanda	0,1242
Estonya	0	Yeni Zelanda	0
Finlandiya	0	Norveç	0
Fransa	0,0742	Polonya	0
Almanya	0,0086	Portekiz	0,0089
Yunanistan	0	Slovak cumhuriyeti	0
Macaristan	0	Slovenya	0
İzlanda	0	İspanya	0,1026
İrlanda	0	İsveç	0
İsrail	0	İsviçre	0
İtalya	0,3789	Türkiye	0
		Birleşik Krallık	0,1302

Şekil 3' te ülkelerin sıra kabul edilebilirlik indisi değerlerinin yer aldığı grafik verilmiştir. Burada hem kriter değerlerindeki

M. Özmen

hem de parametrelerdeki stokastik belirsizlikler göz önüne alındığında her bir alternatifin belirli bir sıralama elde etme olasılığı verilmiştir. Şekil 3' te tüm alternatiflerin ilk sırada yer alamadığı gözlemlenebilir, ancak Japonya' nın tüm ülkelerle karşılaştırıldığında en yüksek olasılıkla,  $b_{Japonya}^1 = \%96.54$  ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Bu sonuçlardan en iyi alternatifin Japonya olduğu sonucuna varılmaktadır. Almanya 2. sıra için en yüksek  $b_{Almanya}^2 = \%60.31$  değerini alarak 2. sırada, Birleşik Krallık 3. sıra için en yüksek  $b_{Birleşik\ Krallık}^3 = \%32.05$  değerini alarak 3. sırada, İtalya 4. sıra için en yüksek  $b_{İtalya}^4 = \%36,94$  değerini alarak 4. sırada, Fransa 5. sıra için en yüksek  $b_{Fransa}^5 = \%48.9$  değerini alarak 5. sırada yer almaktadır. Letonya ise 33. sıra için en yüksek  $b_{Letonya}^{33} = \%54,3$  değerini alarak en son sırada yer almaktadır. Analizlere göre, kriter ağırlıkları hakkında tercih bilgisi olmamasına rağmen, SMAA-EDAS yöntemi ülkeleri en muhtemel olarak Japonya >Almanya > Birleşik Krallık >İtalya > Fransa > .... > Letonya şeklinde sıralamıştır.

Tablo 5 incelendiğinde Japonya' yı geniş bant altyapıları ve yapısal hizmetleri açısından en iyi ülke seçilmesinde etkili olan merkezi ağırlık vektöründe bütün kriter ağırlıklarının birbirlerine yakın ve yaklaşık 0,11 değer almaktadır. Kriterler arasında 0.1139 değeri ile en yüksek öneme sahip kriterin “Kriter 4:OECD bölgesindeki hücresel mobil abonelikleri (x1000)” olduğu ve 0.1057 değeriyle en düşük önem sahip kriterin de “Kriter 9: OECD bölgesindeki telekomünikasyon gelir yüzdesi olarak telekomünikasyon yatırım (%)” olduğu görülmektedir.



Şekil 3. Alternatiflerin kabul edilebilirlik profilleri

## OECD ÜLKELERİNİN TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜ AÇISINDAN SMAA-EDAS YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Tablo 5. Merkezi ağırlık vektörü değerleri

	$w_1$	$w_2$	$w_3$	$w_4$	$w_5$	$w_6$	$w_7$	$w_8$	$w_9$
Avustralya	0.015	0.0456	0.0516	0.017	0.1939	0.0193	0.1275	0.0228	0.5073
Avusturya	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Belçika	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kanada	0.0569	0.0453	0.0934	0.0403	0.0556	0.0454	0.0688	0.1402	0.4542
Çek Cumhuriyeti	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Danimarka	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Estonya	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Finlandiya	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fransa	0.0435	0.0561	0.1068	0.05	0.0819	0.0548	0.0935	0.2447	0.2688
Almanya	0.1338	0.073	0.1574	0.083	0.1746	0.0463	0.0737	0.1324	0.1259
Yunanistan	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Macaristan	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İzlanda	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İrlanda	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İsrail	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İtalya	0.0579	0.0559	0.1494	0.0745	0.2154	0.0292	0.0916	0.0458	0.2803
Japonya	0.1104	0.113	0.1111	0.1139	0.1071	0.1134	0.1121	0.1134	0.1057
Kore	0.0547	0.00007	0.0335	0.0077	0.1505	0.0601	0.6253	0.0047	0.0633
Letonya	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lüksemburg	0.0227	0.0212	0.2078	0.0211	0.1675	0.0293	0.0685	0.0365	0.4256
Meksika	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hollanda	0.0139	0.0413	0.1077	0.0212	0.0827	0.0088	0.0669	0.0653	0.5922
Yeni Zelanda	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Norveç	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polonya	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Portekiz	0.0228	0.023	0.3096	0.0016	0.4066	0.0125	0.186	0.0144	0.0236
Slovak cumhuriyeti	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Slovenya	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İspanya	0.104	0.0141	0.0207	0.0172	0.1525	0.001	0.4172	0.0184	0.2548
İsveç	0	0	0	0	0	0	0	0	0
İsviçre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Türkiye	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Birleşik Krallık	0.2907	0.0483	0.1805	0.0339	0.1235	0.0241	0.0874	0.0721	0.1395

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada, EDAS temelli modellerin ortak sınırlamasına: kriter değerleri ve ağırlıklarında yer alan eş zamanlı belirsizliklere, bir çözüm getirilmiştir. Bu sınırlamayla başa çıkabilmek için SMAA ve EDAS entegre edilerek karar vericilere SMAA-EDAS adlı entegre bir yöntem ortaya konmuştur. SMAA-EDAS' da kriter değerleri ve ağırlıkları uygun dağılımlardan elde edildikten sonra, eş zamanlı olarak kendi dağılımlarından örneklenerek Monte Carlo simülasyonu ile her alternatifin genel faydası elde edilir. Uygun sayıda iterasyonun ardından SMAA-EDAS ile karar vericinin alternatifler için belirli bir sıralama

elde etmesine yardımcı olacak üç ölçüm değeri sunulur: sıra kabul edilebilirlik indisi, güvenilirlik faktörü ve merkezi ağırlık vektörü ve bu ölçüm değerleri analiz edilerek alternatifler değerlendirilir.

Telekomünikasyon sektörü hem diğer sektörleri desteklemesi hem de ekonomik büyümeye yaptığı katkılardan dolayı hayati bir önem taşımaktadır. Hem toplum hem de ekonominin geneli için vazgeçilmez bir yer tutan bu sektör, özellikle son on yıllık süreçte önemli gelişmeler kaydetmiştir. Teknolojik gelişmeler daha çok telekomünikasyon şebekelerinin alt yapısında gerçekleşmiştir. Ekonomik gelişmenin en büyük itici güçlerinden biri olan bu sektörde ülkeler ve bölgeler arasında; eğitim, kalifiye iş gücü, dış ticaret hacmi, teşvik ve ulusal stratejiler bakımından farklılıklar gözlenmektedir [44]. Bu çalışmada 5 yıllık bir süreçte OECD ülkelerinin geniş bant altyapıları ve yapısal hizmetleri açısından farklılıkları incelenerek öne çıkan ülkeler ve sıralamaları belirlenmiştir. Ülkelerin telekomünikasyon sektörü açısından değerlendirilmesi, çeşitli kriterleri içeren teknik bir karar verme problemidir. Ayrıca bu problemde hem kriter ağırlık bilgisi hem de kriter değerlerinde belirsizlikler yer almaktadır. Problemin özelliklerine hitap eden SMAA-EDAS yöntemi ile ülkeler değerlendirilmiş ve %99 güvenilirlik düzeyinde sonuçlar elde edilmiştir.

İlerleyen çalışmalarda, kriterler arasındaki etkileşimin EDAS' a olan etkisi incelenerek SMAA ile entegresindeki sonuçlar incelenebilir. Ayrıca telekomünikasyon sektöründe uygulanan SMAA-EDAS yöntemi belirsizlik içeren birçok ÇKKV probleminde uygulanıp sonuçları değerlendirilebilir.

## KAYNAKLAR

- [1] J. Figueira, S. Greco and M. Ehrgott, Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys. New York: Springer Science & Business Media, 2005.
- [2] B. Roy, Paradigms and challenges. In J. Figueira, S. Greco, & M. Ehrgott (Eds.). Multiple criteria decision analysis: State of the art surveys. Heidelberg: Springer-Verlag, 2005.
- [3] T. L. Saaty, "The modern science of multicriteria decision making and its practical applications: The AHP/ANP approach," *Operations Research*, vol. 61, no. 5, p. 1101–1118, 2013.
- [4] W. Ho, X. W. Xu and P. K. Dey, "Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review," *European Journal of Operational Research*, vol. 202, no. 1, p.16–24, 2010.
- [5] K. G. Mehdi, E.K. Zavadskas, L. Olfat, and Z. Turskis, "Multi-criteria inventory classification using a new method of evaluation based on distance from average solution (EDAS)," *Informatika*, vol. 26, no.3, p.435-451, 2015.
- [6] Y. Y. Li, J. Q. Wang, and T. L. Wang, "A linguistic neutrosophic multi-criteria group decision-making approach with EDAS method," *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 44, no. 3, p. 2737-2749, 2019.
- [7] J. Ouenniche, O.J.U. Perez, A. Ettouhami, A new EDAS-based in-sample-out-of-sample classifier for risk-class prediction, *Management Decision*, 2019.
- [8] M. K. Ghorabae, M. Amiri, E. K. Zavadskas and Z. Turskis, Multi-criteria group decision-making using an extended EDAS method with interval type-2 fuzzy sets, 2017.
- [9] M. K. Ghorabae, M. Amiri and E. K. Zavadskas, "A new multi-criteria model based on interval type-2 fuzzy sets and EDAS method for supplier evaluation and order allocation with environmental considerations," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 112, p. 156-174, 2017.
- [10] C. Kahraman, M. K. Ghorabae, E. K. Zavadskas, S. Cevik Onar, M. Yazdani, and B. Oztaysi, "Intuitionistic fuzzy EDAS method: an application to solid waste disposal site selection," *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, vol. 25, no.1, p. 1-12, 2017.
- [11] Z. Turskis, Z. Morkunaite and V. Kutut, "A hybrid multiple criteria evaluation method of ranking of cultural heritage structures for renovation projects," *International journal of strategic property management*, vol. 21, no.3, p.318-329, 2017.
- [12] M. K. Ghorabae, E. K. Zavadskas and M. Amir "Extended EDAS method for fuzzy multi-criteria decision-making: an application to supplier selection," *International journal of computers communications & control*, vol.11, no.3, p.358-371, 2016.
- [13] X. Peng, C. Liu, "Algorithms for neutrosophic soft decision making based on EDAS, new similarity measure and level soft set," *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, vol. 32, no.1, p.955-968, 2017.
- [14] M. K. Ghorabae et al. Multi-criteria group decision-making using an extended EDAS method with interval type-2 fuzzy sets. 2017.
- [15] X. Peng, J. Dai, "Algorithms for interval neutrosophic multiple attribute decision-making based on MABAC, similarity measure, and EDAS," *International Journal for Uncertainty Quantification*, 2017.
- [16] A. Karşan, C. Kahraman, "A novel interval-valued neutrosophic EDAS method: prioritization of the United Nations national sustainable development goals," *Soft Computing*, vol. 22, no.15, p.4891-4906, 2018.

*OECD ÜLKELERİNİN TELEKOMÜNİKASYON SEKTÖRÜ AÇISINDAN SMAA-EDAS YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ*

- [17] A. Karaşan, C. Kahraman, Interval-valued neutrosophic extension of EDAS method. In: *Advances in Fuzzy Logic and Technology*, Springer, Champ. p. 343-357, 2017.
- [18] M. K. Ghorabae et al. Stochastic EDAS method for multi-criteria decision-making with normally distributed data. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, vol. 33, no. 3, p. 1627-1638, 2017.
- [19] Özmen, M., "Telekomünikasyon sektöründe müşteri kaybı yönetimi için meta sezgisel tabanlı karar destek sistemi," Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2017.
- [20] R. Lahdelma, J. Hokkanen, P. Salminen, "SMAA-stochastic multiobjective acceptability analysis," *European Journal of Operational Research*, vol. 106, no.1, p.137-143, 1998.
- [21] R. Lahdelma and P. Salminen, "SMAA-2: Stochastic multicriteria acceptability analysis for group decision making," *Operations research*, vol. 49, no.3, p.444-454, 2001.
- [22] S. Angilella, S. Corrente, S. Greco, "Stochastic multiobjective acceptability analysis for the Choquet integral preference model and the scale construction problem," *European Journal of Operational Research*, vol. 240, no.1, p.172-182, 2015.
- [23] M. Bottero et al., "Dealing with a multiple criteria environmental problem with interaction effects between criteria through an extension of the Electre III method," *European Journal of Operational Research*, vol. 245, no. 3, p.837-850, 2015.
- [24] I. Durbach, R. Lahdelma, P. Salminen, "The analytic hierarchy process with stochastic judgements," *European Journal of Operational Research*, vol. 238, no.2, p.552-559, 2014.
- [25] R. Lahdelma and P. Salminen, "Prospect theory and stochastic multicriteria acceptability analysis (SMAA)," *Omega*, vol. 37, no.5, p.961-971, 2009.
- [26] S. Corrente, J.R. Figueira, S. Greco, "The smaa-promethee method," *European Journal of Operational Research*, vol. 239, no.2, p. 514-522, 2014.
- [27] R. Lahdelma and P. Salminen, "Stochastic multicriteria acceptability analysis using the data envelopment model," *European Journal of Operational Research*, vol. 170, no.1, p.241-252, 2006.
- [28] D. Okul, C. Gencer, E. K. Aydoğan, "A method based on SMAA-topsis for stochastic multi-criteria decision making and a real-world application," *International Journal of Information Technology & Decision Making*, vol. 13, no. 05, p. 957-978, 2014.
- [29] M. Ozmen, E. Kızılkaya Aydoğan and F. Zaralı, "Logistics center location selection using the new method SMAATODIM," *MCDM*, 2015.
- [30] E. Kızılkaya Aydoğan and M. Ozmen, "The stochastic vikor method and its use in reverse logistic option selection problem," *RAIRO-Operations Research*, vol. 51, no.2, p. 375-389, 2017.
- [31] E. Akgül et al., "Optimization of the Murata Vortex Spinning machine parameters by the SMAA-MOORA approach," *Industria Textila*, vol. 68, no. 5, p.323-331, 2017.
- [32] E. Kızılkaya Aydoğan, M. Özmen, "Two new method for multi criteria stochastic decision making: SMAA-GRA and SMAA-DEMATEL-GRA," 2015.
- [33] T. Tervonen, and R. Lahdelma, "Implementing stochastic multicriteria acceptability analysis," *European Journal of Operational Research*, vol. 178, no.2, p. 500-513, 2007.
- [34] P. Wanke M. A. K. Azad, and C. P. Barros, "Efficiency factors in OECD banks: A ten-year analysis," *Expert Systems with Applications*, vol. 64, p. 208-227, 2016.
- [35] M. Zaman, S. Morid and M. Delavar, "Evaluating climate adaptation strategies on agricultural production in the Siminehrud catchment and inflow into Lake Urmia, Iran using SWAT within an OECD framework," *Agricultural Systems*, vol. 147, p. 98-110, 2016.
- [36] H. Kazanet, E. Karaman, B. Y. Akçalı and E. Şişmanoğlu, "Assessment of teog examination success: topsis multi-criteria decision-making method practice," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 195, p. 915-924, 2015.
- [37] K. Rashidi, A. Shabani and R. F. Saen, "Using data envelopment analysis for estimating energy saving and undesirable output abatement: a case study in the Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD) countries," *Journal of Cleaner Production*, vol. 105, p.241-252, 2015.
- [38] R. K. Mavi, R. F. Saen and M. Goh, "Joint analysis of eco-efficiency and eco-innovation with common weights in two-stage network DEA: A big data approach," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 144, p.553-562, 2019.
- [39] P. Zhou, K. L. Poh and B. W. Ang, "A non-radial DEA approach to measuring environmental performance," *European journal of operational research*, vol. 178, no.1, p.1-9, 2007.
- [40] M. Kou, K. Chen, S. Wang and Y. Shao, "Measuring efficiencies of multi-period and multi-division systems associated with DEA: An application to OECD countries' national innovation systems," *Expert Systems with Applications*, vol. 46, p.494-510, 2016.
- [41] L. Martí, J. C. Martín and R. Puerta, "A DEA-logistics performance index," *Journal of Applied Economics*, vol. 20, no.1, p.169-192, 2017.

*M. Özmen*

- [42] S. Greco, M. Ehrgott and J. R. Figueira. Trends in multiple criteria decision analysis. Springer Science & Business Media, 2010.
- [43] <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/9789264276284-en>
- [44] F Diskaya, S Emir, N Orhan, “Measuring the technical efficiency of telecommunication sector within global crisis: comparison of G8 countries and Turkey,” *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 24, p. 206-218, 2011.

