



# SWARA VE VIKOR YÖNTEMİ İLE PERFORMANS ODAKLI UZAKTAN EĞİTİM SUNUCU SEÇİMİ

Performance-Focused Distance Learning Server Selection With Swara And Vikor Method

**Bilgin ŞENEL**

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fethiye İşletme Fakültesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Muğla, Türkiye  
ORCID ID: 0000-0001-7798-5512

**Mine ŞENEL**

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Fethiye İşletme Fakültesi Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü Muğla, Türkiye  
ORCID ID: 0000-0001-7046-4052

**Nurettin Altay BOZA**

Uşak Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı Uşak, Türkiye  
ORCID NO: 0000-0002-8141-0145

**Cite As:** Şenel, B., Şenel, M. & Boza, N.A. (2021). "SWARA ve VIKOR Yöntemi ile Performans Odaklı Uzaktan Eğitim Sunucu Seçimi", International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, (Issn:2630-631X) 7(51): 2602-2610

## ÖZET

Kullanım amacına yönelik kurumsal sunucu seçimi ya da kişisel bilgisayar seçimi, kullanım performansını ya da amaca uygunluğu etkileyecek birçok bileşen içermekte ve bu bileşene ait birimler, değerler tam olarak birbiri ile mukayese edilebilir nitelikte değildir bu yüzden amaca yönelik bileşenlerin belirlenerek kriterler oluşturulup bu kriterlere sahip diğer alternatifler arasından en iyisinin seçimi için "Çok Kriterli Karar Verme" tekniklerinin kullanılması karar vericiler açısından faydalı olacaktır. Çok kriterli karar verme yöntemleri, kriterleri ağırlıklandırma ve alternatiflerin sıralanması ve ilişkilendirilmesine yönelik bir çok metodu barındırmaktadır. Bu çalışmada canlı ders ortamının yüksek performans ile sağlanabilmesi için gerekli olan sunucu seçimi ele alınmış olup kriter ağırlıklandırma işlemleri SWARA yöntemi ve alternatiflerin sıralanması işlemi için VIKOR yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucuna göre en önemli kriter Fiziksel CPU Çekirdek Sayısı ve en iyi alternatif A3 olarak hesaplanmıştır. Literatürde SWARA ve VIKOR yöntemlerinin birlikte kullanılarak bilgisayar ve sunucu seçimine yönelik bir çalışmanın olması nedeniyle bu anlamda literatüre katkı sağlanması beklenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sunucu ve Bilgisayar Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, SWARA , VIKOR

## ABSTRACT

The choice of corporate server or personal computer for the purpose of use contains many components that will affect the performance of use or suitability for the purpose, and the units and values of this component are not fully comparable with each other. It will be beneficial for decision makers to use "Multi-Criteria Decision Making" techniques to choose the best among them. Multi-criteria decision-making methods include many methods for weighting criteria and ranking and relating alternatives. In this study, the selection of the server required to provide the live course environment with high performance is discussed, and the SWARA method for criterion weighting and the VIKOR method for ranking the alternatives are used. According to the results of the study, the most important criterion was the Physical CPU Core Number and the best alternative was calculated as A3. Since there is a study on computer and server selection by using SWARA and VIKOR methods together in the literature, it is expected to contribute to the literature in this sense.

**Keywords:** Server and Computer Selection, Multi-Criteria Decision Making, SWARA , VIKOR

## 1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler primitif toplum hayatından modern günümüz insanına kadar kendi döneminin gereklilikleri doğrultusunda insan yaşamını destekleyen, kolaylaştıran ve zamanla geliştiren insanlık tarihinden ayrı tutulamayacak ilerlemeli bir kavramdır. Bu gelişmeler insan aklının sınırları ve ihtiyaçları doğrultusunda şekil alıp bir sonraki evre için basamak görevi görmüştür. Modern zamanlara geldiğinde özellikle 20. YY ortalarından itibaren bilişim teknolojileri her tür bilimsel ilerleme için analiz ve simülasyon aracı haline gelip fiziksel ortamda yapılması zor olan deneyler için gerekli olanakları sunarak bu alanlardaki çalışmalara katkı sağlanarak hızlandırmaktadır.

İnternet teknolojilerinin özellikle 2000'li yılların başında gerçekleşen WEB 2.0. devrimi ile çift yönlü iletişim sağlayarak etkileşimli hale gelmesi, donanım teknolojilerinde yaşanan gelişmeler ile daha güçlü kişisel bilgisayar ve kurumsal sunucuların yapılandırılmasına olanak sağlamıştır. Tüm gelişmelere paralel olarak güçlü donanımların ürettikleri verileri daha sağlıklı, hızlı ve güvenli şekilde transfer edecek ağ sistemleri oluşmuş band genişlikleri katlanarak endüstrilere ve son kullanıcılara hizmet sunmaya başlamıştır. Bu gelişmeler öncelikli olarak dağıtık çalışma ortamı sağlamış ve sektörler özelinde uzaktan çalışma,

uzaktan eğitim ve hatta uzaktan sağlık hizmetleri gibi alanları kapsayarak iş, eğitim ve sağlık çalışmalarında alternatif çalışma şekillerine olanak sağlamıştır.

Kullanım amacına yönelik kurumsal sunucu seçimi ya da kişisel bilgisayar seçimi, kullanım performansını ya da amaca uygunluğu etkileyecek birçok bileşen içermekte ve bu bileşene ait birimler, değerler tam olarak birbiri ile mukayese edilebilir nitelikte değildir bu yüzden amaca yönelik bileşenlerin belirlenerek kriterler oluşturulup bu kriterlere sahip diğer alternatifler arasından en iyisinin seçimi için “Çok Kriterli Karar Verme” tekniklerinin kullanılması karar vericiler açısından faydalı olacaktır.

ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) sözel ya da sayısal değerlere sahip kriterlerin bir araya toplanarak bu kriterlerin amaca yönelik olarak kriterlerin ağırlıklandırılıp (İlgili problemin açısından önem derecesinin sayısal olarak ifade edilmiş şekli) ve sayısallaştırılmış kriter değerlerinin başlangıç karar matrisine yerleştirilerek çeşitli metotlar ile en uygun alternatif ya da alternatif sıralamasının belirlenmesi işlemi olarak tanımlanabilir.

Bu çalışmada canlı ders ortamının yüksek performans ile sağlanabilmesi için gerekli olan sunucu seçimi ele alınacaktır. Bulut bilişim bu hizmetler için uygun ve hızlı çözümler sağlasa da kurum bilgi güvenliği ve verinin kurum içinde kalmasını istemesi nedeniyle kendi sunucularını satın alıp bu hizmeti sağlayacaktır. Bu doğrultuda kurum bünyesi Bilgi İşlem Daire başkanlığı Ağ ve Sistem Şube Müdürlü bünyesinden 2 ve Yazılım Geliştirme Müdürlüğünden 1 uzmanın bileşen seçimleri ve değerleri için görüşleri alınmıştır. İlk olarak uzmanların belirlediği bileşenlerin listesi çıkartılarak 3 uzmanın görüşleri SWARA yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve bu hesaplanan ağırlıklar ve firmalardan alınan fiyat tekliflerinde belirtilen kriter değerleri kullanılarak VİKOR yöntemi ile en uygun alternatif sıralaması belirlenmiştir.

Makalenin ilk bölümünde konu ile ilgili Literatür Taraması çalışması yapılmış, ikinci bölümde ilgili yöntemlerin tanımları ve kurallarına yer verilmiştir üçüncü bölümde uygulama ve hesaplamalar yapılarak son bölümde araştırma sonuçlarına yer verilmiştir.

## 2. LİTARATÜR TARAMASI

Litaratür incelendiğinde bilgisayar ve sunucu seçimi için ÇKKV yöntemleri uygulanarak hazırlanmış çalışmalar bulunsa da SWARA ve VİKOR yöntemi birleştirilerek yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yurdoğlu ve Kundakcı (2017) “Swara ve Waspas Yöntemleri İle Sunucu Seçimi” adlı çalışmalarında Denizli’de faaliyet gösteren bir tekstil firması için sunucu seçimini yapmak üzere kriterlerin ağırlıklarını belirlemede Swara, en iyi alternatifin belirlenmesi ve bu alternatiflerin sıralaması için Waspas yöntemini kullanmışlardır.

Pekkaya ve Aktogan (2014) “Dizüstü Bilgisayar Seçimi: Laptop Selection: A Comparative Analysis with Dea, Topsis and Vikor” adlı çalışmalarında dizüstü bilgisayar seçimlerinde ÇKKV yöntemlerini kullanarak kriterlerin ağırlıklandırılması ve alternatiflerin sıralanması işlemlerini gerçekleştirmiş ve 7 farklı senaryo da yapılan işlemleri karşılaştırarak analiz etmişlerdir. Çalışmada kriterlerin ağırlıklandırılması işlemi AHP ve AHP-DEA yöntemleri kullanılarak yapılmış, alternatifler hesaplanan bu kriterlere göre DEA, TOPSİS ve VİKOR yöntemleri ile sıralanmıştır.

Aytekin ve Kuvat (2018) “Dizüstü Bilgisayar Seçiminde Değerlendirilen Kriterlerin Önem Düzeylerinin Ahp ile Belirlenmesi: 1. Ve 2. Sınıf Bilgisayar Mühendisliği Öğrencileri Uygulaması” adlı çalışmalarında Balıkesir Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği öğrencilerine dizüstü bilgisayar seçimi için kullandıkları kriterlerin önem düzeyleri için anket uygulamış ve anket sonuçlarını AHP yöntemiyle analiz etmişlerdir. Çalışma sonucuna göre çalışmaya katılan hem 1. sınıf hem de 2. sınıf öğrencilerinin en fazla teknik özelliklere önem verdiği, beğeni ve satış özellikleri gibi kriterlerin birbirlerine yakın oranlarla 2. Ve 3. sırada yer aldığı ortaya konulmuştur.

Maruf ve Özdemir (2011) “Türkiye’deki Ticari Bankalara Ait Web Sitelerin Performanslarının SWARA ve ARAS Yöntemi İle Sıralanması” adlı çalışmalarında Türkiye’de faaliyet gösteren 15 ticari bankanın web site performanslarını incelemiş ve elde ettikleri veriler doğrultusunda SWARA yöntemi kullanarak kriter ağırlıklandırılması ve ARAS yöntemi kullanılarak alternatiflerin sıralaması işlemlerini gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonucuna göre sayfa açılma süresi en önemli kriter olurken web sitesinde geçirilen süre en düşük önem düzeyine sahip kriter olmuştur. Ayrıca ARAS yöntemi kullanılarak yapılan sıralamada, ilgili dönemde sırasıyla HSBC, Fiba Bank ve Şeker Bank’ın en iyi performansı gösteren web sitelerine sahip oldukları belirlenmiştir.

Babacan (2020) “Türkiye’de Orta Gelir Grubuna Yönelik Otomobil Seçimi: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Olarak Vikor Yöntemi” adlı çalışmasında ÇKKV yöntemlerinden VİKOR yöntemini kullanarak orta gelir gurubuna dahil ve kredi ile alabilecek kişilerin 2017 yılında Türkiye’de 1500 TL geri ödeme ile satın alabilecekleri 22 otomobili ve bu otomobillere ait 8 kriteri belirleyerek kriter ağırlıklandırılması işlemlerini AHP yöntemiyle alternatiflerin sıralanması işlemini ise VİKOR yöntemini kullanarak ortaya koymuştur.

Vural vd (2020) “AHP ve VIKOR Yöntemleri ile Personel Seçimi” adlı çalışmalarında Kayseri organize sanayi bölgesinde faaliyet gösteren orta ölçekli bir işletme için personel seçimi işlemini ÇKKV yöntemlerini kullanarak aday kriterlerini belirlemede AHP kriterlere göre en uygun aday seçimi işlemini için VİKOR yöntemini kullanmıştır.

Ayçin (2018) “Veri Tabanı Yönetim Sistemi Seçiminde Swara ve Copras Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması” adlı çalışmasında SWARA yöntemiyle kriter ağırlıklarını belirlemiş ve CORPAS yöntemi ile alternatiflerin sıralamasını yaparak yazılım alternatifleri değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda en önemli kriter güvenlik olurken mevcut kriterlere bağlı alternatifler içerisinde en uygun çözüm olarak MYSQL olarak tespit edilmiştir.

### 3. SWARA YÖNTEMİ

Türkçesi “Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi” olan SWARA(Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi. Keršulienė, Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından geliştirilmiş ve günümüze kadar birçok ÇKKVY probleminin çözümünde başarıyla uygulanmış, basit ve uzmanlar ile çalışmaya uygun olan yöntemdir (Keršulienė vd., 20110).

SWARA yönteminde alternatiflerin değerlendirilmesi için kullanılacak kriterler en önemliden önemsiz doğru karar vericiler tarafından sıralanarak kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanır. Yöntemin Uygulama adımlarında ise;

#### 3.1. Adım 1: Kriterlerin Basit Düzeyde Sıralanması

Her bir karar verici problemde yer alan kriterleri en önemliden önemsiz doğru azalan türde basit düzeyde sıralar. En önemli kriter için 1,00 ve diğer kriterler 0,00 ile 1,00 arasında 5’in katları olacak şekilde puanlanır (Ruzgys vd. 2014:107).

#### 3.2. Adım 2: Göreceli Önem Düzeylerinin Belirlenmesi

Bu adımda (j+1). kriter ile j. kriter ile karşılaştırılarak; j. kriterin (j+1). kriterden ne kadar önemli olduğu belirlenir (Ruzgys vd. 2014:107). “Ortalama Değerin Karşılaştırmalı Önemi” Olarak adlandırılan bu değer  $s_j$  ile ifade edilir (Keršulienė vd., 20110).

#### 3.3. Adım 3: $k_j$ Katsayısının Belirlenmesi

Bu adımda her bir kriter için Eşitlik (1) kullanılarak  $k_j$  katsayısı hesaplanır.

$$k_j = s_j + 1 = 1, \dots, n \quad (1)$$

#### 3.4. Adım 4: $q_j$ Ölçeklenmiş Kriter Ağırlık Değer Hesaplanması

Bu adımda  $q_j$  değerleri eşitlik (2) den faydalanılarak her bir kriter için hesaplanır.

$$q_j = \frac{q_{j-1}}{k_j} \quad (2)$$

#### 3.5. Adım 5: $w_j$ Göreceli Ağırlıkların Hesaplanması

$w_j$  İfadesi ile belirtilen göreceli kriter ağırlıkları eşitlik (3) kullanılarak hesaplanır

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad (3)$$

#### 4. VIKOR YÖNTEMİ

VIKOR (VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje - Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm) yöntemi çok kriterli karar verme yöntemleri problemleri çözümüne yönelik olarak Opricovic ve Tzeng tarafından 2004 yılında geliştirilmiştir.

VIKOR yöntemi alternatifler arasından en uygunun en uygun olanın seçilmesini ya da sıralanmasını sağlamak için kullanılabilir. Yöntemin amaca karar alternatifleri sıralamasında uzlaşık çözüme en yakın olan çözüme ulaşmaktır.

VIKOR yöntemi; kriter ağırlıklarının daha önceden bilindiğini var saymakta ve karar vericilerin sonuç üzerinde etki etmesine de imkân vermektedir (Opricovic ve Tzeng, 2007). Bu nedenle alternatif önem ağırlıklarının hesaplanabildiği diğer ÇKKVY ile birlikte kullanılması gerekmektedir.

Yöntemin uygulama adımları;

##### 4.1. Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar Matrisi (X), karar vericiler tarafından sürecin başlangıcında oluşturulan matristir. Karar matrisinin satırlarında karar alternatifleri, sütunlarında ise değerlendirme kriterleri yer alır. Karar Matrisi Eşitlik (4) ile gösterilmiştir.  $i$  karar seçeneklerini ( $i = 1, \dots, n$ ),  $j$  ise kriterleri ( $j = 1, \dots, m$ ) göstermektedir (Özbek, 2021: 245).

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

##### 4.2. Her Bir Kriter için En İyi ( $f_i^*$ ) ve En Kötü ( $f_i^-$ ) Değerinin Hesaplanması

VIKOR yönteminin ilk adımı olarak en iyi ( $f_i^*$ ) en kötü ( $f_i^-$ ) değerleri elde edilir. Aşağıda belirtilen formüllerde;  $i$ , karşılaştırma kriterlerini ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) ve  $j$  de alternatifleri ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) göstermektedir. Belirtilen formüller yardımıyla her bir kriter için en iyi ( $f_i^*$ ) ve en kötü ( $f_i^-$ ) değerler belirlenir (Özbek, 2021: 245).

Eğer  $i$ 'nci fonksiyon fayda yönlü ise:  $f_i^* = \max_j f_{ij}$ ,  $f_i^- = \min_j f_{ij}$

Eğer  $i$ 'nci fonksiyon maliyet yönlü ise:  $f_i^* = \min_j f_{ij}$ ,  $f_i^- = \max_j f_{ij}$

##### 4.3. $S_j$ ve $R_j$ Değerlerinin Hesaplanması

Belirlenen her kriter için en iyi ( $f_i^*$ ) ve en kötü ( $f_i^-$ ) değerleri hesaplamaları yapıldıktan sonra her bir alternatifin  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri bulunur. Aslında bu değerlerde gizli olarak karar matrisinin normalleştirilmesi ve ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi işlemleri yapılmaktadır. Aşağıdaki verilen Eşitlik (5) ve Eşitlik (6) ile elde edilen  $S_j$  değeri ortalama grup,  $R_j$  ise en kötü grup değerini göstermektedir (Özbek, 2021: 246).

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i = (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (5)$$

$$R_j = \max_i [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)] \quad (6)$$

Eşitliklerde yer alan  $w_i$  değişkeni kriterlerin nispi önemlerini belirten ağırlıklardır.

##### 4.4. $Q_j$ Değerinin Hesaplanması

$$Q_j = v * \frac{(S_j - S^*)}{S^- - S^*} + \frac{(1 - v) * (R_j - R^*)}{R^- - R^*} \quad (7)$$

Yukarıdaki Eşitlik (7) 'te gösterilen  $S^*$  ve  $R^*$ ; minimum  $S_j$  ve  $R_j$  değerlerini,  $S^-$  ve  $R^-$  ise maksimum  $S_j$  ve  $R_j$  değerlerini göstermektedir. Eşitlikteki "v" değeri maksimum grup faydasını yaratacak strateji için ağırlık değerini, (1-v) değeri ise karşıt görüşteki karar vericileri minimum pişmanlık ağırlık değerlerini ifade etmektedir. VIKOR yönteminde maksimum grup faydası için "v > 0,5" çoğunluk tercihini, "v = 0,5"

konsensüsü (uzlaşma) ve “ $v < 0,5$ ” ise vetoyu temsil etmektedir. Burada “ $v$ ” değeri grup kararı ile belirlenmektedir (Yaralıoğlu, 2010: 39). Literatürde “ $v$ ” değeri genel olarak 0,5 alındığından ve uzlaşma durumu da göz önünde bulundurularak bu çalışmada “ $v=0,5$ ” olarak alınmıştır.

#### 4.5. $S_j$ , $R_j$ ve $Q_j$ Değerlerinin Sıralaması

Her bir alternatif için elde edilen  $S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  değerleri küçükten büyüğe doğru sıralaması yapılır.

#### 4.6. Kabul Edilebilir Avantaj ( $C_1$ ) ve Kabul Edilebilir İstikrar ( $C_2$ ) Kümelerinin Belirlenmesi

$S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  değerlerinin sıralamasının ardından karar vericiler için kabul edilebilir avantaj ( $C_1$ ) ve kabul edilebilir istikrar ( $C_2$ ) kümeleri belirlenmiş olur. Herhangi bir alternatif kabul edilebilir avantaj ( $C_1$ ) kümesinde yer alabilmesi için aşağıda verilen eşitsizlikte gösterilen koşulu sağlaması gerekir. (Atan, & Altan, 2020: 106).

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq D(Q) \quad (8)$$

$$D(Q) = \frac{1}{(m - 1)} \quad (9)$$

Koşul 1: Eşitsizlik (8)’te gösterilen  $D(Q)$  değeri; “ $m$ ” alternatif sayısı olmak üzere Eşitlik (9) ile hesaplanır.  $Q_j$  olarak elde edilen sıralamaya göre  $A_2$  alternatifi  $A_1$  alternatifinden sonraki sırada yer alıyorsa ve yukarıdaki eşitsizlikte gösterilen koşul sağlanıyorsa  $A_1$  karar noktası kabul edilebilir avantaj ( $C_1$ ) grubunda yer alır. Bu hesaplama yöntemi tüm  $Q_j$  değerlerine uygulanarak alternatiflerin hangilerinin  $C_1$  kümesinde olup olmadığı tespit edilir (Atan, & Altan, 2020: 106).

Koşul 2: Kabul edilebilir istikrar ( $C_2$ ) kümesi  $S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  sıralamalarının tamamında aynı sırada yer alan alternatiflerden oluşur.  $C_1$  ve  $C_2$  kümelerinin her ikisinde de yer alan alternatifler, sıralama mantığına göre istikrarlı karar noktalarını gösterir (Atan, & Altan, 2020: 106).

### 5. UYGULAMA

Bir kamu eğitim kuruluşunda uzaktan eğitim sürecinde öncelikli olarak canlı ders takibi olanaklarının sağlanması amacıyla performans odaklı bir sunucu alımı yapılacaktır. Kurum bünyesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Ağ ve Sistem Şube Müdürlüğünde çalışan 2 uzman ve Yazılım Geliştirme Şube Müdürlüğünde çalışan 1 uzman tarafından sunucu seçiminde kullanılacak kriterler Tablo 1’de belirtilmiştir.

Tablo 1 Sunucu Seçimi İçin Uzmanlar Tarafından Belirlenen Kriterler

K1	Fiziksel CPU Çekirdek Sayısı (Adet)	Fayda Yönlü
K2	Toplam Disk Alanı (Tb)	Fayda Yönlü
K3	CPU Frekans Hızı (Ghz)	Fayda Yönlü
K4	Ram Boyutu (Gb)	Fayda Yönlü
K5	Band Genişliği (Gbps)	Fayda Yönlü
K6	Ram Frekans Hızı (Mhz)	Fayda Yönlü
K7	Fiyat (TL)	Maliyet Yönlü
K8	CPU Slot Sayısı (Adet)	Fayda Yönlü
K9	Disk Slot Sayısı (Adet)	Fayda Yönlü
K10	Ram Slot Sayısı (Adet)	Fayda Yönlü
K11	Ethernet Port Sayısı (Adet)	Fayda Yönlü

Uzmanlar tarafından belirlenen kriterler ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla SWARA yönteminde kullanılmak üzere sıralanıp puanlanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2 Kriterlerin Sıralaması ve Puanlanmasına Yönelik Uzman Görüşleri

Kriterler	UG <sub>1</sub>		UG <sub>2</sub>		UG <sub>3</sub>	
	Sıra	Puan	Sıra	Puan	Sıra	Puan
K1	1		1		2	0,20
K2	4	0,40	7	0,010	1	
K3	2	0,40	8	0,010	4	0,40
K4	5	0,10	2	0,010	3	0,20
K5	3	0,20	5	0,010	5	0,20
K6	6	0,50	9	0,010	7	0,20
K7	8	0,60	11	0,010	6	0,30
K8	7	0,50	6	0,010	9	0,40

K9	10	0,15	3	0,010	8	0,20
K10	9	0,30	4	0,010	10	0,30
K11	11	0,45	10	0,010	11	0,60

Kriterlerin sıralanması ve göreceli önem düzeylerinin belirlenmesinden sonra  $k_j$  katsayı değerleri eşitlik (1) kullanılarak Tablo 3'deki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 3 Her Uzman Görüşü İçin Hesaplanan  $k_j$  Değerleri

Kriterler	UG <sub>1</sub>	UG <sub>2</sub>	UG <sub>3</sub>
	$k_j$	$k_j$	$k_j$
K1	1	1,01	1,20
K2	1,40	1,01	1
K3	1,40	1,01	1,40
K4	1,10	1,01	1,20
K5	1,20	1,01	1,20
K6	1,50	1,01	1,20
K7	1,60	1,01	1,30
K8	1,50	1,01	1,40
K9	1,15	1,01	1,20
K10	1,30	1,01	1,30
K11	1,45	1,01	1,60

$k_j$  Katsayıları hesaplanan kriterler için eşitlik (2) kullanılarak ölçeklenmiş kriter ağırlıkları hesaplanarak Tablo 4'de değerler gösterilmiştir.

Tablo 4 Her Uzman Görüşü İçin Hesaplanan Ölçeklendirilmiş Ağırlık Değeri( $q_j$ )

Kriterler	UG <sub>1</sub>	UG <sub>2</sub>	UG <sub>3</sub>
	$q_j$	$q_j$	$q_j$
K1	1	1	0,8333
K2	0,4252	0,9420	1
K3	0,7143	0,9327	0,4960
K4	0,3865	0,9901	0,6944
K5	0,5952	0,9610	0,4134
K6	0,2577	0,9235	0,2650
K7	0,1074	0,9053	0,3180
K8	0,1718	0,9515	0,1577
K9	0,0718	0,9803	0,2208
K10	0,0826	0,9706	0,1213
K11	0,0495	0,9143	0,0758

Ölçeklendirilmiş Ağırlık değerinin hesaplanmasının ardından eşitlik (3) kullanılarak her bir uzman görüşü için nihai ağırlık değerleri hesaplanarak Tablo 5 ile gösterilmiştir.

Tablo 5 Her Uzman Görüşü İçin Hesaplanan Nihai Ağırlık Değeri( $w_j$ )

Kriterler	UG <sub>1</sub>	UG <sub>2</sub>	UG <sub>3</sub>
	$w_j$	$w_j$	$w_j$
K1	0,2589	0,0955	0,1813
K2	0,1101	0,0900	0,2176
K3	0,1850	0,0891	0,1079
K4	0,1001	0,0946	0,1511
K5	0,1541	0,0918	0,0899
K6	0,0667	0,0882	0,0577
K7	0,0278	0,0865	0,0692
K8	0,0445	0,0909	0,0343
K9	0,0186	0,0936	0,0480
K10	0,0214	0,0927	0,0264
K11	0,0128	0,0873	0,0165

Tüm uzman görüşleri için  $w_j$  değerinin hesaplanmasından oluşan ağırlıkların her bir kriter için aritmetik ortalaması alınarak VIKOR yönteminde kullanılacak ağırlıklar elde edilmiş ve tablo 6 ile gösterilmiştir.



Tablo 6 SWARA Yöntemi ile hesaplanan nihai ağırlık değerleri( $w_i$ )

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
$w_i$	0,1786	0,1392	0,1273	0,1152	0,1119	0,0709	0,0611	0,0566	0,0534	0,0468	0,0389

Hesaplanan ağırlık değerlerine göre ağırlığı en fazla olan Kriter Fiziksel CPU Çekirdek Sayısı olurken ağırlığı en düşük olan kriter Ethernet Portu olarak hesaplanmıştır.

SWARA yöntemi ile kriterlerinin hesaplanmasının ardından VIKOR yöntemi ile alternatiflerin sıralanması için karar vericiler tarafından oluşturulan Karar Matrisi Tablo 7'de gösterilmiştir. Tablo 7'de görüleceği üzere uzman görüşleri ile belirlenen kriterler için 4 ayrı fiyat teklifi alınmış ve karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 7 Karar Matrisi (X)

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
A1	48	960	2,08	768	10	2933	270.000	2	4	12	2
A2	24	960	2,96	1024	10	2400	330.000	2	8	12	4
A3	48	1024	2,24	1024	40	2400	245.000	2	4	10	4
A4	24	840	2,66	768	10	2933	270.000	4	4	12	4

Ağırlık hesaplamaları yapılan kriterler ve alınan fiyat teklifleri oluşan alternatifleri kullanarak oluşturulan karar matrisinin ardından en iyi ( $f_i^*$ ) ve en kötü ( $f_i^-$ ) değerleri hesaplanarak Tablo 8 ile gösterilmiştir.

Tablo 8 Her Bir Kriter İçin En İyi ( $f_i^*$ ) ve En Kötü ( $f_i^-$ ) Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11
$f_i^*$	48	1024	2,96	1024	40	2933	245000	4	8	12	4
$f_i^-$	24	840	2,08	768	10	2400	330000	2	4	10	2

En iyi ( $f_i^*$ ) ve en kötü ( $f_i^-$ ) değerlerinin hesaplanması aşamasından sonra her bir alternatif için  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri eşitlik (5) ve eşitlik (6) kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 9 ile gösterilmiştir.

Tablo 9 Her Bir Alternatif İçin Hesaplanan  $S_j$  ve  $R_j$  Değerleri

	$S_j$	$R_j$
A1	0,5246	0,1273
A2	0,6182	0,1786
A3	0,4192	0,1042
A4	0,4974	0,1392

Her bir alternatif için  $S_j$  ve  $R_j$  değerlerinin hesaplanmasının ardından  $Q_j$  değerlerinin hesaplanabilmesi için  $S^*$ ,  $S^-$  ve  $R^*$ ,  $R^-$  değerleri hesaplanıp Tablo 10'da gösterilmiştir.  $S^*$  ve  $R^*$  minimum  $S_j$  ve  $R_j$  değerlerini ifade ederken;  $S^-$  ve  $R^-$  maksimum  $S_j$  ve  $R_j$  değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 10  $S^*$ ,  $S^-$  ve  $R^*$ ,  $R^-$  Değerleri

$S^*$	$S^-$	$R^*$	$R^-$
0,3318	0,6598	0,1042	0,1786

$Q_j$  Değerlerinin hesaplanması için eşitlik (7) kullanılarak hesaplanan değerler Tablo 11 ile gösterilmiştir.

Tablo 11 Her Alternatif İçin Hesaplanan  $Q_j$  Değerleri

	$Q_j$
A1	0,5182
A2	0,7983
A3	0
A4	1

Her bir alternatif için  $S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  değerleri hesaplandıktan sonra bu değerler küçükten büyüğe doğru sıralanarak Tablo 12 ile gösterilmiştir.

Tablo 12  $S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  Değerlerinin Sıralanması

	SJ		Rj		Qj(v=0,5)	
	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra
A1	0,5698	3	0,1273	2	0,5183	2
A2	0,5275	2	0,1786	3	0,7983	3
A3	0,3318	1	0,1042	1	0,0000	1
A4	0,6598	4	0,1786	3	1,0000	4

Sj, Rj ve Qj Değerlerinin sıralanmasının ardından eşitlik (9) kullanılarak  $D(Q) = 0,3333$  bulunmuş ve eşitsizlik (8) karşılaştırmasında kullanmak amacıyla  $Q_2 - Q_1 = 0,5182$  olarak hesaplanmıştır. Eşitsizlik (8) karşılaştırması yapıldığında  $Q_2 - Q_1$  sonucun  $D(Q)$  değerinden büyük olarak hesaplanması ile Qj değerleri Kabul Edilebilir Avantaj (C1) kümesinde yer almıştır. Qj Değerinde 1. Sırada yer alan A3 Alternatifi Sj ve Rj Sıralamalarında da 1. Sırada bulunduğu için hesaplanan Qj değeri aynı zamanda Kabul Edilebilir İstikrar Kümesi(C2) de yer almış ve her 2 koşulun sağlanması ile alternatiflerimizin sıralaması  $A3 > A1 > A2 > A4$  olarak belirlenmiştir.

## 6. SONUÇ

Çalışma kapsamında Uzaktan Eğitim Sistemi'nde canlı ders ortamında yüksek performans odaklı sonucu seçimi problemi ÇKKV yöntemlerinden SWARA ve VİKOR yöntemi ile çözülmek üzere sistem ağ ve yazılım uzmanlarının görüşleri alınarak öncelikle kriterler SWARA yöntemi ile ağırlıklandırılıp önem dereceleri belirlenmiştir. SWARA yöntemi ile ağırlıklandırma sonucunda Fiziksel CPU Çekirdek Sayısı en önemli kriter olurken sırasıyla Toplam Disk Alanı, CPU Frekans Hızı, Ram Boyutu kriterleri en önemli 4 kriteri oluşturmuştur. Uzmanlardan alınan veriler incelendiğinde sıralamanın ilk 4 sırasından 3 kriter(Fiziksel CPU Çekirdek Sayısı, CPU Frekans Hızı, Ram Boyutu) sunucun anlık performansı açısından önemliken 1 kriter(Toplam Disk Alanı) arşivleme ve canlı olarak takip edilen derslerin tekrar izlenebilmesi açısından önemlidir. Kriterlerin ağırlıklandırılması işlemi sonucunda eldi edilen değerler alternatiflerin sıralanarak en iyi alternatifin seçimi işleminde VİKOR yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve alternatif sıralaması  $A3 > A1 > A2 > A4$  olarak bulunmuştur.

Literatür araştırması sonucunda SWARA ve VİKOR yöntemi beraber kullanılarak sonucu seçimi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamış, bu açıdan çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında ele alınan problem, amaca uygun olarak ağırlık değerleri değiştirilip tekrar sıralanabilir, diğer ÇKKV yöntemleri ile hesaplanabilir ve sonuçları bu çalışma sonuçları ile kıyaslanabilir.

## KAYNAKÇA

- Atan, M. ve Altan, Ş. (Ed.). (2020a). Örnek Uygulamalarla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Ankara: Gazi Kitabevi.
- Ayçin, E. (2018a). Veri Tabanı Yönetim Sistemi Seçiminde Swara ve Copras Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması . Journal of Business in The Digital Age , 1 (2) , 51-58 .
- Aytekin, A. & Kuvat, O. (2018b). Dizüstü Bilgisayar Seçiminde Değerlendirilen Kriterlerin Önem Düzeylerinin AHP ile Belirlenmesi: 1. ve 2. Sınıf Bilgisayar Mühendisliği Öğrencileri Uygulaması MANASSosyalAraştırmalarDergisi,7(4),0-0. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mjss/issue/43010/520776>
- Babacan, A. (2020b). Türkiye'de Orta Gelir Grubuna Yönelik Otomobil Seçimi. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Olarak Vikor Yöntemi . Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi , 21 (1) , 293-307.
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010a). Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA). Journal of Business Economics and Management, 11(2), 243-258
- Maruf, M. & Özdemir, K. (2021a). Türkiye'deki Ticari Bankalara Ait Web Sitelerin Performanslarının SWARA ve ARAS Yöntemi İle Sıralanması . OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi , Yönetim ve Organizasyon Özel Sayısı , 1514-1537.
- Opricovic S. & Tzeng, G., (2004), Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS, European Journal of Operational Research, 156, (2), 445-455
- Opricovic, S. & Tzeng, G. H.. (2007). Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods. European Journal of Operational Research. 178. 514-529.
- Özbek, A. (2021b). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü. İstanbul: Seçkin Yayıncılık.
- Pekkaya, M. , Aktogan, M. (2014a). Laptop Selection: A Comparative Analysis with Dea, Topsis and Vikor. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi



Ruzgys, A., Volvačiovas, R., Ignatavičius, Česlovas, & Turskis, Z. (2014b). Integrated evaluation of external Wall insulation in residential buildings using SWARA-TODIM MCDM method. Journal of Civil Engineering and Management, 20(1), 103-110.

Vural, D. , Köse, E. & Bayam, B. (2020c). AHP ve VIKOR Yöntemleri ile Personel Seçimi . Yalova Sosyal Bilimler Dergisi , 10 (21) , 70-89.

Yaralıoğlu, K. (2010b). Karar Verme Yöntemleri. Ankara: Detay Yayıncılık.

Yurdoğlu, H. & Kundakcı, N. (2017). SWARA ve WASPAS Yöntemleri ile Sunucu Seçimi. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , 20 (38) , 253-270 .