

## SWARA, ARAS ve WASPAS Yöntemleri ile Yeni Şube Yeri Seçimi: Bir Kargo Firması Örneği

Emine Elif NEBATI<sup>1\*</sup>, Eda VATANSEVER<sup>2</sup>, Gülnihal MAKAS<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Endüstri Mühendisliği, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

\*<sup>1</sup> emine.nebati@izu.edu.tr, <sup>2</sup> vatansever979@gmail.com, <sup>3</sup> gulnihalmks@gmail.com

(Geliş/Received: 11/10/2022;

Kabul/Accepted: 22/02/2023)

**Öz:** Kuruluş yeri işletmelerin temel faaliyetlerini, ekonomik hayatlarını sürdürdükleri yerdir. Kuruluş yeri seçimi, maliyetli ve telafisi uzun zaman aldığından doğru seçim yapmak işletmeler için büyük önem arz etmektedir. Kargo işletmelerinde de kuruluş yeri seçimi kararı piyasadaki rekabet üstünlüğü ve işletme verimliliğini etkileyen önemli faaliyetlerden biridir. İşletmelerin “yaşam alanı” olarak adlandırılan kuruluş yeri seçimine karar verilirken çeşitli sayısal yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu çalışma ile ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) tekniklerinden SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemiyle şube yeri seçiminde kriter önem ağırlıklarının belirlenmesi WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) ve ARAS (Additive Ratio Assessment) yöntemleri karşılaştırmalı kullanılarak işletme için en uygun yerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Önerilen model kapsamında, 5 ana kriter ve 15 alt kriter olmak üzere toplam 20 kriter belirlenmiş ve 3 yer alternatifi sunulmuştur. Seçilen konu ve önerilen yaklaşım ile ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmasından dolayı, bu çalışmanın konusu ve uygulamasıyla diğer çalışmalara yardımcı olması amaçlanmıştır. Çalışma bulgularına göre, en önemli kriterin “Konum” ve işletmenin yeni şubesi için en uygun alternatifin her iki yöntemde de “Esenyurt” olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** SWARA, ARAS, WASPAS, ÇKKV, Yer seçimi

### Selection of new branch location with SWARA, ARAS and WASPAS methods: An example of a cargo company in the logistics sector

**Abstract:** The establishment location is the place where businesses maintain their main activities and economic lives. As the decision of the establishment location is costly and takes a long time to compensate, it is paramount for businesses to make the right choice for location. In cargo businesses, the choice of establishment location is one of the important activities that affect the competitive advantage and operational efficiency in the market. Many quantitative methods are utilized when deciding on the establishment location which is called the "living space" of the business. In the study, determining the criterion importance weights in location selection with the SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) method, which is one of the MCDM (Multi-Criteria Decision Making) techniques, WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) and ARAS (Additive Ratio Assessment) methods were used comparatively to determine the most optimal value and appropriate location for the businesses. Within the scope the model, a total of 20 criteria, including 5 main and 15 sub-criteria, and 3 location alternatives were determined. Due to the scarcity of the studies in the literature on the topic and the proposed approach, it is aimed to assist other studies with the subject and implementation of the study. Based on findings, it has been revealed that the most important criterion is “location” and the most suitable alternative for the new branch of the business is “Esenyurt” according to the both methods.

**Key words:** SWARA, ARAS, WASPAS, MCDM, Selection of location

#### 1. Giriş

Dünya ticaretinde geline nokta; teknolojinin gelişimi, iletişimin hızlanması ve bunlara bağlı olarak erişimin kolaylaşması ile ülkeler arası sınırlar ortadan kalkmış, dolayısı ile işletmeler arasındaki rekabet de artmıştır. İşletmeler rekabet üstünlüğünü elde etmek için fark oluşturmayı hedeflemektedir. Lojistik sektörü de kapsamlı bir çalışma alanına sahip olması ile işletmelerin bu farkı yakalayabileceği alanların başında gelmektedir. Verimli bir lojistik yönetimi ile maliyetler uygun seviyelerde tutulabilir, buna bağlı olarak da fiyatlandırma konusunda bir üstünlük sağlanabilir. Ayrıca müşteri memnuniyeti açısından değerlendirme yapıldığında; teslimat süreleri ve ürünün göndericiden alınıp alıcıya teslim edilmesi sürecinin güvenli bir şekilde gerçekleşmesi de

\* Sorumlu yazar: [emine.nebati@izu.edu.tr](mailto:emine.nebati@izu.edu.tr). Yazarların ORCID Numarası: <sup>1</sup> 0000-0002-3950-4279, <sup>2</sup> 0000-0002-4754-3120, <sup>3</sup> 0000-0003-2785-6426

oldukça önem arz eden konulardır. Bu alanlardaki farkı yaratmak içinse, neredeyse lojistik ile bütünleşmiş olan, taşımacılık kavramı ön plana çıkmaktadır. Taşımacılık; içerisinde farklı ulaşım ağları, çeşitli yol ve güzergâhlar, maliyet, sosyal etkenler gibi birçok faktör barındıran oldukça geniş bir kavramdır. Tüm bunların doğru şekilde planlanması da işletmeleri bir adım öne çıkaracaktır. Bu planlamanın ilk adımı ise yer seçiminin olabilecek en optimal şekilde belirlenmesidir. Yer seçimi, hangi sektörde olduğu fark etmeksizin her işletmenin vermesi gereken en önemli kararlardan biridir. Verilecek bu karar işletmenin amaçlarına en iyi şekilde hizmet edebilecek, gelirlerinin yüksek olmasını sağlarken giderlerini de olabilecek en düşük seviyede tutarak kârı maksimize edebilecek stratejik bir noktada olmalıdır. [1] İşletmenin kuruluş yeri kararının yanlış vermesi, ekonomik ömrü boyunca katlanması gereken ek maliyetlere neden olacaktır. [2] Bu durum da ana hedef olan kârın maksimizasyonu bakımından işletmeyi olumsuz etkileyecektir. Özellikle günümüz dünya koşulları beraberinde ekonominin hızlı değişimini de getirmektedir. Bu nedenle “doğru yerde, doğru yatırım” ilkesi ekonominin en önemli unsurlarından biri haline gelmiştir. Faaliyet alanı taşımacılık olan kargo işletmeleri içinse bu durum çok daha önemlidir.

Bir kargo işletmesi için yeni bir şube ya da depo açmak oldukça yüksek maliyetlerle gerçekleştirilen bir eylemdir. İşletmeyi etkileyecek tüm kriterler göz önüne alınıp ileriye dönük olarak en verimli kuruluş yerinin seçilmesi gerekmektedir. Yazında bu alanda, çeşitli çalışmalara yer verilmiştir. Örnek vermek gerekirse, kargo firması için şube yeri seçimi [3], hastane için uygun yerin belirlenmesi [4], lojistik köy kuruluş yeri belirlenmesi [5], İHA’lar için tesis yeri seçimi [6], hazır giyim işletmesinin kuruluş yeri seçimi [7], afet istasyonlarının yer seçimi [8], rüzgâr enerji santrali yer seçimi [9],[10] AVM kuruluş yer seçimi [11], mermer fabrikasının kuruluş yeri [12], depo için yer seçimi [13],[14] gibi çalışmalara yer verilmiştir. Öne çıkan diğer çalışmalar değerlendirildiğinde, lojistik [15]-[28], mobilya endüstrisi [29], perakende [30], [31] enerji [32], [33] otomotiv [34] gibi çeşitli sektörlerde çalışmaların olduğu söylenebilir. Çalışmalarda, lojistik sektöründe kuruluş yeri seçiminin büyük önem arz ettiği gözlenmiştir.

Kuruluş yeri seçiminde incelenen çalışmalardan yola çıkarak, optimal yer seçimi için çeşitli analizlerin kullanıldığı görülmektedir. Belirlenen alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan kriterler göz önünde bulundurulduğunda karar verme problemi karmaşık bir yapıdadır. Bu doğrultuda, doğru karar alınabilmesi için ÇKKV gibi matematiksel temellere dayanan yöntemlerin kullanılması doğru olacaktır [35]. Alınacak kararın etkisini anlamak ve değerlendirmek için, kriterlere ait bilgiler sayısallaştırarak ölçülebilen bir duruma dönüştürülmektedir. [36], [37]. Yazındaki incelemeler sonucunda, yer seçiminde en doğru alternatifi belirleyebilmek için, ÇKKV yöntemlerinin sıklıkla tercih edildiği gözlenmiştir. Çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden SWARA, WASPAS ve ARAS yöntemleri kullanılmıştır. SWARA yöntemi tercih sebebi, uygulama yönünden basit yapısı, aynı amaç için çalışan farklı disiplinlerdeki insanları ortak noktada buluşturabilmesi ve klasik yöntemlere göre daha yeni ve yazında az sayıda çalışmanın olmasıdır [38]. Ayrıca doğru kuruluş yeri seçiminde çok sayıda kriter etkin rol oynamaktadır. Doğru kararın verilmesi için bu kriterlerin ağırlıklandırılmasının basit ve anlaşılır olması önem arz etmektedir. Bu nedenle SWARA yönteminin seçilmesine karar verilmiştir. WASPAS yöntemi, diğer metotlarla karşılaştırıldığında daha doğru sonuçlar verdiği belirlenmiştir ve bu özelliği metodolojiyi son yıllarda etkin bir karar verme aracı olarak görülmesine katkı sağladığından tercih edilmiştir [39]. ARAS metodu ise, oransal derecelendirmede etkin bir yöntemdir [40]. Sıralamaların yapılmasında belirtilen WASPAS ve ARAS yöntemlerinin beraber kullanılmasında ise, çalışma sonucunun tutarlılığı tespit edilmesi amaçlanmıştır, bu açıdan bahsedilen yöntemlerin uygulama adımlarının benzer olması etkili olmuştur. Çalışmada tercih edilen ÇKKV yöntemlerini yazında ele alan çalışmalar incelendiğinde, Karabaşević ve diğerleri [41] insan kaynaklarında personel seçimi problemini SWARA ve WASPAS yöntemleri ile ele almıştır. İpekçi [42] sualtı akıntısından enerji elde edebilecek bir tesisin seçimi SWARA-WASPAS yöntemleri ile araştırılmıştır. Majeed ve Breesam Bağdan [43] belediyesinde katı atıkların düzenli depolama alanlarının seçim problemini SWARA ile ele alınmıştır. Doğan [44] lojistik sektöründeki bir şirketin satış ve pazarlama departmanı personelleri için performans değerlendirme modeli sunulmuştur. Çalışmada, SWARA ve WASPAS yöntemlerini tercih etmiştir. Yazıcı [45] uluslararası bir diş kliniğinin yer seçim problemini SWARA ve WASPAS ile incelemiştir. Maruf ve Özdemir [46] Türkiye’deki 15 ticari bankanın web sitelerinin performans kriterlerine göre sıralanmasını amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışmada SWARA ve ARAS yöntemlerini kullanılmıştır. Yücenur ve İpekçi [47] yenilenebilir enerji üretimi için tesis yer seçimi problemini ele almış ve SWARA-WASPAS yöntemleri ile değerlendirmiştir. Maruf [48] E-ticaret sitelerinin SWARA-ARAS yöntemleri ile performanslarına göre sıralanması konusunda çalışma yapmıştır. Akpınar [49] üçüncü parti lojistik sağlayıcısı seçimi problemini SWARA-WASPAS yöntemleri üzerinden ele almıştır. Terzioğlu ve diğerleri [50] Borsa İstanbul enerji sektöründeki firmaların finansal performansları SWARA-VIKOR ve SWARA-WASPAS metotlarıyla karşılaştırmıştır.

Bu çalışmada, bir kargo firması için kuruluş yeri seçimi problemi ele alınmıştır. Çalışmanın amacı, işletme için kuruluş yeri seçimi aşamasında, bu seçimi etkileyen faktörlerden yararlanarak alternatifler arasından işletme

için en uygun yeri belirlemektir. Önerilen modelde, yazındaki çeşitli kaynaklardan ve kurumdaki karar verici görüşlerinden faydalanılarak kuruluş yeri seçimini etkileyen 5 ana ve 15 alt kriter belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, yer seçimini etkileyen kriterlerin önem ağırlıklandırılması SWARA metodu ile 3 alternatifin sıralaması ise, WASPAS ve ARAS yöntemleri ile karşılaştırmalı belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, belirlenen yer seçimi problemi ve yöntemler ile ilgili literatür taraması kısmı yer almaktadır. Üçüncü bölümünde, kullanılan yöntemlere yer verilmiştir. Dördüncü bölümünde lojistikte kuruluş yeri seçimi probleminin Kargo Firması uygulaması ve duyarlılık analizi yer almaktadır. Çalışmanın son bölümünde ise sonuç ve gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

## 2. Metodoloji

Kuruluş yeri seçimi probleminin çözümü için kullanılan yöntemler belirlenirken yazın araştırması yapılmış ve bir kargo firması için kuruluş yeri seçiminde SWARA, WASPAS ve ARAS yöntemlerinin kullanımının oldukça az olduğu görülmüştür. Bu nedenle çalışmada, SWARA tabanlı WASPAS ve ARAS yöntemleri karşılaştırmalı analizler ile kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan SWARA yöntemi uzman odaklı yöntem olarak da adlandırılmaktadır. WASPAS yöntemi ise, alternatiflerin kriter bazındaki performans değerlerini kullanması ve alternatiflere ilişkin bir sıralama sunmaktadır [51]. ARAS yönteminde ise, çalışmadaki alternatiflerin fayda fonksiyon değerleri ve optimal alternatife ait fayda fonksiyon değerleri karşılaştırılır [52].

### 2.1 Kriterlerin ve alternatiflerin belirlenmesi

Kuruluş yeri seçimi her sektör için verilmesi gereken en önemli kararlardan biridir. Lojistik sektörü içinde yer alan kargo işletmelerinde de bu karar oldukça önemlidir. Kargo taşımacılığı kargonun zamanında ve sağlam bir şekilde ulaştırılmasını kapsayan lojistik faaliyetlerdir. Kargo işletmeleri kuruluş yerini belirlerken işletme hedeflerini ve fonksiyonlarını en verimli şekilde gerçekleştirebilecekleri bir yer seçmeyi amaçlamaktadır. Çünkü verilecek bu karar hem oldukça maliyetli ve uzun dönemli planlama gerektiren bir girişim sürecidir. Bu nedenle işletme kuruluş yeriyle ilgili karar alırken birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Kuruluş yeri seçimini etkileyen kriterleri belirlemek ve bu kriterleri analiz etmek için lojistikte kuruluş yeri seçimi ile ilgili geçmiş çalışmalar incelenmiştir. Yapılan incelemelerden yola çıkarak kriterler belirlenmiş ve Tablo 1’de kriterlerin açıklamaları, Tablo 2’de ise, kriterlerin referans tablosu paylaşılmıştır. Alternatif olarak ise, Alternatif olarak ise, Esenyurt – Arnavutköy – Levent olarak üç lokasyon belirlenmiştir.

**Tablo 1.** Yer seçim probleminde kullanılan kriterler

<b>Kriter Adı</b>	<b>Alt Kriter Açıklaması</b>
<b>Ekonomik Ana Kriteri</b>	Kuruluş yeri seçimi yapılırken ele alınması gereken en önemli faktörlerden biri ekonomik faktörlerdir. Yer seçiminde daha az gider gerektiren ve daha az masraflı olanın seçilmesi amaçlanır.
<i>Arazi Maliyeti</i>	Bir lojistik firması için kuruluş yeri seçiminde önemli olan faktörlerden biri, kurulması düşünülen ildeki veya bölgedeki birim metrekare arazi fiyatlarıdır. Fiyatlara bağlı olarak kuruluş yeri seçiminde değişiklikler olabilir.
<i>Pazar Fırsatları</i>	Kurulacak yerdeki pazarın genişliği, pazarda firmanın rakipleri, karlılık ve pazarın büyüme potansiyeli gibi faktörler yer seçimini doğrudan etkileyen noktalardır.
<i>Taşıma Maliyeti</i>	Bir lojistik firması için hiç kuşkusuz en önemli şeylerden biri de taşımadır. Kargoların taşınması sırasında ulaşım ve nakliye için teslim şekline göre yakıt, navlun ve sigorta giderleri lojistik firması için yer seçiminde önemli bir kriterdir.
<b>Çevre Ana Kriteri</b>	Seçilecek kuruluş yerinde insanların etkileşim içinde oldukları fiziki, sosyal, biyolojik ve kültürel ortamın ele alınmasıdır.
<i>Afet Bölgesi</i>	Yer seçimi yapılırken ayrıca seçim yapılacak bölgenin muhtemel afet bölgelerine uzak olması da hem can hem mal güvenliği açısından önemli bir kriter olarak yer almaktadır.
<i>Kentsel Trafik Oranı</i>	Bir lojistik merkezi için zaman önemli bir faktördür. Seçilecek bölgenin trafik yoğunluğu lojistik firmasının kendi yaratacağı trafik yoğunluğu ile trafik sıkışmasına sebep olabilir. Bu durum firmanın faaliyetlerinde aksamaya sebep olabilir. Bu nedenle trafik yoğunluğu önemli bir kriterdir.
<i>Çevresel Sürdürülebilirlik</i>	Hava kirliliği, su kullanımı, enerji kullanımı, katı atıkların çevreye az zararlı toplanması gibi çevreye duyarlı adımların atılması önemli bir kriterdir.
<b>Sosyal Ana Kriteri</b>	Seçilecek kuruluş yerinde insanların ve sosyal organizmaların ilişkilerini dikkate alan, aynı zamanda toplumla ilgisini inceleyen kriterlerdir.
<i>İş İklimi</i>	Her sektörde olduğu gibi lojistik sektörü için de iş gücü oldukça önemli bir etmendir. Seçilecek bölgedeki istihdam, işsizlik oranı, çalışanların kazançları ve iş memnuniyeti lojistik merkezi seçiminde önemli kriterlerden biridir.
<i>Kanunlar ve Politika</i>	Bölgede iş yeri açmak için gerekli hukuksal düzenlemelerin sağlanması.
<i>Emniyet ve Güvenlik</i>	Diğer kriterlerle beraber seçilecek bölgenin hırsızlık, terör olayları gibi faktörden uzak güvenli bir alanda kurulmuş olması yer seçimi kriterleri arasında yer almaktadır.
<b>Konum Ana Kriteri</b>	Lojistik sektörü için bir diğer önemli kriter olan konum, seçilecek yerin belirlenmesinde sosyal ve beşeri şartları ele alarak belirlenir.
<i>Taşıma Modu Sayısı</i>	Lojistik sektörü için ulaşım konusu oldukça önemli bir yere sahiptir. Seçilecek bölgede aktif kullanılacak ulaşım modu sayısı- yollar, demiryolları, hava yolu ve deniz yolu- kargoların müşterilere zamanında ulaşması açısından önemli bir kriterdir.
<i>Tedarikçilere Yakınlık</i>	Seçilen bölgenin, lojistik firmasının anlaşmalı olduğu tedarikçilerinin depo yerlerine yakın olması, lojistik firmasının kargoları taşınması konusunda pozitif etki sağlayacaktır.
<i>Ulaşım</i>	Lojistik sektöründe tüketicilerin ihtiyaçlarının karşılanmasındaki en önemli kriterlerden biri de ulaşım imkânlarıdır. Seçilecek bölgenin ulaşım imkânlarına yakın olması gerekmektedir. Bunlar anayolları, limanlar, havaalanları, demiryolları olabilir.
<b>Arazi Ana Kriteri</b>	Seçilecek bölgenin işletme amaçlarına uygunluğu ve sonradan yapılabilecek değişikliklere esnek olabilmesine olanak sağlayan kriterlerdir.
<i>Kapasite:</i>	Lojistik firmaları için depolama alanları kilit rol oynamaktadır. Bu yüzden seçilen bölgede saklanacak kargoların depolama ve stok alanı yer seçimini doğrudan etkileyen faktörlerin arasında yer almaktadır.
<i>Genişleme Olanakları</i>	Lojistik firmasında yaşanan durumlara göre depo alanında genişlemeye ihtiyaç duyduğu zamanlar olabilir. Seçilecek bölgenin duruma göre kargolarda yaşanan artmalardan kaynaklı gelecek için genişlemeyebilme/büyüme imkânının olup olmadığı önemli bir etmendir.
<i>Altyapı Olanakları</i>	Seçilecek bölgenin doğalgaz, su, elektrik, internet imkânları gibi altyapının uygunluğu.

**Tablo 2.** Yer seçim probleminde kullanılan kriterlerin kaynakları

<b>Ana/Alt Kriterler</b>	(Keleş ve Pekkaya 2020)	(Yalçın 2020)	(Yılmaz 2019)	(Erdal ve Aydoğmuş 2019)	(Sürmeli ve vd. 2015)	(Atalay ve vd. 2017)	(İmren ve vd. 2016)	(Yavuz ve Deveci 2014)	(Önel 2014)	(Pham ve vd. 2017)	(Pamuçar ve Božanić 2019)
<b>Ekonomi</b>	√			√	√	√	√				√
Arazi Maliyeti	√		√	√			√		√	√	
Pazar Fırsatları	√										
Taşıma Maliyeti	√				√		√		√	√	
<b>Çevre</b>	√				√	√	√		√		
Afet Bölgesi		√				√					
Kentsel Trafik Oranı	√		√	√		√		√			√
Çevresel Sürdürülebilirlik	√									√	√
<b>Sosyal</b>	√			√		√		√			
İş İklimi	√	√							√		
Kanunlar ve Politika	√							√	√	√	
Emniyet ve Güvenlik		√	√			√					
<b>Konum</b>	√			√	√						
Taşıma modu sayısı	√								√		√
Tedarikçilere Yakınlık		√	√	√				√	√	√	√
Ulaşım imkânlarına yakınlık	√	√	√	√		√				√	√
<b>Arazi</b>	√		√	√							
Kapasite	√			√			√				√
Genişleme	√			√		√		√		√	√
Olanakları	√			√				√			√
Altyapı Olanakları	√		√	√				√			√

## 2.2 SWARA yöntemi

Keršulienė, Zavadskas ve Turskis 2010 yılında SWARA (Step-Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemini geliştirmiştir. ÇKKV yöntemlerinden biri olan bu yöntem birçok problemin çözümünde uygulanmış ve başarıya ulaşmıştır [53]. SWARA yönteminin uygulamasında 5 temel adım bulunmaktadır. Bu adımlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir [54].

Adım 1: Uzman görüşleri doğrultusunda problemin çözümü için belirlenen kriterlerin önem sırası belirlenir. Bu sıralama azalan düzende yapılır.

Adım 2: Kriterlerin göreceli önem düzeyleri belirlenir. Sıralamanın en başındaki kriter  $j$ . Kriter olarak adlandırıldığında, kendinden bir sonraki kriter yani  $(j + 1)$ . Kriter ile  $j$ . Kriter arasındaki fark belirlenir. Burada bulunan değer  $s_j$  (ortalama değerlerin karşılaştırmalı önemi) olarak ifade edilir.

Adım 3: Her kriter için  $k_j$  katsayısı Eşitlik 1'e göre belirlenir.

$$k_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ s_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad (1)$$

Adım 4: Kriterlerin  $q_j$  önem vektörü Eşitlik 2'ye göre belirlenir.

$$q_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j}, & j > 1 \end{cases} \quad (2)$$

Adım 5: Kriterlere ait nihai önem ağırlıkları  $w_j$ , Eşitlik 3 ile hesaplanır. Bu hesaplanan değer  $w_j$ ,  $j$  kriterinin göreceli önemini gösterir.

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

### 2.3 ARAS yöntemi

ARAS yöntemi (Additive Ratio Assessment) E.K. Zavadskas ve Z. Turskis tarafından 2010'da ortaya çıkarılmıştır. Bu yöntemle göre, alternatiflerin performans düzeyleri ve ideal alternatife oranları hesaplanabilir [57]. Yöntemin uygulama aşamaları sırasıyla şu şekildedir [58]:

Adım 1: Karar verme matrisi oluşturulmaktadır. Aşağıda gösterilen karar verme matrisinde “m”, alternatifleri ve “n”, kriterleri ifade etmektedir. “ $x_{ij}$ ” j kriterine göre i alternatifinin performans değerini temsil eden değerdir. “ $x_{0j}$ ” ise j kriterinin optimal değeridir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \cdot & x_{0j} & \cdot & x_{0n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{i1} & \cdot & x_{ij} & \cdot & x_{in} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & \cdot & x_{mj} & \cdot & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 0, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (4)$$

Eğer en iyi j kriteri değeri bilinmiyorsa;

Eğer  $\max_i x_{ij}$  tercih edilirse,  $x_{0j} = \max_i x_{ij}$ ,

Eğer  $\min_i x_{ij}^*$  tercih edilirse,  $x_{0j} = \min_i x_{ij}^*$  olur.

Adım 2: Karar verme matrisi normalize edilir. Normalleştirilmiş karar verme matrisi  $\bar{X}$  'in,  $\bar{x}_{ij}$  değerleri tanımlanır.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \cdot & \hat{x}_{0j} & \cdot & \hat{x}_{0n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \hat{x}_{i1} & \cdot & \hat{x}_{ij} & \cdot & \hat{x}_{in} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \hat{x}_{m1} & \cdot & \hat{x}_{mj} & \cdot & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = 0, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (5)$$

Tercih edilen değerleri maksimum olan kriterler aşağıdaki gibi normalize edilir:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (6)$$

Tercih edilen değerleri minimum olan kriterler, iki aşamalı prosedür uygulayarak normalleştirilir:

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^*}; \bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (7)$$

Adım3: Normalleştirilmiş ağırlıklı matrisi  $\bar{X}$  tanımlamaktır.  $0 < w_j < 1$  olan ağırlıkları olan kriterleri değerlendirmek mümkündür. Ağırlıkların toplamı  $w_j$  şu şekilde sınırlandırılacaktır:

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (8)$$

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \cdot & \hat{x}_{0j} & \cdot & \hat{x}_{0n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \hat{x}_{i1} & \cdot & \hat{x}_{ij} & \cdot & \hat{x}_{in} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \hat{x}_{m1} & \cdot & \hat{x}_{mj} & \cdot & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix}; i = 0, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (9)$$

Bütün kriterlerin normalleştirilmiş ağırlıklı değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} w_j; i = 0, \dots, m \quad (10)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan " $w_j$ " j kriterinin ağırlığını (önemi) ve " $\bar{x}_{ij}$ ", j kriterinin normalize edilmiş değerini göstermektedir.

Adım 4: ARAS yönteminin son adımında, alternatiflerin değerlendirilmesi için aşağıdaki denklem optimalite fonksiyonunun değerlerini belirlemektir:

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}; i = 0, \dots, m \quad (11)$$

Burada " $S_i$ ", i alternatifinin optimalite fonksiyonunun değeridir. Alternatiflerin öncelikleri  $S_i$  değerine göre belirlenebilir. Alternatifin fayda derecesi, analiz edilen değişkenin, ideal olarak en iyi bir  $S_0$  ile karşılaştırılmasıyla saptanır. Alternatif bir  $a_i$ 'nin fayda derecesi  $K_i$ 'nin hesaplanması için kullanılan Eşitlik 20 aşağıda verilmiştir:

$$K_i = \frac{S_i}{S_n}; i = 0, \dots, m \quad (12)$$

Adım 5: Eşitliklerde yer alan " $S_i$ " ve " $S_0$ " optimalite kriter değerleridir. Hesaplanan  $K_i$  değerleri [0,1] aralığındadır. Alternatifler " $K_i$ " değerlerine göre sıralanır.

## 2.4 WASPAS yöntemi

2012 yılında geliştirilmiş yeni bir yöntem olan WASPAS yöntemi mevcut alternatiflerin değerlendirilmesinde ve sıralanmasında kullanılmaktadır. [48] WASPAS yönteminde Ağırlıklı Toplam Modeli (WSM-Weighted Sum Model) ve Ağırlıklı Çarpım Modellerinin (WPM-Weighted Product Model) birlikte kullanılmasıyla geliştirilen bir yöntemdir. Bu iki yöntemin birlikte kullanılması sonuçların güvenilirliğini arttırmakta ve sıralamanın doğru şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır. Ayrıca, duyarlılık analizi ile sonucun tutarlılığı kontrol edilebilir [56]. Yöntemin uygulama aşamalarında yer alan değişkenler aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

- $m$  : karar alternatif sayısı ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ )
- $n$ : değerlendirme kriteri sayısı ( $j = 1, 2, \dots, n$ )
- $x_{ij}$  j. değerlendirme kriterine göre i. alternatifin aldığı değer ( $j=1, 2, \dots, n$ )
- $x_{ij}^*$ ; j. değerlendirme kriterine göre i. alternatifin aldığı normalize edilmiş değer ( $j=1, 2, \dots, n$ )
- $w_j$  : j. değerlendirme kriterinin ağırlığı ( $j = 1, 2, \dots, n$ )

Adım 1: İlk aşamada  $x_{ij}$  değerlerinden oluşan karar matrisi Eşitlik 4'te gösterilen şekilde oluşturulmuştur.

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Adım 2: Karar matrisindeki alternatifleri normalize etmek için ise aşağıda belirtilen iki denklemden yararlanılmaktadır. Normalizasyon işleminde fayda sağlayan kriterler için Eşitlik 5' den, fayda sağlamayan maliyet yönlü kriterler için Eşitlik 6'den yararlanılır. Eşitlikler aşağıda belirtildiği gibidir:

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\max_i(x_{ij})} \quad (14)$$

$$i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n$$

$$x_{ij} = \frac{\min_i(x_{ij})}{x_{ij}} \quad (15)$$

$$i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, n$$

Adım 3: Bu iki eşitlik göz önüne alınarak eş zamanlı en iyi ölçüm kriteri aranmaktadır. Ağırlıklı ortalama başarı kriteri, VSM yöntemiyle benzerlik göstermektedir. Ağırlıklı toplam modeli (WSM) ile alternatiflerin toplam görelî önemleri hesaplanabilmektedir. Bu da Eşitlik 7 'te ki şekilde yapılmaktadır:

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n w_j x_{ij}^* \quad (16)$$

Adım 4: Bu adımda alternatiflerin toplam göreceli önemi hesaplanmaktadır. Bir alternatifin kriter bazında aldığı normalize değerler kriter ağırlığı kadar kuvveti alınarak ve bulunan değerlerin her bir alternatif için sırasıyla çarpılmasıyla belirlenir. Eşitlik 8 yardımıyla hesaplanır.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n (x_{ij}^*)^{w_j} \quad (17)$$

Adım 5: Bu aşamada Eşitlik 9 yardımıyla ağırlıklandırılmış ortak genel kriter değeri ( $Q_i$ ) hesaplanır.

$$Q_i = 0,5Q_i^{(1)} + 0,5 Q_i^{(2)} = 0,5 \prod_{j=1}^n x_{ij}^* w_j + 0,5 \prod_{j=1}^n (x_{ij}^*)^{w_{ij}} \quad (18)$$

Adım 6: Alternatiflerin göreceli ve toplam önem düzeylerini belirlemek için Eşitlik 10'da gösterilen formül kullanılmaktadır:

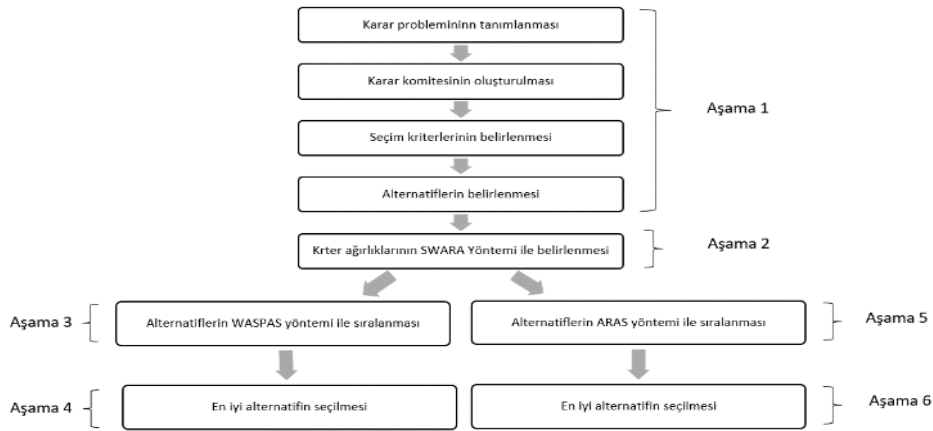
$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)} = \lambda \sum_{j=1}^n (x_{ij}^*) w_j + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n (x_{ij}^*)^{w_{ij}} \quad (19)$$

Ayrıca formüllerde kullanılan  $\lambda$  değeri WASPAS yönteminde kullanılan bir parametredir. Eşitlik 11'de gösterilen formülle hesaplanmaktadır.

$$\lambda = Q_i^{(2)} \frac{\sigma^2(Q_i^{(2)})}{\sigma^2(Q_i^{(1)}) + \sigma^2(Q_i^{(2)})} \quad (20)$$

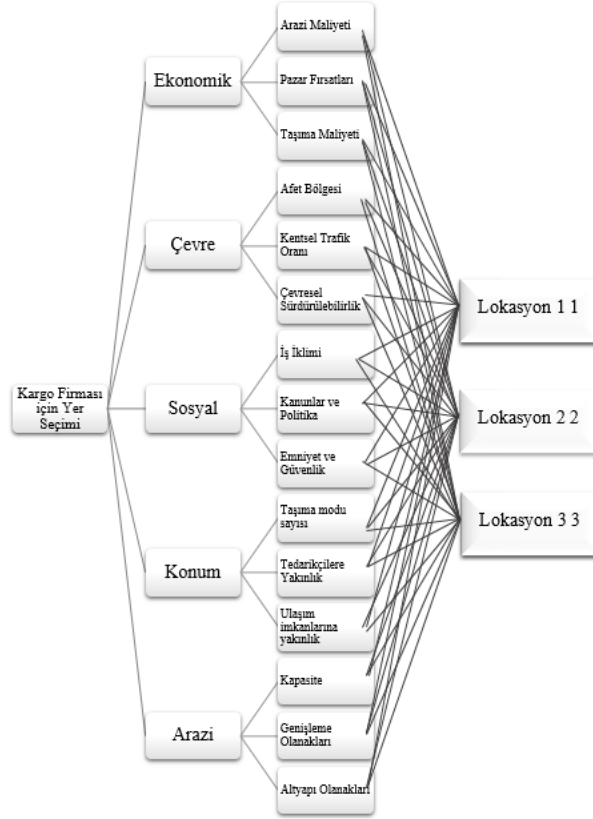
### 3. Uygulama

Çalışmanın bu bölümünde SWARA, WASPAS ve ARAS yöntemlerinin uygulama sonuçlarına yer verilmiştir. Çalışmada önerilen model kapsamında, lojistik sektöründe kuruluş yer seçimi için 5 ana kriter ve 15 alt kriter ve 3 yer alternatif yer seçimi belirlenmiştir. SWARA ile kriterlerin ağırlıklandırılması, WASPAS ve ARAS yöntemleri ile alternatiflerin sıralanması yapılmıştır. Önerilen araştırma metodolojisi Şekil 1 ve önerilen model Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Önerilen araştırma metodolojisi





Şekil 2. Önerilen model şeması

### 3.1 SWARA uygulaması

Bu bölümde, ana ve alt kriterlere ait kriter ağırlıkları SWARA yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

#### 3.1.1 Ana kriterlerin SWARA yöntemi ile ağırlıklandırılması

Kargo işletmesi için en iyi kuruluş yeri seçiminde kullanılan ana kriterler Tablo 3' de sunulmuştur.

Tablo 3. Ana kriterler

Ana Kriterler	
C1	Ekonomik
C2	Çevre
C3	Sosyal
C4	Konum
C5	Arazi

Tablo 3' de ki değerlendirme kriterlerinin önem düzeylerinin belirlenebilmesi için üç karar verici belirlenmiştir. Öncelikle kriterlerin önem sırası tüm karar vericiler tarafından belirlenmiştir. Daha sonra her bir karar vericiye göre değerlendirme kriterlerinin göreceli önem düzeyleri elde edilmiştir. Bu adımda, ikinci kriterden başlanarak her bir kriter kendinden bir önceki kriter (j) ile karşılaştırılmış ve kriterleri birbirlerine göre karşılaştırmalı önemleri ( $s_j$ ) belirlenmiştir. Eşitlik 1 ile kriterlerin karşılaştırmalı önemlerine ait katsayılar ( $k_j$ ) elde edilmiştir. Kriterlerin  $q_j$  önem vektörü Eşitlik 2'ye göre belirlenmiştir. Sonra, kritere ait nihai önem ağırlıkları  $w_j$ , Eşitlik 3 ile hesaplanmıştır. Tüm karar vericiler için adımlar tekrar edilmiştir.

Adım 1- 2-3: Karar Verici 1-2-3 için değerlendirme sonuçları Tablo 4, Tablo 5 ve Tablo 6' da gösterilmiştir.

**Tablo 4. KV- 1 kriter ağırlıkları**

KV- 1							
Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	sj	kj	qj	wj	
C 1	4	C 4	1	1	1	0,238	
C 2	2	C 2	2	0,1	1,1	0,952	0,227
C 3	5	C 5	3	0,1	1,1	0,907	0,216
C 4	1	C 1	4	0,2	1,2	0,756	0,180
C 5	3	C 3	5	0,3	1,3	0,581	0,139

**Tablo 5. KV- 2 kriter ağırlıkları**

KV- 2							
Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	sj	kj	qj	wj	
C 1	1	C 1	1	1	1	0,305	
C 2	3	C 4	2	0,3	1,3	0,8	0,244
C 3	4	C 2	3	0,4	1,4	0,571	0,174
C 4	2	C 3	4	0,2	1,2	0,476	0,145
C 5	5	C 5	5	0,1	1,1	0,433	0,132

**Tablo 6. KV- 3 kriter ağırlıkları**

KV- 3							
Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	sj	kj	qj	wj	
C 1	2	C 4	1	1	1	0,360	
C 2	3	C 1	2	0,4	1,4	0,714	0,257
C 3	5	C 2	3	0,6	1,6	0,446	0,161
C 4	1	C 5	4	0,2	1,2	0,388	0,140
C 5	4	C 3	5	0,7	1,7	0,228	0,082

Adım 4: Tüm karar vericiler için ayrı hesaplanan kriter ağırlıklarının ( $q_j$  değerleri) geometrik ortalamaları alınarak genel kriter ağırlıkları Tablo 7' de elde edilmiştir.

**Tablo 7. Nihai ana kriterlerin ağırlıkları**

Son Ağırlıklar					
Kriterler	KV- 1	KV- 2	KV- 3	Son Kriter Ağırlığı	Sıralama
C 1	0,180	0,305	0,257	0,242	2
C 2	0,227	0,174	0,161	0,185	3
C 3	0,139	0,145	0,082	0,118	5
C 4	0,238	0,244	0,360	0,276	1
C 5	0,216	0,132	0,140	0,159	4

Adım 5: Tablo 7' de belirlenen ağırlıklara göre şube yeri seçimi için en önemli kriter C4 (Konum) kriteri (0,276) iken, en az öneme sahip kriter C3 (Sosyal) (0.118) kriteridir.

### 3.1.2. Alt Kriterlerin SWARA Yöntemi ile Ağırlıklandırılması

Tablo 8' da kuruluş yeri seçiminde kullanılan alt kriterler gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Alt kriterler

KRİTER	ALT KRİTER
<b>C1: Ekonomik</b>	C1.1: Arazi Maliyeti
	C1.2: Pazar Fırsatları
	C1.3: Taşıma Maliyeti
<b>C2: Çevre</b>	C2.1: Afet Bölgesi
	C2.2: Kentsel Trafik Oramı
	C2.3: Çevresel Sürdürülebilirlik
<b>C3: Sosyal</b>	C3.1: İş İklimi
	C3.2: Kanunlar ve Politika
	C3.3: Emniyet ve Güvenlik
<b>C4: Konum</b>	C4.1: Taşıma Modu Sayısı
	C4.2: Tedarikçilere Yakınlık
	C4.3: Ulaşım İmkanlarına Yakınlık
<b>C5: Arazi</b>	C5.1: Kapasite
	C5.2: Genişleme Olanakları
	C5.3: Altyapı Olanakları

Adım 1: Ana kriter hesaplamaları alt kriterler içinde tekrar edilmiştir. Tablo 8' de alt kriterler önem düzeylerini üç karar verici belirlemiştir. Öncelikle alt kriterlerin önem sırasını her karar verici belirlemiştir

Adım 2: Her karar vericiye göre değerlendirme alt kriterlerinin görece önem düzeyleri belirlenmiştir. Ardından, ikinci kriterden başlanarak her bir alt kriter kendinden bir önceki alt kriter (j) ile karşılaştırılmış ve alt kriterlerin birbirlerine göre karşılaştırmalı önemleri ( $s_j$ ) belirlenmiştir.

Adım 3: Eşitlik 1 ile alt kriterlerin karşılaştırmalı önemlerine ait katsayılar ( $k_j$ ) elde edilmiştir.

Adım 4: Alt Kriterlerin  $q_j$  önem vektörü Eşitlik 2'ye ile elde edilmiştir. Son olarak, alt kriterlere ait nihai önem ağırlıkları  $w_j$ , Eşitlik 3 ile hesaplanmış ve diğer karar vericiler için aynı adımlar tekrar edilmiştir.

Adım 5: Karar verici 1-2-3 için alt kriterlerin ağırlıkları elde edilmiştir. Bu sonuçlar sırasıyla Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11' de gösterilmiştir.

**Tablo 9.** Karar verici 1'e göre alt kriterlere ait ağırlıklar

KV- 1						
Alt Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	$s_j$	$k_j$	$q_j$	$w_j$
C 1						
C 1.1	3	C 1.2	1	1	1	0,370
C 1.2	1	C 1.3	2	0,1	1,1	0,909
C 1.3	2	C 1.1	3	0,2	1,2	0,791
C 2						
C 2.1	3	C 2.3	1	1	1	0,371
C 2.2	2	C 2.2	2	0,2	1,2	0,870
C 2.3	1	C 2.1	3	0,1	1,1	0,828
C 3						
C 3.1	3	C 3.3	1	1	1	0,396
C 3.2	2	C 3.2	2	0,2	1,2	0,833
C 3.3	1	C 3.1	3	0,2	1,2	0,694
C 4						
C 4.1	2	C 4.2	1	1	1	0,350
C 4.2	1	C 4.1	2	0,1	1,1	0,952
C 4.3	3	C 4.3	3	0,1	1,1	0,907
C 5						
C 5.1	2	C 5.3	1	1	1	0,355
C 5.2	3	C 5.1	2	0,1	1,1	0,952
C 5.3	1	C 5.2	3	0,1	1,1	0,866

**Tablo 10.** Karar verici 2'ye göre alt kriterlere ait ağırlıklar

KV- 2							
Alt Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	sj	kj	qj	wj	
C 1							
C 1.1	1	C 1.1	1	1	1	0,481	
C 1.2	2	C 1.2	2	0,7	1,7	0,588	0,283
C 1.3	3	C 1.3	3	0,2	1,2	0,490	0,236
C 2							
C 2.1	3	C 2.2	1	1	1	0,504	
C 2.2	1	C 2.3	2	0,8	1,8	0,556	0,280
C 2.3	2	C 2.1	3	0,3	1,3	0,427	0,216
C 3							
C 3.1	3	C 3.3	1	1	1	0,370	
C 3.2	2	C 3.2	2	0,3	1,3	0,909	0,337
C 3.3	1	C 3.1	3	0,6	1,6	0,791	0,293
C 4							
C 4.1	3	C 4.2	1	1	1	0,491	
C 4.2	1	C 4.3	2	0,5	1,5	0,667	0,327
C 4.3	2	C 4.1	3	0,8	1,8	0,370	0,182
C 5							
C 5.1	1	C 5.1	1	1	1	0,533	
C 5.2	2	C 5.2	2	0,9	1,9	0,526	0,280
C 5.3	3	C 5.3	3	0,5	1,5	0,351	0,187

**Tablo 11.** Karar verici 3'e göre alt kriterlere ait ağırlıklar

KV- 3							
Alt Kriterler	Önem Sırası	Sıralama	sj	kj	qj	wj	
C 1							
C 1.1	3	C 1.2	1	1	1	0,398	
C 1.2	1	C 1.3	2	0,4	1,4	0,741	0,295
C 1.3	2	C 1.1	3	0,3	1,3	0,769	0,306
C 2							
C 2.1	2	C 2.2	1	1	1	0,429	
C 2.2	1	C 2.1	2	0,3	1,3	0,800	0,343
C 2.3	3	C 2.3	3	0,5	1,5	0,533	0,229
C 3							
C 3.1	3	C 3.3	1	1	1	0,401	
C 3.2	2	C 3.2	2	0,3	1,3	0,800	0,321
C 3.3	1	C 3.1	3	0,2	1,2	0,696	0,279
C 4							
C 4.1	2	C 4.2	1	1	1	0,466	
C 4.2	1	C 4.1	2	0,6	1,6	0,63	0,291
C 4.3	3	C 4.3	3	0,2	1,2	0,521	0,243
C 5							
C 5.1	1	C 5.1	1	1	1	0,386	
C 5.2	3	C 5.3	2	0,2	1,2	0,833	0,322
C 5.3	2	C 5.2	3	0,1	1,1	0,758	0,292

Adım 6: Tüm karar vericiler için hesaplanan alt kriter ağırlıklarının ( $q_j$  değerleri) geometrik ortalamaları bulunmuş ve genel kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Elde edilen kriter ağırlıkları Tablo 12' te gösterilmiştir.

**Tablo 12.** Nihai alt kriter ağırlıkları

Alt Kriterler	Son Ağırlıklar			Son Kriter Ağırlığı	Sıralama
	KV- 1	KV- 2	KV- 3		
C 1					
C 1.1	0,293	0,481	0,306	0,351	1
C 1.2	0,370	0,283	0,398	0,347	2
C 1.3	0,337	0,236	0,295	0,286	3
C 2					
C 2.1	0,307	0,504	0,343	0,376	1
C 2.2	0,332	0,280	0,429	0,342	2
C 2.3	0,371	0,216	0,229	0,264	3
C 3					
C 3.1	0,275	0,293	0,279	0,282	3
C 3.2	0,330	0,337	0,321	0,329	2
C 3.3	0,396	0,37	0,401	0,389	1
C 4					
C 4.1	0,333	0,491	0,291	0,362	2
C 4.2	0,350	0,327	0,466	0,377	1
C 4.3	0,317	0,182	0,243	0,241	3
C 5					
C 5.1	0,338	0,533	0,386	0,411	1
C 5.2	0,307	0,280	0,292	0,293	2
C 5.3	0,355	0,187	0,322	0,277	3

Tablo 12’de belirlenen değerlere göre alt kriterlerin kendi içinde önem sıraları belirlenmiştir. C1 (Ekonomik) kriterlerde en önemlisi C1.1 (Arazi Maliyeti) iken en az önemli kriter C1.3 (Taşıma Maliyeti) olmuştur. C2 (Çevre) kriterinin en önemli alt kriteri C2.1 (Afet Bölgesi) olarak belirlenirken, C3 (Sosyal) kriterinin en önemli alt kriteri C3.3 (Emniyet ve Güvenlik), C4 (Konum) için en önemli alt kriterin C4.2 (Tedarikçilere Yakınlık) ve C5 (Arazi) için en önemli alt kriterin C5.1 (Kapasite) olduğu saptanmıştır.

**Tablo 13.** Kriterlerin global ağırlıkları

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Yerel Ağırlık	Global Ağırlık
C 1		0,242	
	C 1.1	0,351	0,085
	C 1.2	0,347	0,084
	C 1.3	0,286	0,069
C 2		0,185	
	C 2.1	0,376	0,070
	C 2.2	0,342	0,063
	C 2.3	0,264	0,049
C 3		0,118	
	C 3.1	0,282	0,033
	C 3.2	0,329	0,039
	C 3.3	0,389	0,046
C 4		0,276	
	C 4.1	0,362	0,100
	C 4.2	0,377	0,104
	C 4.3	0,241	0,066
C 5		0,159	
	C 5.1	0,411	0,065
	C 5.2	0,293	0,046
	C 5.3	0,277	0,044

Önceki aşamalarda bulunan ana kriterlerin yerel ağırlıkları, bulunan alt kriter ağırlıklarıyla çarpılarak alt kriterlerin global ağırlıkları belirlenmiştir. Tablo 14’ de bulunan değerlere göre C1.1 (Arazi Maliyeti), C1(Ekonomik) kriterinin en yüksek ağırlığa sahip alt kriteridir. Aynı zamanda C2.1 (Afet bölgesi), C2 (Çevre) için, C3.3(Emniyet ve Güvenlik) C3 (Sosyal) kriteri için, C4.1 (Tedarikçilere Yakınlık), C4 (Konum) için ve C5.1

(Kapasite), C5 (Arazi) için en yüksek global ağırlığa sahip alt kriterlerdir. Bulunan global ağırlıklar en iyi alternatifin belirlenmesinde kullanılacak WASPAS ve ARAS yöntemlerinde de kullanılacaktır.

### 3.2 ARAS uygulaması

ARAS yönteminin ilk adımında, karar matrisi oluşturulur. Karar vericiler 1-5 skalasını baz alarak Çok iyi:5, İyi:4, Orta:3, Kötü:2 ve Çok kötü:1 olmak üzere kriterleri değerlendirmiştir.

Adım 1: Değerlendirme sonucunda karar vericilerin verdikleri puanların geometrik ortalaması alınmış ve kriterlerin maliyet yönü (min) ve fayda yönü (max) olduğu karar matrisinde Tablo 14'de yer verilmiştir.

**Tablo 14.** Karar matrisi

Alternatifler/Kriterler	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 5.1	C 5.2	C 5.3
Kriter Yönü	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
A 1	3,634	5,000	2,884	1,587	1,587	2,621	1,817	3,634	3,634	2,884	1,817	2,621	2,621	1,817	2,289
A 2	3,634	3,420	3,420	2,466	2,466	3,175	2,714	3,684	3,915	4,309	2,714	2,000	4,217	4,309	2,884
A 3	5,000	4,642	3,302	2,289	2,884	2,621	2,884	2,520	4,309	3,684	3,915	3,915	3,915	3,684	4,309

Adım 2: Karar matrisine kriter ağırlıklarının bulunduğu bir satır ve kriterler için optimum değer bulunduğunu yeni bir satır eklenmiştir. Buna göre minimize edilmesi gereken kriterlerde bir başka deyişle maliyet kriterlerinde sütunda yer alan minimum değer alınmış, maksimize edilmesi gereken fayda kriterlerinde sütunda yer alan maksimum değer alınmıştır. Oluşturulan yeni karar matrisi Tablo 15'de gösterilmiştir.

**Tablo 15.** Optimum değerlerin belirlendiği karar matrisi

Alternatifler/Kriterler	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 5.1	C 5.2	C 5.3
W	0,085	0,084	0,069	0,070	0,063	0,049	0,033	0,039	0,046	0,100	0,104	0,066	0,065	0,046	0,044
Optimum	3,634	5,000	2,884	1,587	1,587	3,175	2,884	3,684	4,309	4,309	3,915	3,915	4,217	4,309	4,309
A 1	3,634	5,000	2,884	1,587	1,587	2,621	1,817	3,634	3,634	2,884	1,817	2,621	2,621	1,817	2,289
A 2	3,634	3,420	3,420	2,466	2,466	3,175	2,714	3,684	3,915	4,309	2,714	2,000	4,217	4,309	2,884
A 3	5,000	4,642	3,302	2,289	2,884	2,621	2,884	2,520	4,309	3,684	3,915	3,915	3,915	3,684	4,309

Normalize karar matrisinin oluşturulması için ilk olarak maliyet yönü kriterler normalizasyona uygun hale getirilir. Bu işlem sonucunda oluşan yeni karar matrisi Tablo 16'da gösterilmiştir.

**Tablo 16.** Fayda yönü dönüştürülmüş karar matrisi

Alternatifler/Kriterler	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 5.1	C 5.2	C 5.3
W	0,085	0,084	0,069	0,070	0,063	0,049	0,033	0,039	0,046	0,100	0,104	0,066	0,065	0,046	0,044
Optimum	0,275	5,000	0,347	0,630	0,630	3,175	2,884	3,684	4,309	4,309	3,915	3,915	4,217	4,309	4,309
A 1	0,275	5,000	0,347	0,630	0,630	2,621	1,817	3,634	3,634	2,884	1,817	2,621	2,621	1,817	2,289
A 2	0,275	3,420	0,292	0,405	0,405	3,175	2,714	3,684	3,915	4,309	2,714	2,000	4,217	4,309	2,884
A 3	0,200	4,642	0,303	0,437	0,347	2,621	2,884	2,520	4,309	3,684	3,915	3,915	3,915	3,684	4,309

Sonrasında tüm tablo için normalizasyon işlemi gerçekleştirilir. Oluşturulan normalize karar matrisi Tablo 17'deki gibidir.

**Tablo 17.** Normalize karar matrisi

Alternatifler/ Kriterler	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 5.1	C 5.2	C 5.3
W	0,085	0,084	0,069	0,070	0,063	0,049	0,033	0,039	0,046	0,100	0,104	0,066	0,065	0,046	0,044
Optimum	0,2683	0,277	0,269	0,299	0,313	0,274	0,280	0,273	0,267	0,284	0,317	0,314	0,282	0,305	0,312
A 1	0,2683	0,277	0,269	0,299	0,313	0,226	0,176	0,269	0,225	0,190	0,147	0,211	0,175	0,129	0,166
A 2	0,2683	0,189	0,227	0,193	0,202	0,274	0,264	0,27	0,242	0,284	0,220	0,161	0,282	0,305	0,209
A 3	0,1950	0,257	0,235	0,208	0,172	0,226	0,280	0,186	0,267	0,243	0,317	0,314	0,262	0,261	0,312

Adım 3: Bu adımda, oluşturulmuş olan normalize karar matrisi daha öncesinde SWARA Yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir. Elde edilen bu yeni karar matrisi Tablo 18’de gösterilmiştir.

**Tablo 18.** Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

Alternatifler/ Kriterler	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 5.1	C 5.2	C 5.3
W	0,085	0,084	0,069	0,070	0,063	0,049	0,033	0,039	0,046	0,100	0,104	0,066	0,065	0,046	0,044
Optimum	0,023	0,023	0,019	0,021	0,020	0,013	0,009	0,011	0,012	0,028	0,033	0,021	0,018	0,014	0,014
A 1	0,023	0,023	0,019	0,021	0,020	0,011	0,006	0,010	0,010	0,019	0,015	0,014	0,011	0,006	0,007
A 2	0,023	0,016	0,016	0,013	0,013	0,013	0,009	0,011	0,011	0,028	0,023	0,011	0,018	0,014	0,009
A 3	0,017	0,022	0,016	0,014	0,011	0,011	0,009	0,007	0,012	0,024	0,033	0,021	0,017	0,012	0,014

Adım 4: Optimalite fonksiyon değerleri Eşitlik (19) yardımıyla hesaplandıktan sonra her bir alternatifin fayda derecesi Eşitlik (20) kullanılarak belirlenmiştir. Alternatiflerin optimalite fonksiyon değeri ( $S_i$ ) ve fayda dereceleri ( $K_i$ ) Tablo 19’daki gibidir.

Adım 5: Son olarak  $K_i$  değerleri büyükten küçüğe sıralanmıştır ve 3 alternatif arasındaki sıralama Tablo 19’daki gibi bulunmuştur.

**Tablo 19.** Nihai sıralama

	$S_i$	$K_i$	Sıralama
Optimum	0,2792	1,0000	
A 1	0,2158	0,7732	3
A 2	0,2279	0,8164	2
A 3	0,2405	0,8614	1

Uygulanan ARAS Yöntemi sonucuna göre bir kargo firması için kuruluş yeri seçiminde “A3” (Esenyurt) en iyi alternatif olurken, “A1” (Levent) en kötü alternatif olarak belirlenmiştir.

### 3.3 WASPAS uygulaması

#### 3.3.1 Alternatiflerin sıralanması için WASPAS yönteminin uygulanması

Kargo firması için en uygun kuruluş yeri seçiminde kriter ağırlıkları belirlendikten sonra, üç karar vericinin cevapları WASPAS yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Adım 1: İlk olarak her bir kriter için üç karar vericinin verdikleri performans değerleri sonucunda karar matrisi oluşturulmuştur. Üç karar vericinin verdikleri puanların geometrik ortalaması alınmıştır. Sonuçlar Tablo 20’de gösterilmiştir.

**Tablo 20.** Karar matrisi

Kriter Yönü	min	max	min	min	min	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Alternatifler/Kriterler	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 5.1	C 5.2	C 5.3
A 1	3,634	5,000	2,884	1,587	1,587	2,621	1,817	3,634	3,634	2,884	1,817	2,621	2,621	1,817	2,289
A 2	3,634	3,420	3,420	2,466	2,466	3,175	2,714	3,684	3,915	4,309	2,714	2,000	4,217	4,309	2,884
A 3	5,000	4,642	3,302	2,289	2,884	2,621	2,884	2,520	4,309	3,684	3,915	3,915	3,915	3,684	4,309

Adım 2: Karar matrisi elde edildikten sonra WASPAS için kullanılan Eşitlik 14 ve Eşitlik 15 kullanılarak normalize edilmiştir. Değerler Tablo 21’ de gösterilmiştir.

**Tablo 21.** Normalize karar matrisi

Kriter Yönü	min	max	min	min	min	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Alternatifler/Kriterler	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 5.1	C 5.2	C 5.3
A 1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,825	0,630	0,986	0,843	0,669	0,464	0,669	0,621	0,422	0,531
A 2	1,000	0,684	0,843	0,644	0,644	1,000	0,941	1,000	0,909	1,000	0,693	0,511	1,000	1,000	0,669
A 3	0,727	0,928	0,874	0,693	0,550	0,825	1,000	0,684	1,000	0,855	1,000	1,000	0,928	0,855	1,000
Kriterler	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 5.1	C 5.2	C 5.3
Ağırlık	0,085	0,084	0,069	0,070	0,063	0,049	0,033	0,039	0,046	0,100	0,104	0,066	0,065	0,046	0,044

Adım 3: WSM’ ye göre alternatiflerin toplam görelî önemi ( $Q_i^{(1)}$ ) Eşitlik 16 ile hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 22’ de paylaşılmıştır.

**Tablo 22.** Ağırlıklı toplam yöntemine göre nispi önem değeri

Alternatifler/ Kriterler	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 5.1	C 5.2	C 5.3	$Q_i^{(1)}$
A 1	0.0 85	0.0 84	0.0 69	0.0 70	0.0 63	0.0 40	0.0 21	0.0 38	0.0 39	0.0 67	0.0 48	0.0 44	0.0 41	0.0 20	0.0 23	0.7 52
A 2	0.0 85	0.0 57	0.0 58	0.0 45	0.0 41	0.0 49	0.0 31	0.0 39	0.0 42	0.1 00	0.0 72	0.0 34	0.0 65	0.0 46	0.0 29	0.7 94
A 3	0.0 62	0.0 78	0.0 60	0.0 48	0.0 35	0.0 40	0.0 33	0.0 27	0.0 46	0.0 85	0.1 04	0.0 66	0.0 61	0.0 40	0.0 44	0.8 29

Adım 4: Alternatiflerin her bir kriter için performans değerinin kriter ağırlığı oranında kuvvetinin çarpımı olarak hesaplanmıştır. Hesaplama Eşitlik 17 kullanılır ve  $Q_i^{(2)}$  değeri bulunur. Sonuçlar Tablo 23’ de gösterilmiştir.

**Tablo 23.** Ağırlıklı çarpım yöntemine göre nispi önem değeri

Kriterler/ Alternatifler	C 1.1	C 1.2	C 1.3	C 2.1	C 2.2	C 2.3	C 3.1	C 3.2	C 3.3	C 4.1	C 4.2	C 4.3	C 5.1	C 5.2	C 5.3	$Q_i^{(2)}$
A 1	1.00 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	1.00 0	0.99 1	0.98 5	0.99 9	0.99 2	0.96 1	0.92 3	0.97 4	0.96 9	0.96 1	0.97 3	0.75 7
A 2	1.00 0	0.96 9	0.98 8	0.97 0	0.97 2	1.00 0	0.99 8	1.00 0	0.99 6	1.00 0	0.96 3	0.95 6	1.00 0	1.00 0	0.98 2	0.81 2
A 3	0.97 3	0.99 4	0.99 1	0.97 5	0.96 3	0.99 1	1.00 0	0.98 5	1.00 0	0.98 4	1.00 0	1.00 0	0.99 5	0.99 3	1.00 0	0.85 4

Adım 5: Ağırlıklı Çarpım ve Ağırlıklı Toplam yöntemlerine göre hesaplanan  $Q_i^{(1)}$  ve  $Q_i^{(2)}$  değerleri kullanılarak elde edilen nihai  $Q_i$  değeri Eşitlik 18 ile bulunmuştur.

Adım 6: Çalışmada  $\lambda$  değeri 0.5 kabul edilerek sonuca ulaşılmıştır. Buna göre belirlenen alternatiflere ait sıralama Tablo 24’ de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en iyi alternatif “A3” (Esenyurt) olurken, verilen kriterler doğrultusunda en kötü alternatif “A1” (Levent) olmuştur.



**Tablo 24.** Qi değerleri

Alternatifler	Qi	Sıralama
A 1	0.75453	3
A 2	0.80261	2
A 3	0.84148	1

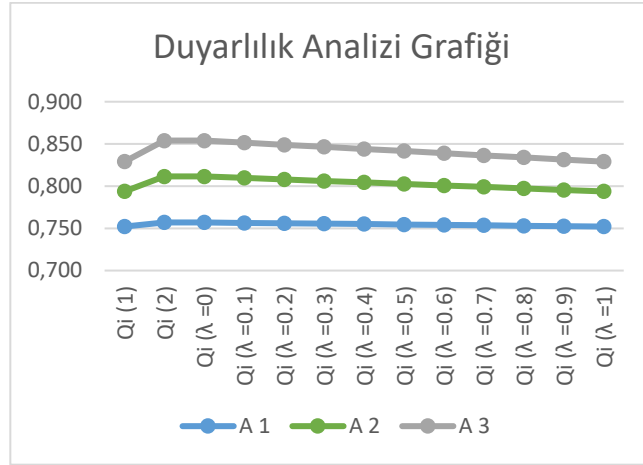
### 3.3.2 WASPAS Yöntemi Duyarlılık Analizi

Ağırlıklı Çarpım ve Ağırlıklı Toplam yöntemlerine göre hesaplanan alternatiflerin toplam görelî önemleri (Qi) Eşitlik 19 ile genelleştirilebilir. Eşitlik 18 ve Eşitlik 19'da kullanılan  $\lambda$  değeri 0 ila 1 aralığında değer alır ve WASPAS yönteminde bir parametredir. WASPAS yöntemi  $\lambda=0$  olarak varsayıldığında Ağırlıklı Çarpım ve  $\lambda=1$  olarak varsayıldığında, Ağırlıklı Toplam yöntemlerine dönüşür.

Adım 6: Bu adımda, duyarlılık analizi gerçekleştirilmiş ve farklı  $\lambda$  değerlerinde alternatiflerin göreceli önem değerleri (Qi) hesaplanmıştır: Tablo 25'de görüldüğü üzere  $\lambda$  değerinin farklı değerler alması sıralamayı değiştirmemektedir. Sıralama A3> A2> A1 (Esenyurt > Arnavutköy > Levent) şeklindedir.

**Tablo 25.** Farklı  $\lambda$  değerlerine ait sıralama

c	A 1	A 2	A 3
Qi (1)	0,752	0,794	0,829
Qi (2)	0,757	0,812	0,854
Qi ( $\lambda=0$ )	0,757	0,812	0,854
Qi ( $\lambda=0,1$ )	0,756	0,810	0,851
Qi ( $\lambda=0,2$ )	0,756	0,808	0,849
Qi ( $\lambda=0,3$ )	0,756	0,806	0,846
Qi ( $\lambda=0,4$ )	0,755	0,804	0,844
Qi ( $\lambda=0,5$ )	0,755	0,803	0,841
Qi ( $\lambda=0,6$ )	0,754	0,801	0,839
Qi ( $\lambda=0,7$ )	0,754	0,799	0,836
Qi ( $\lambda=0,8$ )	0,753	0,797	0,834
Qi ( $\lambda=0,9$ )	0,753	0,795	0,831
Qi ( $\lambda=1$ )	0,752	0,794	0,829



Şekil 3. Duyarlılık analizi

Duyarlılık analizi sonucuna göre, Tablo 25 ve Şekil 3’de, görüldüğü üzere her  $\lambda$  değeri için alternatiflerin göreceli değerlerine ( $Q_i$ ) göre sıralamaların aynı olduğu gözlenmiştir. Bu bağlamda, hesaplamaların ve geliştirilen yöntemin tutarlı olduğu ortaya çıkmıştır.

#### 4. Sonuçlar

Teknolojinin her geçen gün ilerlemesi ve yeni boyutlar kazanması ülkeler arası ilişkilerin yaygınlaşmasına, ekonomik kavramların yeni anlamlar kazanmasına, ulusal ve uluslararası ilişki ağlarının öne çıkmasına ortam hazırlamıştır. Günümüzde firmalar pazarda varlığını sürdürebilmek için, gelişen teknoloji ve rekabet ortamına ayak uydurmalıdır. Bu gelişmeler doğrultusunda varlıklarını sürdürmek isteyen işletmeler için doğru kuruluş yeri seçimi önemli hususlardan biridir. İşletmelerin verecekleri bu önemli karar onları uzun vadede etkileyecektir. İşletmelerin faaliyetlerini sürdürecekleri yer, misyon ve vizyonlarını gerçekleştirecekleri yerdir. Firmalar için doğru kuruluş yeri işletme verimliliğini arttırırken maliyetlerin azalmasını ve bunlarla beraber müşteri memnuniyetinin artmasını sağlamaktadır. Doğru yer seçimi kararının işletmelere avantaj sağlamasının yanı sıra verilecek yanlış yer seçimi kararları işletmelere doğrudan büyük maliyetlere sebep olacaktır. Tüm sektörlerde olduğu gibi taşımacılık sektöründe de yer seçiminin oldukça büyük bir önemi vardır. Taşımacılık, bir malın ya da yükün varılması istenen yere doğru zamanda, doğru rotayla sorunsuz ulaşması faaliyetidir. Taşımacılıkta yer seçimi, maliyeti doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle yer seçim kararının doğru verilebilmesi son derece önemlidir.

Bu çalışmada, bir kargo firması için en uygun şube yeri seçiminin belirlenmesi için ilk olarak SWARA yöntemiyle kriter önem ağırlıkları belirlenmiştir. Hesaplamalar sonucunda en önemli ana kriterin 0,276 puanla “C1” (Konum), en az önemli ana kriterin ise 0,118 puanla “C3” (Sosyal) kriteri olduğu görülmüştür. Aynı şekilde SWARA yöntemi kullanılarak alt kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra C1 (Ekonomi) ana kriteri için en önemli alt kriteri için 0,085 puanla “C1.1” (Arazi Maliyeti), en az önemli alt kriterin ise 0,069 puanla “C1.3” (Taşıma Maliyeti), “C2” (Çevre) kriteri için 0,070 puanla “C2.1” (Afet Bölgesi), “C3” (Sosyal) ana kriteri için 0,046 puanla “C3.3” (Emniyet ve Güvenlik), “C4” (Konum) için en önemli alt kriterin 0,104 puanla “C4.2” (Tedarikçilere Yakınlık) ve “C5” (Arazi) için en önemli alt kriterin 0,065 puanla “C5.1” (Kapasite) olduğu saptanmıştır. Kurum için yer seçiminde etkili olan tüm alt kriterler değerlendirildiğinde en önemli kriterin “C4.2” (Tedarikçilere Yakınlık) ve en az öneme sahip kriterin “C5.3” (Altyapı Olanakları) olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen bulgular gösteriyor ki kurum için yer seçiminde konumun önemi diğer kriterlere göre daha fazla önem arz etmektedir.

Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra WASPAS yöntemiyle sıralama yapılmıştır. Elde edilen bulgular sonucunda, sıralama “A3- A2- A1” (Esenyurt – Arnavutköy - Levent) şeklinde bulunup en uygun alternatifin “A3” (Esenyurt) olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular duyarlılık analizi ile desteklenerek sonuçların farklı  $\lambda$  değerleri için aynı çıktığı gözlenmiştir. Problemin ARAS yöntemi ile çözümünde ise bulunan optimalite fonksiyon değeri ve fayda dereceleri belirlenip sıralama yapıldıktan sonra oluşan sıralama “A3-A2-A1” (Esenyurt – Arnavutköy - Levent) şeklinde olup kurum için en uygun alternatifin “A3” (Esenyurt) olduğu saptanmıştır.

Yöntemlerden elde edilen sonuçlara bakıldığında sonuçların tutarlı çıktığı ve en uygun şube yerinin “A3” (Esenyurt) olduğu tespit edilmiştir. WASPAS ve ARAS yöntemlerinde elde edilen sıralamaların birbirini desteklemesi çalışmanın tutarlılığını ortaya koymuştur.

Kargo işletmeleri için yer seçimi probleminin çözümüne yönelik, önerilen yöntemlerle yapılan çalışma sayısının yetersiz olmasından dolayı bu çalışmanın literatüre katkısının önemli olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, çalışma gerçek bir vaka çalışması ile ÇKKV yöntemlerinin uygulama adımlarını detaylı açıklamıştır. Bu bağlamda, şube yeri seçimi problemlerinde uygulanabilirliği örnek teşkil edecek şekilde ortaya konmuştur. Aynı zamanda gelecek çalışmalarda araştırmacılar bu çalışmada önerilen ÇKKV yöntemlerinden olan SWARA, WASPAS ve ARAS yöntemlerini farklı problemlerin çözümünde örneğin firma seçimi, AVM kuruluş yeri, depo kuruluş yeri seçimi, mağaza kuruluş yeri seçimi gibi farklı alanlarda kullanabilirler. Önerilen model kapsamında kriter sayısı genişletilerek daha kapsamlı analizler yapılabilir.

### Kaynaklar

- [1] Önel F. “Kuruluş Yeri Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Uygulanması”. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, 2014.
- [2] Eleren A. “Kobilerde Optimal Kuruluş Yeri ve Kapasite Seçiminin Rekabet Gücüne Etkileri” Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1 (1), 99-112, 1999
- [3] Yücel M, Ulutaş A. “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden ELECTRE Yöntemi ile Malatyada Bir Kargo Firması için Yer Seçimi”. SÜ İBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 9 (17), 327-344, 2009.
- [4] Aydın Ö.” Bulanık AHP ile Ankara için Hastane Yer Seçimi”. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24(2), 87-107, 2009.
- [5] Elgün MN, Elitaş C. “Ulusal ve Uluslararası Taşıma ve Ticarete Lojistik Köylerin Yapılanma Esasları ve Uygun Kuruluş Yeri Seçimi”. CBÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 13(2), 203-226, 2011.
- [6] Ayöperken E, Ermiş M. “İnsansız Hava Araçları İçin Üs Konumlarının Kapsama Alanı Problemi Olarak Modellenmesi ve En İyilenmesi”. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 5(1), 61-71, 2011.
- [7] Alp S, Erdin C.” Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması” Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4(1), 7-25, 2012.
- [8] Çiçekdağ Hİ, Kırış Ş. “Afet İstasyonu ve Toplanma Merkezi İçin Yer Seçimi ve Bir Uygulama”. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28, 67-76, 2012.
- [9] Aydın Y. “Bulanık TOPSIS ve VİKOR Yöntemi Kullanılarak Rüzgâr Enerjisi Santral Yer Seçimi”. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
- [10] Kara, M., Ercan, Y., Yumuşak, R., Cürebat, A., Eren, T. “Yenilenebilir Hibrit Enerji Santrali Uygulamasında Tesis Yer Seçimi” Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 14 (1), 208-227, 2022, doi: 10.29137/umagd.1011212
- [11] Yavuz S, Deveci M. “Bulanık TOPSIS ve Bulanık VİKOR Yöntemleriyle Alışveriş Merkezi Kuruluş Yeri Seçimi ve Bir Uygulama”. Ege Akademik Bakış, 14(3), 463-479, 2014.
- [12] Önel F. “Kuruluş Yeri Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Uygulanması”. Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, 2014
- [13] Aktepe A, Ersöz S. “AHP-VİKOR ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Probleminde Uygulanması”. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 25(1), 2-15, 2014.
- [14] Yıldız, A., Soner Kara, S., Özkan, C. “Sağlık kurumlarının ve eczanelerin taleplerine yönelik ecza deposu yer seçimi problemi”. GÜFBED/GUSTIJ 11 (2), 452-465, 2021, doi: 10.17714/gumusfenbil.676376
- [15] Tomic V, Marinkovic D, Markovic D. “The Selection of Logistic Centers Location Using Multi-Criteria Comparison: Case Study of the Balkan Peninsula”. Acta Polytechnica Hungarica, 11(19), 97-113, 2014.
- [16] Stević Ž, Vesković S, Vasiljević M, Tepić, G. “The Selection of The Logistics Center Location Using AHP Method”. 2nd Logistics International Conference Belgrade, Serbia. Belgrade, 2015.
- [17] Făgărășan M, Cristea C. “Logistics Center Location: Selection Using Multicriteria Decision Making”. Annals Of The Oradea University Fascicle of Management and Technological Engineering, 157-162, 2015, doi: 10.15660/auofmte.2015-1.13125
- [18] Uysal F, Gülmez M. “Türkiye’de Akdeniz Bölgesi’nde Lojistik Merkez Yeri Seçimi İçin Bulanık Serim Teori ve Matris Yaklaşımı Uygulaması”. Verimlilik Dergisi, 1, 89-104, 2015.
- [19] Sürmeli G, Kaya İ, Erdoğan M. “A Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Approach for Choosing a Logistics Center Location in Turkey”. 6th International Conference on Modeling, Simulation, and Applied Optimization (ICMSAO), 2015.
- [20] Atalay Ö, Karakaş A, Akça M. “Türkiye’de Lojistik Merkezi Yeri Seçiminde Kriterlerin AHP ile Ağırlıklandırılması: Kars İli Üzerine Bir Analiz”. Kars: II. International Caucasus Central Asia Foreign Trade and Logistics Congress Proceeding Book, 2016.
- [21] Pham TY, Ma HM, Yeo GT. “Application of Fuzzy Delphi TOPSIS to Locate Logistics Centers in Vietnam: The Logisticians’ Perspective”. The Asian Journal of Shipping and Logistics 33(4), 211-219, 2017, doi: 10.1016/j.ajsl.2017.12.004

- [22] Ulutaş A, Karaköy Ç, Arıç KH, Cengiz E. “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Lojistik Merkezi Yeri Seçimi”. İktisadi Yenilik Dergisi, 5(2), 45-53, 2018.
- [23] Zaralı F, Yazgan HR, Delice Y. “AHP ve VIKOR Bütünleşik yaklaşımıyla Lojistik Merkez Yer Seçimi: Kayseri İli örneği”. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1-9 2018.
- [24] Pamučar D, Božanić D. “Selection Of A Location for The Development Of Multimodal Logistics Center: Application Of Single-Valued Neutrosophic Mabac Model”. Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications, 55-71 2019, doi: 10.31181/oresta1902039p
- [25] Yılmaz F. “Mekânsal Anlamda Lojistik Merkez Kavramı ve Hadımköy Lojistik Merkezi”. Rewieved Journal of Urban Culture and Management, 186-199 2019.
- [26] Yavaş V, Özkan YD. “Logistics centers in the new industrial era: A proposed framework for logistics center 4.0”. Transportation Research Part E 135, 2020, doi: 10.1016/j.tre.2020.101864
- [27] Keleş N, Pekkaya M. “Lojistik Köy Yer Seçiminde Dikkate Alınan Değişkenlerin Kıyaslama Yaklaşımı”. Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1-14 2021, doi: 10.47129/bartiniibf.840819
- [28] Baki, R. “Lojistik Merkezi Yer Seçimi için Aralık Değerli Sezgisel Bulanık Sayılara Dayalı Genişletilmiş VIKOR Yöntemi” İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırma Dergisi, 1821-1837 2022, doi: 10.15869/itobiad.1084212
- [29] İmren E, Karayılmazlar S, Kurt R. “Selection Of Optimal Establishment Place Using AHP (Analytical Hierarchy Process): An Application Of Furniture Industry”. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 48-54 2016, doi: 10.24011-barofd.267287
- [30] Ünlükara T, Berköz L. “Alışveriş Merkezlerinin Yer Seçimi Kriterleri: İstanbul Örneği”. MAGERON, 437-448 2016, doi: 10.5505/megaron.2016.58066
- [31] Şeker Ö, Alakaş HM. “Bir Lojistik Firması için Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile İç Anadolu Bölgesinde Depo Yeri Seçimi”. 7th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 841-850 2019, doi: 10.33793/acperpro.02.03.93
- [32] Taraf F, Yazgan HR. “Jeotermal ve Rüzgâr Enerjisi Santrallerinde Yer Seçimi Probleminin Analitik Ağ Süreci ile Çözülmesi”. Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik ve Sosyal Bilimler Dergisi, 42-55 2018.
- [33] Şekeroğlu A, Özkaynak M, Yeşilyurt Alkan A, Başkan A. “Mekânsal Planlamada Yenilenebilir Enerji Tesisi Yer Seçimi: TR83 Bölgesi Örneği”. Kent Akademisi, 14 (1), 1-19, 2021, doi: 10.35674/kent.780552
- [34] Dörtköşe, S., Yazgan, H. R., Ercan Cömert, S. “Elektrikli Araç Şarj İstasyon Yerlerinin Akış Yakıt İkmal Yer Modeli Kullanılarak Belirlenmesi” Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 371-382 2022.
- [35] Kara A, Masri A, Kaya GK. “AHP, ARAS ve bulanık TOPSIS ile yeni şube yeri seçimi: Denizcilik sektöründe bir tedarikçi firma örneği “. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28 (1), 148-159, 2022, doi: 10.5505/pajes.2021.40460
- [36] Paksoy S. “Çok Kriterli Karar Vermede Güncel Yaklaşımlar, Adana, Türkiye”. Karahan Kitabevi, 2017.
- [37] Arslanhan H, Tosun Ö. “Ulaştırma modu seçimi probleminin bütünleşik en iyi-en kötü ve WASPAS yöntemleriyle çözülmesi “. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 27 (1), 13-23, 2021, doi: 10.5505/pajes.2020.23427
- [38] Besler D. “SWARA-EDAS Yöntemleri ile Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Lokasyonu Seçimi ve İstanbul-Antalya Güzergahı Üzerinde Bir Uygulama”. İstanbul: T.C Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı, 2021, doi: 10.51513/jitsa.1015108
- [39] Doğan G. “SWARA ve WASPAS Metotlarına Dayalı Bir Performans Değerlendirme Modeli”. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2020.
- [40] Kara A, Masri A, Kaya GK. “AHP, ARAS ve bulanık TOPSIS ile yeni şube yeri seçimi: Denizcilik sektöründe bir tedarikçi firma örneği “. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28 (1), 148-159, 2022.
- [41] Karabašević D, Stanujkić D, Urošević S, Maksimović M.” An Approach to Personnel Selection Based on SWARA and WASPAS Methods”. Journal of Economics, Management and Informatics, 1-11 2016, doi: 10.5937/bizinfo1601001K
- [42] İpekçi A. “Türkiye’de Yapılması Planlanan Sualtı Akıntı Enerji Tesisi Kurulumu İçin SWARA ve WASPAS Yöntemleri ile Yer Seçimi”. İstanbul: T.C. Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 2019.
- [43] Majeed RA, Breesam HK. “Application of SWARA Technique to Find Criteria Weights for Selecting Landfill Site in Baghdad Governorate”. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 1090 2020, doi: 10.1088/1757-899X/1090/1/012045
- [44] Doğan G. “SWARA ve WASPAS Metotlarına Dayalı Bir Performans Değerlendirme Modeli”. Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 2020.
- [45] Yazıcı MH. “SWARA-WASPAS Yöntemleri ile Bir Diş Kliniği İçin Küresel Yer Seçimi ve Bir Ağız Diş Sağlığı Merkezi İçin Uygulama”. İstanbul: T.C Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2020.
- [46] Maruf M, Özdemir K. “Türkiye’deki Ticari Bankalara Ait Web Sitelerin Performanslarının SWARA ve ARAS Yöntemi ile Sıralanması”. Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, 1514-1537 2021, doi: 10.26466/opus.888184
- [47] Yücenur GN, İplikçi A. “SWARA/WASPAS Methods for a Marine Current Energy Plant Location Selection Problem”. Renewable Energy, 163, 1287-1298, 2021, doi: 10.1016/j.renene.2020.08.131
- [48] Maruf, M. “Türkiye’de E- Ticaret Sitelerinin SWARA ve WASPAS Yöntemleri ile Web Sitesi Performansına Göre Sıralanması” Troyacademy 6, 411-421 2021, doi: 10.31454/troyacademy.897589
- [49] Akpınar, M. “E. Third-Party Logistics (3PL) Provider Selection Using Hybrid Model of SWARA and WASPAS” Int. J. Pure Appl. Sci. 7(3), 371- 382 2021, doi: 10.29132/ijpas.972885

- [50] Terzioğlu, M. K., Kurt, E. S., Yaşar, A., Köken, “M. BİST100-Enerji Sektörü Finansal Performansı: SWARA-VIKOR ve SWARA-WASPAS” Alanya Akademik Bakış Dergisi 6 (2), 2439-2455 2021, doi: 10.29023/alanyaakademik.1079820
- [51] Aytaç Adalı E, Tuş Işık A. “Bir Tedarikçi Seçim Problemi İçin SWARA ve WASPAS Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı”. International Review Of Economics And Management, 56-77 2017, doi: 10.18825/iremjournal.335408
- [52] Yıldırım BF. “Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde ARAS Yöntemi”. KAÜ İİBF Dergisi, 285-296 2015.
- [53] Doğan G. “SWARA ve WASPAS Metotlarına Dayalı Bir Performans Değerlendirme Modeli”. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2020.
- [54] Besler D. “SWARA-EDAS Yöntemleri ile Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Lokasyonu Seçimi ve İstanbul-Antalya Güzergahı Üzerinde Bir Uygulama”. İstanbul: T.C Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Endüstri Mühendisliği Bilim Dalı, 2021.
- [55] Zavadskas EK, Turskis Z, Antucheviciene J, Zakarevicius A. “Optimization of weighted aggregated sum product assessment”. Elektronika ir Elektrotechnika, 122(6), 3-6 2012, doi: 10.5755/j01.eee.122.6.1810
- [56] Rençber ÖF, Avcı T. “BİST’te işlem gören bankaların sermaye yeterliliklerine göre karşılaştırılması: WASPAS yöntemi ile uygulama”. Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6(18), 169-175, 2018, doi: 10.18506/anemon.452713
- [57] Kara A, Masri A, Kaya GK.” AHP, ARAS ve bulanık TOPSIS ile yeni şube yeri seçimi: Denizcilik sektöründe bir tedarikçi firma örneği “. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28 (1), 148-159, 2022.
- [58] Zavadskas EK, Turskis Z. “Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method”. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 10(3), 123-141, 2010, doi: 10.1016/S1644-9665(12)60141-1