



## BİR GIDA FİRMASI İÇİN SWARA VE WASPAS YÖNTEMLERİYLE ARA DEPO YERİ SEÇİMİ

Seher ARSLANKAYA<sup>1\*</sup>, Asude DEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,  
Sakarya, ORCID No : <http://orcid.org/0000-0001-6023-2901>

<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,  
Sakarya, ORCID No : <http://orcid.org/0000-0001-6488-0367>

### Anahtar Kelimeler

*Depolama, Lojistik,  
SWARA, WASPAS*

### Öz

*Süt ve süt ürünleri insan sağlığı için önemli yer tutan, yoğun müşteri talebiyle karşılaşılan vazgeçilmez ürünlerdir. Lojistik ve depolama faaliyetleri, bu sektördeki artan talebi karşılamak ve rakiplerin önüne geçmek için dikkat edilmesi gereken süreçlerin başında gelmektedir. Optimal depo yerinin seçilmesiyle müşteri memnuniyeti ve hizmet kalitesi arttırılacak, maliyetlerin minimize edilmesi amaçlanacak ve ürünlerin raf ömrüne göre stok kapasitesi belirlenecektir. Bu çalışmada; talep, üretim tesislerine olan uzaklık, müşterilere olan uzaklık, taşıma maliyetleri, optimum rota kapasiteleri ve istihdam kriterleri kullanılarak, Doğu ve Güneydoğu bölgeleri için bir ara depo kurulması amaçlanmıştır. Gerçek veriler kullanılarak, en fazla satış yapılan beş aday şehir seçilmiş; bu beş şehir, altı farklı kriter açısından değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıkları uzman görüşleriyle oluşturulan SWARA (step-wise weight assessment ratio analysis-kademeli ağırlık değerlendirme oran analizi) yöntemiyle belirlenmiş, depo yeri seçimi WASPAS (weighted aggregated sum*

\*Sorumlu yazar; e-posta: [aseher@sakarya.edu.tr](mailto:aseher@sakarya.edu.tr)

doi : <https://doi.org/10.46465/endustrimuhendisligi.1192343>

---

*product assessment-ağırlıklandırılmış bütünleşik toplam çarpım değerlendirme) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.*

---

## **WAREHOUSE LOCATION SELECTION FOR A FOOD COMPANY WITH SWARA AND WASPAS METHODS**

---

### **Keywords**

*Warehousing, Logistics, SWARA, WASPAS*

### **Abstract**

*Milk and dairy products are indispensable products that have an important place for human health and are met with intense customer demand. Logistics and warehousing activities are at the forefront of the processes that need to be considered to meet the increasing demand in this sector and to stay ahead of the competitors. By choosing the optimal warehouse location, customer satisfaction and service quality will be increased, costs will be minimized, and the stock capacity will be determined according to the shelf life of the products. This study aims to establish an intermediate warehouse for the East and Southeast regions by using demand, distance to production facilities, distance to customers, transportation costs, optimum route capacities, and employment criteria. Using real data, the five candidate cities with the highest sales were selected; These five cities were evaluated in terms of six different criteria. The criteria weights were determined by the SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) method, which was formed by expert opinions, and the warehouse location was selected by the WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) method.*

---

Araştırma Makalesi

Başvuru Tarihi : 21.10.2022

Kabul Tarihi : 02.04.2023

Research Article

Submission Date : 21.10.2022

Accepted Date : 02.04.2023

---

## 1. Giriş

Gün geçtikçe rekabetin arttığı gıda sektöründe depolama ve lojistik süreçleri talepleri karşılamak açısından son derece önemli bir yere sahiptir. Bu süreçleri ise birden fazla kriter etkilemektedir. En önemli kriterlerden biri ise nihai ürünü ulaştırırken kullanılan ara depolardır. Doğru bölgeye kurulan ara depolar hem maliyeti azaltacak hem de tedarik süresini kısaltacaktır. Söz konusu işletmede beş farklı üretim tesisi vardır ve tesislerin her biri tüm ürün kalemlerinin üretimini gerçekleştirememektedir. Karşılama istenen talebi farklı üretim tesislerinden göndermek, maliyeti arttırmakta ve nakliyat kapasitelerinin verimli kullanımına engel olmaktadır. Bunun için Türkiye'nin farklı bölgelerinde dokuz şehir deposu kurulmuş, Doğu ve Güneydoğu bölgeleri için onuncu deponun kurulması amaçlanmaktadır.

Depo yeri seçiminde matematiksel modeller, ağırlık merkezi yöntemi, yük-mesafe yöntemi ve çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri gibi farklı metotlar kullanılabilir. ÇKKV yöntemi, farklı kriterleri kullanarak alternatifleri seçmek ya da sıralamak için alternatiflerin değerlendirilmesi olarak ifade edilebilir (Şeker ve Alakaş, 2019). Bu çalışmada ise birden fazla kriter dikkate alınarak depo yeri seçileceği için ÇKKV yöntemlerinin kullanılması tercih edilmiştir.

Bu çalışmada süt ve süt ürünleri üreten bir gıda işletmesi için ÇKKV teknikleri kullanılarak, Erzurum, Diyarbakır, Gaziantep, Malatya ve Van illerinden birinde kurulacak şehir deposu için belirlenmiş kriterler uzman görüşlerinden yararlanılarak SWARA yöntemiyle ağırlıklandırılmış ve WASPAS yöntemiyle seçim süreci tamamlanmıştır. Kriterlerin depo yeri seçimindeki etkileri farklılık gösterdiği için WASPAS, bu etkilere uzman görüşleriyle karar verileceği için SWARA kullanılması tercih edilmiştir.

Literatürde ÇKKV yöntemleri ve depo yeri seçimi hakkında birçok çalışma mevcuttur. Bu literatür taraması 2015-2021 yılları arasında kabul alan çalışmaları içermektedir.

Özbek ve Erol (2016) çalışmalarında çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden analitik hiyerarşi süreci (AHS), basit ağırlıklı toplama (BAT), complex proportional assessment (COPRAS) ve multi-objective optimization on the basis of ratio analysis (MOORA) tekniklerinin kullanıldığı bütünlük bir model önererek depo yeri seçmeyi amaçlamıştır. Bütün yöntemlere göre sonuç aynıdır.

Cömert ve Yener (2016) Sakarya' da faaliyet gösteren bir gıda firması için en uygun depo yerini ÇKKV tekniklerinden olan 'bulanık analitik hiyerarşi prosesi' kullanarak belirlemiştir.

Adalı ve Işık (2017) SWARA ve WASPAS kullanarak Denizli'de faaliyet gösteren bir tekstil işletmesinin konfeksiyon bölümü için tedarikçi seçimi

gerçekleştirmiştir.

Toklu, Çağıl, Pazar ve Faydalı (2018), SWARA ve WASPAS yöntemleriyle Sakarya’ da bulunan bir ağır metal fabrikasının üretim hattında kullanılan makine parçasının taşlanması için 3 tedarikçi arasından en uygun tedarikçinin seçilmesini amaçlamıştır.

Yavuz (2018) depo yeri seçimi probleminde gri sistem teorisi ve VIKOR (vise kriterijumska optimizacija i kopmpromisno resenje) yöntemini kullanarak, ikisinin karşılaştırmalı analizini gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda, yöntemler uygulanırken farklılık göstermesine rağmen benzer sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Sağnak (2020) perakende sektöründe depo yeri seçimi için melez çok kriterli karar verme uygulaması gerçekleştirmiştir. Bulanık AHS kriterlerin önem ağırlıklarının bulunmasında kullanılmış, alternatifler ise bulanık TODIM tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir.

Katrancı ve Kundakçı (2020), Denizli’ de bulunan, her türlü meyve ve sebzenin depolanabildiği soğuk hava depo alternatiflerini SWARA ve bulanık COPRAS yöntemleri ile değerlendirilmiştir.

Aydın (2020) çalışmasında öğretim üyelerinin kur riskini yönetmede dikkat edecekleri unsurları belirlemeyi amaçlamıştır. On bir karar verici ile yaptığı çalışmada kriterleri SWARA ile ağırlıklandırmış ve “döviz bazlı faturalandırma” en önemli kriter olarak belirlenmiştir.

## 2. Metodoloji

Bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışmanın bu bölümünde kriter ağırlıklandırılması için kullanılan SWARA (Amiri, Ghorabae, Zavadskas ve Esmaeili, 2016) ve ağırlıkları belirlenen kriterler ile adayların puanının bulunacağı WASPAS (Chakraborty ve Zavadskas, 2014) yöntemleri anlatılmıştır.

### 2.1 Kademeli Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi (SWARA) Yöntemi

Keršulienne ve diğ. tarafından geliştirilen SWARA yöntemi, birden fazla kriter içeren karar verme problemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenebilmesi için kullanılmaktadır. (Toklu ve diğ., 2018) SWARA yöntemi literatürde uzman odaklı yöntem olarak bilinmektedir. Çünkü yöntemin temel özelliği, kriter ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında kriterlerin önem oranlarına ilişkin uzman görüşlerini tahmin edebilme yeteneğidir (Aghdaie, Zolfani ve Zavadskas, 2013).

SWARA yönteminin aşamaları aşağıda özetlenmiştir (Adalı ve Işık, 2017):

Adım 1: Öncelikle kriterler ve karar vericilerden oluşan karar ekibi belirlenir. Problem n tane kriterden ( $C_j, j=1, 2, \dots, n$ ) ve karar ekibi de k tane karar vericiden ( $KV_k, k=1, 2, \dots, K$ ) oluşmaktadır.

Adım 2: Bu adımda seçim sürecine katılan her bir karar verici, kriterleri tecrübeleriyle en iyiden en kötüye doğru önem sırasına göre değerlendirir. Elde edilen sıralamaların geometrik ortalaması alınır. Bu sıralamada  $C_1$  en iyi ve  $C_n$  en kötü kriteri belirtmektedir.

Adım 3: Kriterlerin göreceli önem düzeylerini belirlemek için kriterler kendi aralarında kıyaslanarak her kriterin bir sonraki kriterine göre ne kadar önemli olduğu belirlenir. Belirlenen bu değer " $s_j$ " ile gösterilir ve "ortalama değer in karşılaştırmalı önemi" olarak tanımlanır.

Adım 4: Her kriter için Denklem (1)'de verilen bir katsayı ( $k_j$ ) hesaplanmaktadır. Kriterlerin ortak sıralamasında en önemli kriterin  $k_j$  katsayısı, 1 olarak atanmaktadır.

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

Adım 5: Her bir kriter için ağırlık ( $w_j$ ), Denklem (2) yardımıyla hesaplanmaktadır. Kriterlerin ortak sıralamasında en önemli kriterin  $w_j$  katsayısı, 1'dir.

$$w_j = \begin{cases} 1 & \text{eğer } j=1 \\ \frac{w_{j-1}}{k_j} & \text{eğer } j>1 \end{cases} \quad (2)$$

Adım 6: Son olarak hesaplanan kriter ağırlıkları ( $w_j$ ), kriter ağırlıkları toplamına bölünerek her bir kriterin nihai ağırlıkları ( $q_j$ ) Denklem (3) ile bulunmaktadır.

$$q_j = \frac{w_j}{\sum w_j} \quad (3)$$

## 2.2 Ağırlıklandırılmış Bütünleşik Toplam Çarpım Değerlendirmesi (WASPAS) Yöntemi

2012 yılında Zavadskas tarafından geliştirilen WASPAS yönteminin adımları aşağıda özetlenmiştir (Zavadskas ve diğ., 2012 - Lazauskas, Zavadskas ve Baušys, 2015). Ele alınan problemde m tane alternatif  $A_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) ve n tane kriter  $C_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) olarak belirtilmektedir.

Adım 1: Problemde yer alan alternatiflerin, kriterler temel alındığındaki performanslarını gösteren karar matrisi (4) oluşturulur.

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$i = 1, 2, \dots, m$  ve  $j = 1, 2, \dots, n$

Adım 2: Karar matrisinin normalize edilir ( $\bar{x}_{ij}$ ). Değerlendirme kriterinin maksimizasyon (5) veya minimizasyon (6) olması durumuna göre iki farklı eşitlik kullanılmaktadır.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i(x_{ij})} \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Adım 3: Alternatiflerin toplam görelî önemi, Ağırlıklı Toplam Modeli (Weighted Sum Model, WSM) 'ne göre hesaplanır. WSM' ye göre bir alternatifin toplam görelî önemi ( $Q_i^{(1)}$ ) Denklem (7) kullanılarak hesaplanır.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} w_j \quad (7)$$

Adım 4: Alternatiflerin toplam görelî önemleri, Denklem (8) kullanılarak belirlenir.

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda) Q_i^{(2)} \quad (8)$$

$$= \lambda \sum_{j=1}^n (x_{ij}) w_j + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n (x_{ij})^{w_j}, \lambda = 0, 0.1, \dots, 1$$

$\lambda$  bu yöntemde kullanılan bir parametre olup 0 ile 1 arasında değer alır. Hesaplamalarda  $\lambda$  değeri karar vericinin görüşüne bırakılır. Alternatifler Q değerlerine göre sıralanırlar. En iyi alternatif Q değeri en yüksek olan alternatiftir.

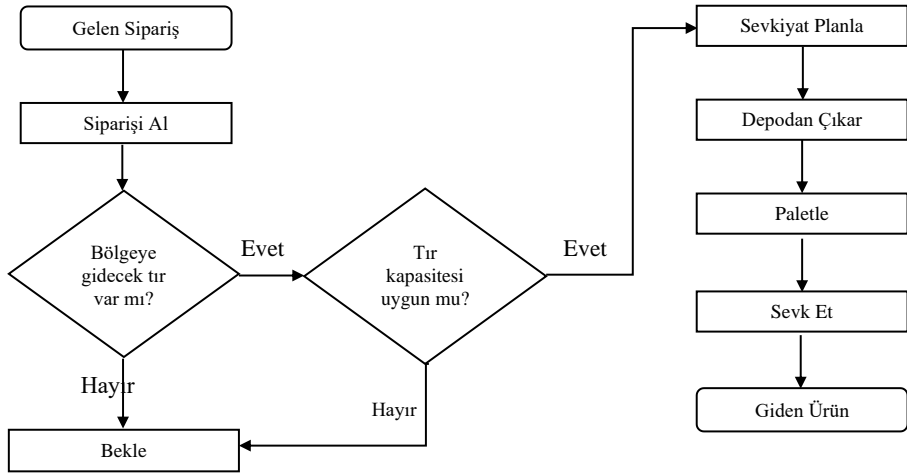
### 3. Uygulama

İşletmenin kullandığı sipariş, dağıtım ve depolama sistemi, müşteri isteklerini karşılamaktadır. Kuru yük ve pastörize taşıma olmak üzere iki farklı taşıma, tır kamyon ve raflı kamyonlarla gerçekleştirilmektedir. Müşteri siparişleri öncelikle satışa düşer, oradan üretim planlama yapıp üretime gönderilir. En son üretilip,

teyit edilen ürün lojistik sürecine dahil olur ve sevkiyat planı yapılır. Araç rotalama programıyla kamyonlaştırma gerçekleştirilir.

Sistem FEFO prensibine göre işlemektedir. Son kullanma tarihi yaklaşan ürün önce sevk edilir. Müşteri siparişlerinin karşılanmasıyla birlikte sevkiyat planı Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri için yetersiz kalmaktadır. Müşteriye yakın olan üretim tesisinde üretilmeyen ürünün, müşteriye uzak olan üretim tesisinde üretilmesi ve oradan sevk edilmesi hem maliyeti arttırmakta hem de sevkiyatı geciktirmektedir. Ayrıca sevk edilmesi için nakliyenin tonaj kapasitesini doldurması beklenmektedir. Bunun için şehir depolarının kurulmasına karar verilmiştir.

Ürünlerin üretildiği lokasyondan sipariş edilen bölgeye sevk edilme süreci Şekil 1.'de gösterildiği gibidir. Müşteriye uzak olan lokasyonda üretilen ürünün sevkiyatı için öncelikle sipariş alınan bölgeye gidecek nakliye aracı ve bu araçta uygun kapasitenin olması beklenmektedir. Bu da tedarik sürecinin uzamasına sebep olmaktadır.



Şekil 1. Üretim Lokasyonundan Sipariş Sevkiyat Süreci

### 3.1 Kriterlerin Belirlenmesi

Taşıma ve depolama süreçlerine göre kriterler belirlenmiştir.

- Talep kriteri; hangi ile daha fazla satış yapıldığını bularak, en çok satış yapılan beş ili aday seçmek için kullanılmıştır.
- Üretim tesislerine olan uzaklık kriteri; taşıma maliyetlerini düşürmek ve lojistik süreçlerini optimize etmek için kullanılmıştır.

- Müşterilere olan uzaklık kriteri; müşteri memnuniyetini arttırmak ve termin süresini azaltmak için kullanılmıştır.
- Taşıma maliyetleri kriteri; işletmenin lojistik sürecini taşıeron firmalar yürüttüğü ve firmaların kilometre başına belirlediği maliyetler farklı olduğu için kullanılmıştır. Beş farklı üretim deposundan şehirlere olan taşıma maliyetleri farklıdır. Bunun için aday şehrin bir nakliyesi başına düşen ortalama taşıma maliyeti bulunmuştur.
- Optimum rota kapasiteleri kriteri; deponun konum olarak en optimum noktaya kurulması için kullanılmıştır. Uzman puanlamaları dikkate alınmıştır. Örneğin Erzurum'a kurulacak depodan Doğu Karadeniz bölgesine de çeşitli sevkiyatlar yapılabilir. Bu yüzden puanı yüksektir. Gaziantep'e kurulacak depodan Akdeniz bölgesine çeşitli sevkiyatlar yapılabilir. Ancak burası hem üretim tesisi olan Kahramanmaraş'a yakın olduğu için, hem de Akdeniz bölgesine sevkiyat yapan Antalya şehir deposu olduğu için puanı düşük tutulmuştur.
- İstihdam kriteri; depo için işçi bulma kolaylığı üzerine kurulmuştur. Uzman puanlamaları dikkate alınmıştır.

### 3.2 SWARA Yöntemi ile Kriterlerin Önem Derecelerinin Belirlenmesi

SWARA (Karabašević, Stanujkić ve Urošević, 2015) uzman görüşlerine dayanarak hesaplamaların yapıldığı bir yöntemdir. Altı farklı kriterin, dört farklı uzmana göre puanlaması Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1

#### Kriterlerin Önemine İlişkin Uzman Görüşleri

Kriterler	Karar			
	Verici-1	Karar Verici-2	Karar Verici-3	Karar Verici-4
K1-Üretim Merkezine Uzaklık	0,35	0,25	0,12	0,15
K2-Taşıma Maliyetleri	0,2	0,08	0,25	0,1
K3-Müşterilere Uzaklık	0,17	0,16	0,15	0,5
K4-Talep	0,15	0,35	0,35	0,2
K5-Optimum Rota Kapasiteleri	0,1	0,1	0,08	0,03
K6-İstihdam	0,03	0,06	0,05	0,02



Uzman lojistik ekibinden alınan görüşler doğrultusunda kriterlerin önemine ilişkin veriler toplanmış, her kriterin bir önceki kritere göre ne kadar önemli olduğu  $S_j$  değerleri ile gösterilmiştir. Denklem 1 kullanılarak  $K_j$  katsayısı hesaplanmış, Denklem 2 ile kriterlerin ağırlıkları olan  $W_j$  değerleri hesaplanmıştır. Denklem 3 kullanılarak ise kriter ağırlıklarının, kriter ağırlıkları toplamına oranı bulunmuş ve her uzman için nihai ağırlık olan  $Q_j$  elde edilmiştir. Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5'te önem derecelerine SWARA uygulanmış sonuçlar görülmektedir.

Tablo 2

## Karar Verici-1 Puanları

Karar Verici-1					
Kriterler	Önem Sırası	$S_j$	$K_j$	$W_j$	$Q_j$
K1-Üretim Merkezine Uzaklık	1		1	1,00	0,19
K2-Taşıma Maliyetleri	2	0,15	1,15	0,87	0,17
K3-Müşterilere Uzaklık	3	0,03	1,03	0,84	0,16
K4-Talep	4	0,02	1,02	0,83	0,16
K5-Optimum Rota Kapasiteleri	5	0,05	1,05	0,79	0,15
K6-İstihdam	6	0,07	1,07	0,74	0,14

Tablo 3

## Karar Verici-2 Puanları

Karar Verici-2					
Kriterler	Önem Sırası	$S_j$	$K_j$	$W_j$	$Q_j$
K4-Talep	1		1	1	0,19
K1-Üretim Merkezine Uzaklık	2	0,1	1,1	0,91	0,18
K3-Müşterilere Uzaklık	3	0,09	1,09	0,83	0,16
K5-Optimum Rota Kapasiteleri	4	0,06	1,06	0,79	0,15
K2-Taşıma Maliyetleri	5	0,02	1,02	0,77	0,15
K6-İstihdam	6	0,02	1,02	0,76	0,15

Tablo 4

## Karar Verici-3 Puanları

Karar Verici-3					
Kriterler	Önem Sırası	Sj	Kj	Wj	Qj
K4-Talep	1		1	1	0,19
K2-Taşıma Maliyetleri	2	0,1	1,1	0,91	0,18
K3-Müşterilere Uzaklık	3	0,1	1,1	0,83	0,16
K1-Üretim Merkezine Uzaklık	4	0,03	1,03	0,80	0,15
K5-Optimum Rota Kapasiteleri	5	0,04	1,04	0,77	0,15
K6-İstihdam	6	0,03	1,03	0,75	0,14

Tablo 5

## Karar Verici-4 Puanları

Karar Verici-4					
Kriterler	Önem Sırası	Sj	Kj	Wj	Qj
K3-Müşterilere Uzaklık	1		1	1	0,22
K4-Talep	2	0,3	1,3	0,77	0,17
K1-Üretim Merkezine Uzaklık	3	0,05	1,05	0,73	0,16
K2-Taşıma Maliyetleri	4	0,05	1,05	0,70	0,15
K5-Optimum Rota Kapasiteleri	5	0,07	1,07	0,65	0,14
K6-İstihdam	6	0,01	1,01	0,65	0,14

Uzman görüşleri sonucunda oluşturulan kriter ağırlıklarının ortalaması alınarak nihai kriter ağırlıkları oluşturulmuş ve Tablo 6'da önem sıralarıyla birlikte verilmiştir.

Tablo 6

## SWARA Sonucu Kriter Ağırlıkları

Son Ağırlıklar						
Kriterler	Karar Verici-1	Karar Verici-2	Karar Verici-3	Karar Verici-4	Son Kriter Ağırlığı	Sıralama
K1-Üretim Merkezine Uzaklık	0,197	0,180	0,159	0,163	0,174	3
K2-Taşıma Maliyetleri	0,172	0,153	0,180	0,155	0,164	4
K3-Müşterilere Uzaklık	0,167	0,165	0,163	0,222	0,178	2
K4-Talep	0,163	0,198	0,198	0,171	0,182	1
K5-Optimum Rota Kapasiteleri	0,156	0,156	0,153	0,145	0,152	5
K6-İstihdam	0,145	0,150	0,148	0,144	0,147	6

### 3.3 Alternatiflerin Değerlendirilmesi ve Sıralanması İçin WASPAS Yönteminin Uygulanması

Derlenen veriler sonucu, belirlenen alternatiflerin kriterler altındaki sonuçları ve optimum sınırı Tablo 8’de verilmiştir. Denklem 5 ve denklem 6’ ya göre alternatiflerin karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 7

## Kriterlere Göre Aday Şehirlerin Değerleri

Adaylar/ Kriterler	K1- Üretim Merkezine Uzaklık (Km)	K2-Taşıma Maliyetleri (₺)	K3- Müşterilere Uzaklık (Km)	K4-Talep (Kg)	K5- Optimum Rota Kapasiteleri	K6- İstihdam
Erzurum	5.630,00	₺ 3.441,21	8.370,00	8.762,00	10	10
Diyarbakır	5.558,00	₺ 3.077,45	6.656,00	8.650,00	2	8
Gaziantep	4.028,00	₺ 1.792,64	10.936,00	9.626,00	4	5
Van	6.965,00	₺ 3.231,34	8.979,00	2.992,00	2	3
Malatya	4.338,00	₺ 2.109,71	8.864,00	3.205,00	7	9
Durum	Min	Min	Min	Max	Max	Max
Değer	4.028	1.793	6.656	9.626	10	10

Tablo 8  
Karar Matrisi

Adaylar/ Kriterler	K1-Üretim Merkezine Uzaklık (Km)	K2-Taşıma Maliyetleri (₺)	K3- Müşterilere Uzaklık (Km)	K4- Talep (Kg)	K5-Optimum Rota Kapasiteleri	K6- İstihdam
Erzurum	0,72	0,52	0,80	0,91	1,00	1,00
Diyarbakır	0,72	0,58	1,00	0,90	0,20	0,80
Gaziantep	1,00	1,00	0,61	1,00	0,40	0,50
Van	0,58	0,55	0,74	0,31	0,20	0,30
Malatya	0,93	0,85	0,75	0,33	0,70	0,90
Durum	Min	Min	Min	Max	Max	Max
Wj	0,174	0,164	0,178	0,182	0,152	0,147

Denklem 7'ye göre alternatiflerin göreceli önem değerleri bulunmuş ve toplam puanı Tablo 9'da değerlendirilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucu en yüksek değere, 0,816 ile Erzurum sahiptir. Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri için optimum depo yeri bulunmuştur.

Tablo 9  
WASPAS Yöntemi Sonuç Tablosu

Adaylar/ Kriterler	K1-Üretim Merkezine Uzaklık (Km)	K2-Taşıma Maliyetleri (₺)	K3- Müşterilere Uzaklık (Km)	K4- Talep (Kg)	K5- Optimum Rota Kapasiteleri	K6- İstihdam	Toplam Puan
Erzurum	0,124	0,086	0,141	0,165	0,152	0,147	0,816
Diyarbakır	0,126	0,096	0,178	0,163	0,030	0,117	0,711
Gaziantep	0,174	0,164	0,108	0,182	0,061	0,073	0,763
Van	0,101	0,091	0,132	0,057	0,030	0,044	0,454
Malatya	0,162	0,140	0,133	0,061	0,106	0,132	0,734

## Sonuçlar

Bu çalışmada, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki talebi karşılamak ve sipariş gecikmelerine engel olmak için bir şehir deposu kurulması amaçlanmıştır. Talep, üretim tesislerine olan uzaklık, müşterilere olan uzaklık, taşıma maliyetleri, optimum rota kapasiteleri ve istihdam kriterleri kullanılmış, uzman görüşlerine dayalı SWARA ve WASPAS yöntemiyle sonuca ulaşılmıştır.

2020 yılına dair satış verilerinden en çok ürün talep eden beş şehir seçilmiştir. Bunlar Erzurum, Diyarbakır, Gaziantep, Van ve Malatya'dır. Bu beş şehir için kriterler belirlenmiş ve uzman görüşleri sonucu ağırlıklandırılmıştır. En önemli kriter 0,182 ağırlık puanıyla talep olmuştur, en önemsiz kriter 0,147 ile istihdamdır. Diğer kriterlerin ağırlıkları ise şu şekildedir: müşterilere uzaklık 0,178, üretim merkezine uzaklık 0,174, taşıma maliyetleri 0,164 ve optimum rota kapasiteleri 0,152'dir. Kriter ağırlıklandırmanın ardından beş aday şehir için toplanan veriler WASPAS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Şehir deposu için en uygun yer 0,816 değeriyle "Erzurum" olmuştur. Bu karar ekonomi, çevre sorunları, sürdürülebilirlik ve sağlık açısından yorumlanmıştır.

Ekonomik açıdan bakıldığında; Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerindeki illere her biri ayrı bölgelerde bulunan beş farklı tesisten ürün taşımak, şehir deposu için seçilen Erzurum'dan taşımaktan daha maliyetlidir. Örneklemek gerekirse, Van iline bir senede 474 adet nakliye gönderilmiştir. Bu nakliyelerin 12'si Karaman'dan, 388'i Maraş'tan ve 74'ü Pamukova'dan gönderilmiştir. Van-Karaman arası uzaklık 1167 km, Maraş 775 km, Pamukova 1486 km'dir. Karaman için taşıma maliyeti 3,39 ₺/km, Maraş için 3,59 ₺/km, Pamukova için 3,68 ₺/km'dir. Bu verilerden yola çıkarak bulunan toplam taşıma maliyeti; 1.531.654 ₺'dir. Erzurum'a depo kurulması durumunda ise, Erzurum-Van arası 377 km; taşıma maliyeti 3,8 ₺/km'dir. 474 nakliyenin bu depodan gönderildiği varsayıldığında -ki daha az sayıda nakliye planlanmaktadır, toplam maliyet 679.052 ₺'dir. Şehir deposu kurulması durumunda elde edilecek kâr miktarı, 852.601 ₺'dir.

Tablo 10'da şehirler arası uzaklık, taşıma maliyeti (km/₺) ve nakliye sayıları dikkate alınarak hesaplanan beş farklı üretim lokasyonundan alternatif şehirlere dağıtılan toplam taşıma maliyetleri ve Erzurum' da depo kurulması durumunda alternatif şehirlere toplam taşıma maliyetleri verilmiştir. Erzurum deposunun kurulması halinde daha az nakliye yapılması planlanmaktadır. Ancak aynı nakliye sayılarıyla hesaplandığında bile Tablo 10' da görüldüğü üzere kâr elde edilmektedir.

Tablo 10  
En Fazla Talep Oluşturan Alternatif Şehirlere Taşıma Maliyetleri Öncesi ve Sonrası

Alternatifler	Şehir deposundan önce	Erzurum Şehir Deposundan Sonra
Erzurum	₺3.709.621,06	-
Diyarbakır	₺3.557.530,18	₺1.423.267,20
Gaziantep	₺2.904.078,94	₺3.921.372,00
Van	₺1.531.654,08	₺679.052,00
Malatya	₺1.991.568,84	₺1.485.100,80

Ayrıca bölgede sağlanacak istihdam da ekonomik açıdan şehir için fayda sağlayacaktır.

Çevre sorunları incelendiğinde; kurulacak depodan daha az sayıda nakliye gerçekleşeceği için kullanılacak mazot miktarı da azalacaktır. Bu da hava kirliliğine olan katkıyı azaltacaktır.

Sürdürülebilirlik açısından ise; gönderilemeyen az miktarda kuru yük mamüller için pastörize araçlarda boş kapasite ya da sipariş birikmesi beklenmektedir ve bu termin süresinin artmasına neden olmaktadır. Kurulacak şehir deposu ile uygun rotalar oluşturulacak, siparişlerin daha kısa sürede teslim edilmesi sağlanacaktır. Satış ve teslimatta devamlılık sağlanacaktır.

Son olarak sağlık kriteri incelendiğinde ise; ürünlerin zamanında teslim edilmesi son kullanma tarihlerindeki gecikmelere engel olacak, ürünlerin tüketimini arttıracaktır. Süt ve süt ürünlerinin tüketiminin artması, kemik erimesi, enfeksiyon, cilt tahrişi ve beyin yorgunluğu gibi rahatsızlıkların azalmasına neden olmaktadır.

### **Teşekkür**

Çalışma sürecinde sabırla yol gösteren ve maddi-manevi desteğini esirgemeyen Proje Danışmanı Mehmetali Arice' ye ve uzman lojistik ekibine teşekkürü bir borç biliriz.

### **Araştırmacıların Katkısı**

Bu araştırmada; Seher ARSLANKAYA, çalışmanın danışmanlığının yürütülmesi, sonuçların yorumlanması ve makale yazımı; Asude DEMİR, veri toplanması, çözüm yönteminin uygulanması ve makale yazımı konularında katkı sağlamıştır.

## Çıkar Çatışması

Bu çalışmada yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

## Kaynaklar

- Adalı E. ve Işık, A. (2017). Bir tedarikçi seçim problemi için swara ve waspas yöntemlerine dayanan karar verme yaklaşımı. *Uluslararası Ekonomi ve Yönetim İncelemesi*, 5(4), 56-77. Doi: <https://doi.org/10.18825/iremjournal.335408>
- Aghdaie, M. H., Zolfani, S. H. ve Zavadskas, E. K. (2013). Decision making in machine tool selection: an integrated approach with SWARA and COPRAS-G methods. *Engineering Economics*, 24(1), 5-17. Doi: [10.5755/j01.ee.24.1.2822](https://doi.org/10.5755/j01.ee.24.1.2822)
- Amiri, M., Ghorabae, M.K, Zavadskas, E.K ve Esmaeili, A. (2016). Multi-criteria evaluation of green suppliers using an extended waspas method with interval type-2 fuzzy sets. *Journal of Cleaner Production*, 137, 213-229. Doi: [10.1016/j.jclepro.2016.07.031](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.031)
- Aydın, Z. (2020). Kur riskinin akademisyenler tarafından yönetilmesinin swara yönetimi ile incelenmesi. *Gümrük Ticaret Dergisi*, 7(20), 51-63. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gumrukticaretdergisi/issue/55864/740585>
- Cömert, S. ve Yener F. (2016). Bir gıda firması için bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile depo yeri seçimi, *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 2(2), 161-177. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/uiibd/issue/27132/285436>
- Chakraborty, S., Zavadskas E.K. (2014). Applications of waspas method in manufacturing decision making. *Informatica*, 25(1), 1-20. Erişim adresi: <https://informatica.vu.lt/journal/INFORMATICA/article/726/info>
- Katranç, A. ve Kundakçı, N. (2020). Swara temelli bulanık copras yöntemi ile soğuk hava deposu seçimi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 63-80. Doi: <https://doi.org/10.17541/optimum.526134>
- Karabašević, D., Stanujkić, D. ve Urošević, S. (2015). The mcdm model for personnel selection based on swara and aras methods. *Management Journal of Sustainable Business And Management Solutions in Emerging Economies*, 20 (77), 43-52. Doi: <http://dx.doi.org/10.7595/management.fon.2015.0029>
- Özbek, A. ve Erol, E. (2016). Copras ve moora yöntemlerinin depo yeri seçim problemine uygulanması. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 2(1), 23-42. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kkujebpir/issue/33253/370160>

- Sağnak, M. (2020). Depo yeri seçimi: perakende sektöründe melez çok kriterli karar verme uygulaması. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 15(59), 615-623. Doi: <https://doi.org/10.19168/jyasar.689277>
- Şeker, Ö. ve Alakaş, H.M. (2019). Bir lojistik firması için çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile iç anadolu bölgesinde depo yeri seçimi. 7. *Uluslararası Mühendislik ve Bilimde Yenilikçi Teknolojiler Sempozyumu (ISITES2019)*, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa. Doi: <http://dx.doi.org/10.33793/acperpro.02.03.93>
- Toklu, M., Çağıl, G., Pazar, E. ve Faydalı, R. (2018). SWARA-WASPAS metodolojisine dayalı tedarikçi seçimi: türkiye'de demir-çelik endüstrisi örneği. *Akademik Platform Mühendislik ve Bilim Dergisi*, 6(3), 113-120. Doi: <10.21541/apjes.441362>
- Yavuz, O. (2018). Depo yeri seçimi probleminde gri sistem teorisi ve vikor yönteminin karşılaştırmalı analizi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 169-191. Doi: <https://doi.org/10.17336/igusbd.412808>
- Zavadskas, E.K., Baušys, R., Lazauskas, M. (2015). Sustainable assessment of alternative sites for the construction of a waste incineration plant by applying waspas method with single-valued neutrosophic set. *Sustainability*, 7(12), 15923-15936. Doi: <http://dx.doi.org/10.3390/su71215792>