

## AHP ve VIKOR Bütünleşik yaklaşımıyla Lojistik Merkez Yer Seçimi: Kayseri ili örneği

Fulya Zaralı<sup>\*1</sup>, Harun Reşit Yazgan<sup>2</sup>, Yılmaz Delice<sup>3</sup>

<sup>\*1,3</sup>Kayseri Üniversitesi Develi Hüseyin Şahin Meslek yüksekokulu Lojistik Programı, KAYSERİ  
<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği, SAKARYA

(Alınış / Received: 01.12.2018, Kabul / Accepted: 28.12.2018, Online Yayınlanma/ Published Online: 31.12.2018)

### Anahtar Kelimeler

Kentsel Lojistik ,  
Lojistik Merkez ,  
AHP,  
VIKOR.

**Öz:** Lojistik merkez yer seçimi problemi, tesis yerleşimi probleminin özel bir versiyonu olarak lojistik ve tedarik zinciri tasarımı zorunlu olarak ortaya çıkmıştır. Etkin bir lojistik merkez yapısı kentsel yük taşımacılığının verimliliğini artırmada kilit bir faktör, önemli bir kar ve yatırım aracıdır. Bu merkezlerin nereye konumlandırılacağı birçok faktörün dikkate alınarak karar verilmesi gereken karmaşık bir yapıdır. Bu makale kapsamında Kayseri ilinde yapılması planlanan Lojistik Merkez için Analitik Hiyerarşik Süreç (AHP) ve VlseKriterijuska Optimizacija I Komoromisno Resenje (VIKOR) yöntemlerini birleştirerek bütünleşik bir yaklaşım önerilmiştir. Önerilen yaklaşıma göre; öncelikle kriter ağırlıkları AHP yöntemiyle belirlenmiş daha sonra VIKOR yöntemi kullanılarak alternatifler arasında bir sıralama belirlenerek en uygun yer seçimi yapılmıştır.

## Selection of Logistic Center Location Integrated AHP-VIKOR Approach: A Case Study of Kayseri Province

### Keywords

City Logistics,  
Logistic Center,  
AHP,  
VIKOR.

**Abstract:** The problem of logistics center location selection has emerged as a special version of the problem of facility layout in the logistics and supply chain design. An effective logistics center structure is a key factor in increasing the efficiency of urban freight transport, a significant profit and investment tool. The location of these centers is a complex structure which must be decided by considering many factors. In this article, an integrated approach is proposed by combining Analytical Hierarchical Process (AHP) and VlseKriterijuska Optimizacija I Komoromisno Resenje (VIKOR) methods for the Logistics Center planned to be built in Kayseri. According to proposed approach; First of all, benchmark weights were determined by AHP method. Then, VIKOR method was used to determine the most suitable place among the alternatives.

### 1. Giriş

Günümüzde işletmelerin ulusal ve uluslararası ölçekte sürdürülebilir rekabet edebilmesini sağlamak, bölgesel, uluslararası ticaret ve ekonominin gelişmesine katkıda bulunmak amacı ile ülke politikalarında lojistik sektörüne yönelik olarak yatırım planları hız kazanmıştır. Bu yatırımların içinde işletmelerin lojistik maliyetlerini minimize eden, ekonomik ve sosyo-ekonomik kalkınmayı destekleyen, kurulduğu bölgenin kalkınmasında önemli rol oynayan, dış ticaretin gelişmesine destek olan ve kentsel lojistik problemlerinin çözümünde kilit rol alan lojistik merkezler ön plana çıkmaktadır.

Kent içerisindeki lojistik faaliyetler, kentsel alanlarda trafik sıkışıklığı, hava kirliliği ve gürültü oluşturmaktadır. Daha temiz, daha sessiz ve daha güvenilir kent alanlarına ihtiyaç vardır. Birleşmiş Milletler istatistiklerine göre; 2010 yılında dünya nüfusunun yaklaşık yarısı kentsel alanlarda yoğunlaşmaktadır. 2030 yılında bu oranın % 60'lar oranında olacağı tahmin edilmektedir [1]. Kentsel lojistik, artan nüfusun ve araçların kentsel alandaki etkilerinden kaynaklanan güçlükleri çözmeye çalışmaktadır. Bangkok, Londra, Tokyo gibi birçok şehir; trafik tıkanıklığı, çevre etkisi, düşük ulaşım verimliliğinden dolayı muzdariptir. Bu tür koşullar, kentsel alanlardaki yaşam kalitesini

düşürmekte ve şehir gelişimini azaltmaktadır. Kentsel lojistik, kentsel alanlardaki yaşam kalitesini yükseltmek için yenilikçi çözümler sunmaktadır [2]. Bu yenilikçi çözümlerden birisi lojistik merkezlerdir.

### 1.1 Kentsel lojistik

Kentler, iş faaliyetlerinin ve ticaretin ana konumunda oldukları için ekonomik kalkınmada önemli bir rol oynarlar. Fakat bu ticaret yoğunluğu birçok şehirde ciddi trafik sorunlarına, gürültü, hava kirliliği ve olumsuz çevre koşullarına sebep olmaktadır [2]. Ayrıca dünya nüfusunun % 50' inden fazlası kentlerde yaşamaktadır. 2050 yılında dünya nüfusunun en az % 70'inin kentlerde yaşayacağı öngörülmektedir [3]. Kentlerde bu nüfus artışı kent içerisindeki mal ve hizmetler için talep çeşitliliğini de artırmaktadır. Bu talep, malların küçük ticari araçlarla teslim edilmesi anlayışını getirmiştir. Ticari araç seferlerinden dolayı kent içerisinde kirlilik, güven kaybı ve trafik sıkışıklığı artmaktadır. Ek olarak yeni lojistik gelişimler tam zamanında üretim, yalın üretim gibi uygulamalar kent içerisindeki mal hareketini ve kararlarını karmaşıklaştırmaktadır. Genel anlamda kent içerisinde malların taşınması kent yolları ağında yoğunlaşmaktadır [4]. Bu olumsuz faktörler bir şehrin ekonomik rekabet gücünü azaltmakta ve kent sakinlerinin yaşam kalitesini düşürmektedir. Bu durumu çözmek kent içerisinde dengeyi sağlamak son yıllardaki zor problemlerden birisi olmuştur. Kentsel lojistik bu karmaşık problemi çözmeyi amaçlayan yenilikçi bir konsepttir [2].

Bugün dünyada 1 milyon ve üzerinde nüfusa sahip 800'den fazla şehir bulunmaktadır. Nüfusun tüketim yapısı, nüfusun yaş yapısı, kentin sahip olduğu iklim ve doğal çevre kentsel lojistiği etkilemektedir. Nüfusun tüketim yapısı, mobil teknolojiler ve internetin artması ile günün 24 saati sipariş verilebilmekte satın alma sıklığını artırmaktadır. İnternet üzerinden yapılan satın almalar birkaç gün içerisinde teslim edilmektedir. E-ticaretin gelişimi ile dağıtım süreçleri artmış bu artış kent içerisindeki trafik yoğunluğunun artmasını sağlamıştır. Bugün Avrupa'daki kentlerde yük taşımacılığının 2030 yılına kadar %40, 2050 yılına kadar %80 üzerine çıkacağı, yolcu trafiğinin 2030 yılına kadar %34, 2050 yılına kadar %51 oranında artış göstereceği öngörülmektedir. Karayolu taşımacılığının diğer taşıma modlarına göre baskın olacağı tahmin edilmektedir [5]. Avrupa Birliği ülkelerinde, kentlerde daha iyi yaşam koşullarının sağlanmasının gerekliliği ve doğal çevrenin korunması kentlerdeki yük taşımacılığında kaynaklanan olumsuzlukların, doğal çevreye en az etkileyecek şekilde tedbirler alınması tartışılmaktadır [6]. Bu amaçla Avrupa Birliği ülkelerinde çevreye zarar vermeyecek araçların dolaşımına öncelik verilmesi (elektrikli kamyonlar gibi), alternatif taşıma modlarının kullanılması (demiryolu, iç su yolu taşımacılığı) [3], gece sevkiyat yapılması, lojistik merkezlerin kullanılması teşvik edilmektedir [6].

### 1.2 Lojistik merkezler

Lojistik merkezler; doğrudan karayolu, demiryolu, denizyolu ya da havalimanına bağlı içerisinde çeşitli binaların bulunduğu ulusal ve uluslararası taşımacılık, dağıtım ve lojistik ile ilgili tüm faaliyetlerin gerçekleştirildiği alanlardır.

İntermodal taşımacılık, 3. Parti lojistik ve küreselleşmenin etkisiyle değişen taşımacılık koşulları ve lojistik süreçleri lojistik merkezleri zorunlu hale getirmektedir. Lojistik merkezler, bölgesel olarak artan nüfus ve taşımacılığın getirmiş olduğu zorluklara alternatif yeni bir akım olarak dünyada ortaya çıkmıştır. Bu merkezlerin amacı demiryolu taşımacılığı, su yolu taşımacılığı gibi dost taşıma modlarını teşvik ederek çevre dostu çözümler sunmaktır. Bu çözümler ile yerel, bölgesel, ulusal ve hatta küresel ekonominin büyümesine katkı sağlamaktadır. Bu yüzden lojistik merkezler sürdürülebilir taşımacılık ve lojistik sektörünün gelişmesinde umut verici bir kaynak olarak görülmektedir [7].

İlk Lojistik merkez, 1960'lı yıllarda Fransa'da ortaya çıkmış ve 1960'lı, 1970'li yıllarda Almanya'da, İtalya'da kurulmaya başlamıştır. 1990'lı ve 1980'li yıllara gelindiğinde lojistik merkezlerinin sayısının Fransa, Almanya ve İtalya'da arttığı Hollanda, İngiltere ve Belçika'da da yayıldığı görülmektedir [8]. Avrupa'da 8 ülkede toplam 100'den fazla lojistik merkez bulunmaktadır. Almanya'da son 20 yılda 33 adet lojistik merkez kurulmuştur [9]. Avrupa Birliği ülkelerinde lojistik merkezler; karayolu taşımacılığının vermiş olduğu zararları hafifletmek, intermodal taşımacılığı teşvik etmek, küçük orta büyüklükteki taşıma şirketlerine avantajlar sağlamak ve bölgesel ekonomiyi iyileştirmek amacıyla oluşturulmuştur [8].

Lojistik merkezler; ekonomik büyümeyi artırma da, gereksiz işletim maliyetlerini azaltılmasında, ekonomik verimliliğin artmasında, yatırım ortamının iyileştirilmesinde, işsizliğin azaltılmasında ve bulunduğu bölgenin kalkınmasında fayda sağlamaktadırlar [10].

### 1.3 Lojistik merkez yer seçimi ile ilgili literatür incelemesi

Lojistik merkez yer seçimi ile ilgili yapılan çalışmaları incelediğimizde; lojistik merkez yerleşimi problemi için matematiksel modelleme, AHP, TOPSİS, ELECTRE gibi çok kriterli karar verme yöntemleri ve yapay sinir ağları, genetik algoritma gibi sezgisel yöntemler kullanıldığı görülmüştür. Taniguchi ve ark.[11], çalışmasında Japonya'da bulunan kamu lojistik terminalinin konumunu ve büyüklüğünü belirlemek için matematiksel model geliştirmiştir. Geliştirdiği modeli Kyoto ve Osaka bölgesinde bulunan 16 yerleşim için uygulamıştır. Alberto ve ark[12], çalışmasında 3 tane alternatif yer için uzman görüşlerini alarak 7 kriter belirlemiş AHP yöntemi uygulayarak lojistik merkez yer seçimi yapmışlardır. Li ve Yan [13], çalışmalarında lojistik merkez yer seçimi için ileri beslemeli yapay sinir ağları yöntemi ile model geliştirmiş, bu modeli 8 kriter, 20 alternatif için test etmişler ve sonuçlarını paylaşmışlardır. Ghoseri ve Lessan [14], çalışmalarında lojistik merkez yer seçimi için bulanık AHP ve ELECTRE yöntemlerini uygulayarak doğal kaynaklar, ekonomik fayda, taşımacılık, gelişim potansiyeli kriterlerine göre en uygun yer seçimi yapmışlardır. Kayıkçı [15], çalışmasında lojistik merkez yer seçimi için bulanık AHP ve yapay sinir ağlarından oluşan hibrit bir model önermiştir. Erkayman ve ark. [16], Türkiye'nin doğu bölgesinde bulunan Erzurum, Diyarbakır ve Malatya için coğrafi yapı, fiziksel yapı, sosyo ekonomik ve maliyet kriterlerine göre bulanık TOPSİS yöntemi ile en uygun lojistik merkez yer seçimi yapmışlardır. Hong ve Xiaohua [17] çalışmalarında lojistik merkez yer seçimi için 5 alternatif yer AHP yöntemi kullanarak yer seçimi yapmışlardır. Li ve ark. [18], çalışmaların da aksiyomatik bulanık küme ve TOPSIS yönteminden oluşan melez bir model önermişlerdir. 5 alternatif yer en uygun yer seçimi yapmışlardır. Catalano ve Migliore [19], çalışmalarında lojistik terminal yer seçimi için bir matematiksel model önermişlerdir. İtalya'nın güneyinde Sicilya'da 9 tane potansiyel bölgede kurulacak lojistik terminaller için optimum konum belirlemişlerdir. Uysal ve Gülmez [20], çalışmalarında Akdeniz Bölgesinde bulunan Adana, Osmaniye, Antalya, Burdur, Hatay, İçel, Kahramanmaraş illeri için . Bulanık Serim Teorisi ve Matris yöntemi ile en uygun lojistik merkez yer seçimi yapmışlardır. Zak ve Weglinski [21] çalışmalarında 10 yer için ELECTRE 3/4 yöntemi kullanılarak lojistik merkez için en uygun yer seçimi yapılmıştır. Rao ve ark. [22] çalışmalarında 13 kriter belirleyerek 4 tane alternatif yer arasından çift hibrit sıralı ağırlıklı ortalama yöntemi ile lojistik merkez yer seçimi yapmışlardır. Hamzaçebi ve ark. [23], Karadeniz bölgesinde bulunan 18 il arasından oran metodu ve referans nokta yaklaşımı MOORA yöntemi ile lojistik merkezin kurulacağı yer için seçim yapmışlardır. Pham ve ark. [24], Vietnam'da kurulacak lojistik merkez için Bulanık Delphi ve Bulanık TOPSIS yöntemi ile en uygun lojistik merkez yer seçimi yapmışlardır. Kaya ve Uludağ [25], yapay sinir ağları yaklaşımını içeren lojistik merkez yer seçimi model geliştirmişler ve Türkiye'de bulunan çeşitli lojistik merkezlerin konumlarının uygunluğu için test etmişlerdir.

Bu çalışma kapsamında lojistik merkez yer seçimi, AHP-VIKOR tabanlı çok kriterli karar verme modeli ile belirlenmiştir. Lojistik Merkez yer seçim kriterlerine ait sayısal veriler net olarak elde edilebildiği için ve her bir kriterin önem derecesi farklı olduğu için kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde AHP yöntemi kullanılmıştır. VIKOR yöntemi, her bir alternatifin belirlenen tüm kriterlere göre değerlendirmesine imkan sağladığı ve ideale en yakın çözüm bulabilme özelliğinden dolayı[30] ve Lojistik merkez yer seçimi problemlerinde nadiren kullanıldığı için bu çalışmada tercih edilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu bölümde çalışmada kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve VIKOR yöntemi kısaca anlatılmıştır.

### 2.1 AHP yöntemi

Thomas Saaty tarafından sunulan AHP yöntemi, karmaşık karar verme problemlerinde karar vericiye daha iyi kararlar almasını sağlayan bir yöntemidir. En yaygın kullanımı olan çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir [26]. AHP, amaçları, kriterleri ve alternatifleri hiyerarşik bir yapıda sunan karar destek aracıdır. İlgili veriler, karar vericinin hem öznel hem de nesnel düşüncelerini içeren bir çift ikili karşılaştırma matrisi kullanılarak elde edilmektedir [27]. Bu karşılaştırmalarda karar vericinin önyargılarını azaltmak için tutarlılık kontrolü yapılmaktadır[26].

AHP yönteminin adımları;

1.Adım: Hiyerarşik Yapı: Bu adımda, karar problemi hiyerarşik olarak yapılandırılmaktadır. Oluşturulan hiyerarşik yapı karar verme sürecinin en önemli bir parçasıdır. Bu yapının en üst bölümünde sorunun amacı, sonraki bölümde kriterler ve en son bölümde alternatifler yer almaktadır [28].

2.Adım: ikili karşılaştırma matrisi: Bu adımda kriterlerin karşılaştırma matrisi oluşturulur. Karşılaştırma matrisi, kare matris olarak düzenlenir ve matrisin köşegen elemanları 1'dir [28]. Her bir kriter sahip oldukları önem değerlerine göre birebir karşılaştırılır ve bu karşılaştırma için Tablo 1'deki önem skalası kullanılır [26].

**Tablo 1.** Önem Skalası

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

3.Adım: Kriterlerin özvektör değerleri belirlemek: Karşılaştırma matrisi, kriterlerin göreceli önemini göstermektedir. Bu adımda her bir kriterin bütün içerisindeki özvektör değeri hesaplanır. Bu hesaplama için aşağıdaki formül kullanılır[28].

$$\frac{1}{n} \cdot \frac{\sum a_{ij}}{\sum a_{ij}} \quad (1)$$

4. Adım: Tutarlılık Oranı: Yapılan karşılaştırmalar subjektif olduğu için tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranı aşağıdaki formül 2, formül 3 ve Rassallık tablosu (Tablo 2) yardımıyla hesaplanır [28]. Hesaplanan oran, %10'nun altında ise yeterli kabul edilir.

$$TO = TG/RG \quad (2)$$

$$TG(\text{Tutarlılık Göstergesi}) = \lambda_{max} - n/n - 1 \quad (3)$$

**Tablo 2.** Rassallık Tablosu

n	3	4	5	6	7	8	9
Değer	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Tutarlılık oranı %10'nun üzerinde ise karşılaştırma matrisine tekrar dönülerek her bir adım tekrar edilir[27].

## 2.2 VIKOR yöntemi

VIKOR Yöntemi, en iyi alternatif seçiminin son derece karmaşık olduğu alanlarda etkili bir karar verme yöntemidir[29]. İlk olarak Opricovic tarafından geliştirilmiştir. VIKOR tekniği birbiri ile çelişen çoklu kriterlere sahip durumlarda en iyi alternatifi belirlemeye yardımcı olur, en iyi alternatif seçimi farklı kapsamları ve kriterlerin ağırlığını analiz ederek elde edilir [30].

VIKOR tekniği adımları;

1.Adım: Tüm kriterlerin en iyi  $f_j^*$  ve en kötü  $f_j^-$  değerleri belirlenir.

$$f_j^* = \max f_{ij} \quad \text{ve} \quad f_j^- = \min f_{ij} \quad (4)$$

2.Adım:  $S_i$  ve  $R_i$  değerleri hesaplanır.  $W_j$  değeri kriterlerin ağırlığıdır ve göreceli önemini gösterir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n W_j \cdot (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (5)$$

$$R_i = \max_j W_j \cdot (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (6)$$

3.Adım:  $Q_i$  değeri hesaplanır.

$$Q_i = v(S_i - S^*) / (S^- - S^*) + (1 - v)(R_i - R^*) / (R^- - R^*) \quad (7)$$

Formülde;

$$S^* = \min S_i \quad S^- = \max S_i, \quad R^* = \min R_i \quad R^- = \max R_i \quad (8)$$

değerleridir.  $v$  değeri, maksimum grup faydası ağırlığıdır, genellikle  $v$  değeri 0,5 olarak alınır.

4.Adım: S,R,Q değerlerine göre alternatifler azalan sıraya göre sıralanır. En iyi alternatifin seçilmesi için aşağıdaki 2 koşul sağlanmalıdır.

Koşul 1: Kabul edilebilir avantaj: İki en iyi alternatif arasındaki farkın fazla olması kabul edilebilir avantajdır.

$$Q(A'') - Q(A') \geq DQ \quad (9)$$

$(A')$ , en iyi alternatifi  $(A'')$  ise ikinci en iyi alternatifi temsil etmektedir.  $DQ$ , değeri aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$DQ = 1/(m - 1), \quad m \text{ alternatif sayısı} \quad (10)$$

Koşul 2: Kabul edilebilir istikrar: En iyi olarak bulunan  $A'$  alternatifi aynı zamanda S ya da R değerlerinden birinde de en iyi olmalıdır.

Bu iki koşuldan biri sağlanmıyorsa; Aşağıdaki çözüm yöntemleri önerilir.

- ✓ Eğer Koşul 2 sağlanmıyorsa,  $A'$ ,  $A''$  alternatifleri çözüm olarak kabul edilir,
- ✓ Eğer Koşul 1 sağlanmıyorsa  $A'$ ,  $A''$ , .....  $A^m$  alternatifleri için;

$$Q(A^m) - Q(A') \leq DQ \quad (11)$$

belirlenir.  $Q$ , değerlerine göre sıralanan en iyi alternatif minimum  $Q$  değerine sahip alternatiflerden birisidir[30].

### 3. Uygulama

Kayseri ilinde özel sektörün teşebbüsü ile Lojistik Merkez kurulması planlanmaktadır. Lojistik Merkez Yer seçimi için öncelikli olarak kurulabilecek alternatif arazilerin belirlenmesi, belirlenen arazilerden seçim yapılması için kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada alternatif yerler çok kriterli karar verme yöntemleri ile seçilmiştir. Literatür değerlendirmesi yapılarak kriterler belirlenmiş, AHP yöntemi ile bu kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur. Daha sonra AHP ile bulunan kriter ağırlıkları VIKOR yöntemine girdi olarak kullanılmıştır. Alternatiflerin sıralanması ise VIKOR yöntemi ile bulunmuştur.

Lojistik merkezin kurulabileceği alternatif yerler, uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Belirlenen arazilerin Kayseri Büyükşehir Belediyesi İmar ve Planlama Bölümü ile birlikte mülkiyet şartları incelenmiştir. Özellikle hazine arazileri ya da imara açılmamış araziler dikkate alınarak 4 alternatif yer belirlenmiştir. Belirlenen araziler; İncesu Mevkisi(A1), Anbar Mevkisi (A2), Boğazköprü Mevkisi (A3), Mimarşinan Mevkisi (A4)'dir.

Literatür araştırması yapılarak kriterler [13,15,16,17,22] belirlenmiş ve 8 kritere karar verilmiştir. Tablo 3'de kriterler ve açıklamaları verilmiştir.

**Tablo 3. Kriterler**

Kriterler	Açıklaması
Alan(K1)	Bir lojistik merkezin kurulacağı alanı ifade etmektedir.
Genişleme Alanı(K2)	Kurulum alanları dışında büyüme imkânı oluşturan kısım
Alt yapı olanakları(K3)	Seçilen arazi için elektrik, su, internet gibi ihtiyaçların karşılanabilirliği
Kente yakınlık(K4)	Kurulacağı kente mesafe olarak yakınlığı
Endüstri ve ticaret merkezlerine yakınlık(K5)	Endüstri ve ticaret merkezlerine mesafe olarak yakınlığı
Limana yakınlık(K6)	Limana mesafe olarak yakınlığı
Demiryoluna yakınlık(K7)	Demir yoluna mesafe olarak yakınlık
Arazi Maliyetleri(K8)	Kurulacağı arazilerin m <sup>2</sup> fiyatları

Her bir kriter eşit önemde olmayıp önem dereceleri birbirinden farklı olduğu için AHP yöntemi ile her bir kriterin ağırlık değeri hesaplanmıştır. İlk olarak ikili karşılaştırma matrisi düzenlenmiş, her bir kriter ikili olarak birbiri ile karşılaştırılarak hangi kriter diğerinden daha önemli ya da daha baskın olduğu belirlenmiştir. Karşılaştırma matrisi, Kayseri'de uluslararası taşımacılık yapan 3 lojistik firma yöneticisi ve Uluslararası Nakliyeciler Derneği Yönetim Kurulu üyesinden oluşan bir ekip ile yüz yüze görüşme yapılarak oluşturulmuştur. Elde edilen ikili karşılaştırma matrisi, Tablo 4'te gösterilmiştir.

**Tablo 4. Karşılaştırma Matrisi**

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
K1	1/3	1/3	1/2	1/2	1/2	2	1/3	1
K2	2	1	3	2	2	5	5	3
K3	1/3	1/3	1	1/2	1/2	2	2	2
K4	1/2	1/2	2	1	1	2	2	2
K5	1/2	1/2	2	1	1	3	2	2
K6	1/4	1/5	1/2	1/2	1/3	1	1/2	1/2
K7	1/4	1/5	1/2	1/2	1/2	2	1	3
K8	1	1/2	3	2	2	4	4	3

Karşılaştırmalar matrisine ait tutarlılık oranı  $TO < 0,10$  olduğu için elde edilen karar matrisi tutarlıdır. Her bir kritere ait ağırlık değerleri Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5.** Kriterlerin Ağırlık Değerleri

	Kriterler	Ağırlıkları
K1	Alan	0,05
K2	Genişleme Alanı	0,24
K3	Alt Yapı Olanakları	0,08
K4	Kente Yakınlık	0,13
K5	Ticaret Merkezine Yakınlık	0,04
K6	Limana Yakınlık	0,07
K7	Demiryoluna Yakınlık	0,05
K8	Arazi Maliyetleri	0,19

### 3.1 VIKOR yöntemi uygulama adımları

VIKOR yöntemi, grup faydasının maksimum olduğu durumları dikkate alan bir yöntemdir. VIKOR yöntemi uygulama adımları sırasıyla verilmiştir. Öncelikli olarak alternatif yerler için karar matrisi oluşturulmuştur. Bu matristeki veriler için uzman bir ekipten bilgi alınmıştır. Karar matrisi oluşturulurken; K1-K7 arasındaki tüm kriterlere ait değerlerden en yüksek değere sahip alternatifin, K8 kriterine ait değerlerden ise en düşük değere sahip alternatifin seçilmesi istendiği için, K8 kriterine ait değerler negatif olarak dikkate alınmıştır ve Tablo 6'da gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Alternatif yerler için karar matrisi

Yerler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
A1	1.500.000	5	85	20	8	300	10	-80
A2	1.200.000	10	90	10	4	315	5	-50
A3	1.000.000	20	80	15	5	318	3	-60
A4	2.000.000	15	75	25	10	330	16	-90

Adım-1: Alternatif yerlere ait her kriter için en iyi  $f_i^*$  ve en kötü  $f_i^-$  değerleri hesaplanarak Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7.**  $f_i^*, f_i^-$  değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
$f_i^*$	2.000	20	90	25	10	330	16	-50
$f_i^-$	1.000	5	75	10	4	300	3	-90

Adım-2:  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri hesaplanarak Tablo 8'de verilmiştir. Formüldeki  $W_i$  değeri AHP yöntemi ile hesaplanan kriterlerin ağırlık değerleridir.

**Tablo 8.**  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri

Alternatifler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	$S_j$	$R_j$
A1	0,025	0,240	0,027	0,043	0,013	0,070	0,023	0,140	0,581	0,240
A2	0,040	0,160	0,000	0,130	0,040	0,035	0,042	0,447	0,447	0,160
A3	0,050	0,000	0,053	0,087	0,033	0,028	0,050	0,351	0,351	0,087
A4	0,000	0,080	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000	0,350	0,350	0,190

Adım-3:  $Q_j$  değeri hesaplanarak Tablo 9'da verilmiştir. Formüldeki  $q$  değeri 0,50 olarak alınmıştır.

**Tablo 9.**  $Q_j$  değeri

Alternatifler	$Q_j$
A1	1,000
A2	0,448
A3	0,020
A4	0,337

Adım-4: Her bir alternatif yer için hesaplanan  $S_j$ ,  $R_j$  ve  $Q_j$  değerleri dikkate alınarak sıralama yapılmış ve Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10.** Sıralama Tablosu

$S_j$	Sıralama	$R_j$	Sıralama	$Q_j$	Sıralama
0,350	A4	0,087	A3	0,020	A3
0,351	A3	0,160	A2	0,337	A4
0,447	A2	0,190	A4	0,448	A2
0,581	A1	0,240	A1	1,000	A1

Adım-5: Yapılan sıralamanın uzlaşık çözümü yansıtıp yansıtmadığını kontrol amacıyla Koşul 1 ve Koşul 2'nin sağlanıp sağlanmadığının kontrolünde Koşul 1'i sağladığı görülmüştür. Yapılan sıralama sonucunda Boğazköprü en iyi alternatif yer olarak belirlenmiştir. Diğer yerler sırasıyla, Mimarsinan, Anbar ve İncesu'dur.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Kent içerisindeki lojistik faaliyetler, kent alanlarında trafik sıkışıklığı, hava kirliliği ve gürültüye sebep olmaktadır. Kentlerde, daha iyi yaşam koşullarının sağlanması, doğal çevrenin korunması, kent içerisindeki yük taşımacılığında kaynaklanan olumsuz etkileri en aza indirmek için lojistik merkezler önerilmekte ve kurulması için teşvik edilmektedir. Etkin bir lojistik merkez yapısı bulunduğu bölgenin rekabet avantajına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Lojistik merkez yerleşimi, bulunduğu coğrafi yapı, paydaşların tercihinine göre farklılıklar göstermektedir. Bu yüzden lojistik merkez yerleşiminde tek bir strateji bulunmamaktadır.

Bu çalışma kapsamında lojistik merkez yer seçimi karar verme problemi olarak değerlendirilmiş ve AHP ve VIKOR yöntemli bütünleşik bir yaklaşım sunulmuştur. Etkin bir lojistik merkez yer seçimi için uygun kriterlerin belirlenmesi ve belirlenen kriterlere uygun en iyi yerin seçilmesi gerekmektedir. Öncelikli olarak kriterler belirlenmiş ve AHP yöntemi ile bu kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur. Alternatif yerlerin sıralaması ise VIKOR yöntemi ile yapılmıştır. VIKOR yöntemi, her bir alternatifin belirlenen tüm kriterlere göre değerlendirmesine imkan sağladığı ve ideale en yakın çözüm bulabilme özelliğinden dolayı ve Lojistik merkez yer seçimi problemlerinde nadiren kullanıldığı için bu çalışmada tercih edilmiştir. Çalışma kapsamında lojistik merkez yer seçimi için gerçek bir hayat problemi seçilmiş ve Kayseri ili için uygulanmıştır. Yapılan çalışmanın ulusal ve uluslararası alanda lojistik sektörüne/bilim alanına katkı sağlayacağı ve benzer çalışmalara kaynak oluşturacağı öngörülmektedir.

Gelecekteki çalışmalarda lojistik merkez yer seçimi için Bulanık mantıkla entegre edilmiş MOORA ve DEMATEL yöntemleri kullanılarak yeni çalışmalar yapılması öngörülmektedir.

#### Kaynakça

- [1] Taniguchi, E. 2014. Concepts of City Logistics for Sustainable and Liveable Cities. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 151, 310-317.
- [2] Tseng, Y. 2004. The role of Transportation in Logistics. University of South Australia, School of Natural and Built Environments Transport Systems Centre, Master Thesis
- [3] Nathanail, E., Adamos, G., Gogas, M. 2017. A novel approach for assessing sustainable city logistics. *Transportation Research Procedia*, 25, 1036-1045.
- [4] Anand, N., Ouak, H., Duin R., Tavasszy, L. 2012. City Logistics Modeling Efforts: Trends and Gaps - A Review. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, 39: 101-115.

- [5] Witkowski, J., Kiba, M. 2014. The Role of Local Governments in the Development of City Logistics. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, 125: 373-385
- [6] Kauf, S. 2016. City logistics A Strategic Element of Sustainable Urban Development. *Transportation Research Procedia*, 16: 158-164.
- [7] Wu, J., Haasis, H.D. 2013. Converting knowledge into sustainability performance of freight villages. *Logistic Research*, 6(2-3): 63-88.
- [8] Higgins, C., Ferguson, M. 2011. An exploration of the Freight village concept and its applicability to Ontario. *McMaster Institute of Transportation and Logistics*, 22-93.
- [9] Ballis, A., Mavrotas, G. 2007. Freight village design using the multicriteria method PROMETHEE. *Operational Research*, 213-231.
- [10] Taniguchi, E., Thompson, R.G., Yamada, T. 2014. Recent Trends and Innovations in Modeling City Logistics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125: 4-14.
- [11] Taniguchi, E., Noritake, M., Yamada, T., Izumitani, 1997. Optimizing the size and location of logistics terminals. *IFAC Proceedings*, 30(8): 741-746.
- [12] Alberto, P. 2000. The Logistics of industrial location decisions: An application of the AHP methodology. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 3(3): 273-289.
- [13] Li, Q., Yan, C. 2007. An interactive integrated MCDM based on FANN and application in the selection of Logistic Center Location. *Management science and engineering conference*, 20-22 August, Harbin, China.
- [14] Ghoseiri, K., Lessan, J. 2008. Location selection for logistics centers using a two-step fuzzy AHP and ELECTRE method. *Proceedings of 9th Asia Pasific Industrial Engineering Management systems Conference*, Indonesia, 434-440.
- [15] Kayikci, Y. 2010. A conceptual model for intermodal freight logistics centre location decisions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(3): 6297-6311.
- [16] Erkayman, B., Gundog̃ar, E., Akkaya, G., Ipek, M. 2011. A fuzzy TOPSIS Approach for Logistic center location selection. *Journal of Business Case Studies*, 7(3): 49-54.
- [17] Hong, L., Xiaohua, Z. 2011. Study on location selection of multi-objective emergency logistics center based on AHP. *Procedia Engineering*, 15: 2128-2132.
- [18] Li, Y., Liu, X., Chen, Y. 2011. Selection of logistics center location axiomatic fuzzy set and TOPSIS methodology in logistics management. *Expert systems with applications*, 38(6): 7901-7908.
- [19] Catalano, M., Migliore, M. 2014. A Stackelberg-game approach to support the design of logistics terminals. *Journal of Transport Geography*, 41: 63-73.
- [20] Uysal, F., Gülmez, M. 2014. Türkiye’de Akdeniz Bölgesi’nde Lojistik merkez yeri seçimi için bulanık serim teori ve matris yaklaşımı uygulaması. *DergiPark, Verimlilik Dergisi*, 1: 89-104.
- [21] Zak, J., Weglinski, S. 2014. The selection of the logistics center location based on MCDM/A methodology. *Transportation Research Procedia*, 3: 555-564.
- [22] Rao, C., Goh, M., Zhao, Y., Zheng, J. 2015. Location selection of city logistics centers under sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 36: 29-44.
- [23] Hamzaçebi, C., İmamoğlu, G., Alçı, A. 2016. Selection of Logistics Center location with MOORA method for Black Sea Region of Turkey. *Journal of Economics Bibliography*, 3(15): 74-82.
- [24] Pham, T.Y., Ma, H.M., Yeo, G.T. 2017. 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.
- [25] Kaya, B., Uludag, N. 2017. An artificial neural network approach for the logistic center location selection. *Journal of Management Marketing and Logistics*, 4(2): 107-115.
- [26] Saaty, T. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1): 83-98.
- [27] Triantophylliou, E., Mann, S. 1995. Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications challenges. *International Journal of Industrial Engineering*, 2(1), 35-44.
- [28] Bhusnan, N., Rai, K. 2004. Strategic decision making applying the analytic hierarchy process. Hardcover, 172p.



- [29] Mardani, A., Edmundas, K.Z., Govindan, K., Senin, A., Jusoh, A. 2016. VIKOR Technique: A systematic review of the State of the Art Literature on Methodologies and applications. *Sustainability*, 8(1), 37.
- [30] Opricovic, S., Tzeng, G.H. 2007. Extenden VIKOR method in comparison outranking methods. *European Journal of Operational Research*, 175(2), 514-529.