**TÜRKİYE’DE AKDENİZ BÖLGESİ’NDE LOJİSTİK MERKEZ YERİ SEÇİMİ İÇİN BULANIK SERİM TEORİ VE MATRİS YAKLAŞIMI UYGULAMASI**

**Fahriye UYSAL [[1]](#footnote-1)**

**Mustafa GÜLMEZ[[2]](#footnote-2)**

***ÖZET***

*Lojistik sistemlerde lojistik yer seçimi, stratejik olarak önemli yatırım kararlarından birini oluşturur. Rekabet avantajını artırmak ve verimli olmak için birçok işletme, iyi konumlanmış lojistik sistemin önemli bir araç olduğunu düşünür. Bu durumda, bir işletmenin en uygun lojistik merkez yeri seçimi, nitel ve nicel birçok faktörün dikkate alınmasını gerektiren çok kriterli bir karar verme problemidir. Bu tür problemleri çözmede kullanılan ve daha yeni olan yöntemlerden birisi de bulanık serim teori ve matris yaklaşımdır. Bu çalışma, Türkiye’de Akdeniz bölgesinde lojistik merkez yeri alternatiflerinin seçimi için nitel ve nicel kriterlerin değerlendirildiği ve birbiriyle ilişkili her bir kriterin göreceli önceliğinin tanımlandığı bir bulanık serim teori ve matris yaklaşım uygulamasını içermektedir. Çalışma sonuçlarına göre, lojistik potansiyel, ekonomik, sosyal, teknik ve çevre kriterleri ile Antalya ili, Akdeniz Bölgesi’ndeki diğer illere göre lojistik merkez yeri seçim sıralamasında ilk sırada yer almıştır.*

***Anahtar Kelimeler****: Lojistik Merkez Yeri, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık Serim (Graph) Teori ve Matris Yaklaşım.*

**FUZZY GRAPH THEORY AND MATRIX APPROACH APPLICATION FOR THE SELECTION OF LOGISTICS CENTRE LOCATION IN THE MEDITERRANEAN REGION OF TURKEY**

***ABSTRACT***

*The selection of logistics centre location is one of the important investment decisions strategically in the logistics system. In order to increase the competitive advantage and productivity, many companies consider that a well-designed and implemented logistics system is an important tool. In this situation, logistics centre location selection is a multi-criteria decision making problem which has to consider several criteria of qualitative and quantitative for business. One of the relatively new methods for solving these problems is fuzzy graph theory and matrix approach. In this study, fuzzy graph theory and matrix approaches are used for selecting the logistic centre location between different alternatives based on evaluating tangible and intangible criteria and their relative importance in the Mediterranean Region of Turkey. According to the results, Antalya has the first rank for the location of a logistic centre with the logistic potential, economical, social, technical and environmental criteria.*

***Keywords:*** *Logistics Centre Location, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy Graph Theory And Matrix Approach.*

**1.GİRİŞ**

Bilgi teknolojileri ve modern yönetim teorisinin hızla gelişimi ile bilimsel çalışmalarda lojistik yönetimi konularına olan ilginin giderek arttığı görülmektedir. Lojistik faaliyetlerin başında gelen fiziksel dağıtım, ürünlerin üretim aşamasından satış ve tüketim aşamasına kadar gerçekleşen dağıtım hizmetlerini kapsamaktadır. Bu hizmetler, ürünün türüne göre değişmekle birlikte üretim bölgesinde stoklama, yükleme, aktarma noktasına taşıma, gümrükleme, uzun mesafeli taşıma (karayolu ve/veya demiryolu, denizyolu veya havayolu), dağıtım bölgesinde depolama, toptan veya perakende dağıtım merkezine aktarma, ve satış aşamalarının birkaçı veya tamamından oluşmaktadır [8]. Ballou [2] çalışmasında; lojistik faaliyetlerinin yürütülmesinde, maliyetlerin azaltılmasında ve firmalar arası rekabette temelde konumsal ve zamansal etkenlerin belirleyici olduğunu, konuma ilişkin maliyet azaltıcı tedbirlerin ulaşım yatırımları ve uygun yer seçimi ile kısmen aşılabildiğini ancak zaman sorununun güncelliğini koruduğunu iddia etmektedir. İşletmelerin geleceğini ve uzun dönem kârlılığını etkileyen kritik bir karar olarak görülen lojistik merkez yeri seçimi, değişmeyen donanım yatırımı ve lojistik faaliyetler üzerindeki etkisi ile literatürde az çalışılmasına rağmen önemli bir konudur. Seçilecek en iyi lojistik merkez yeri, taşıma sürecinde zaman ve konum bariyerlerinin üstesinden gelerek müşteri ihtiyaçlarını karşılayabilmeyi sağlayacaktır [20].

Lojistik merkez yeri, büyük yatırım ihtiyacından dolayı karmaşık bir sistem projesidir. Lojistik sistemin ekonomik faydası, operasyonel etkinliği, doğal kaynaklardan etkilenen yapısı gereği hizmet çevriminin uzun ve yüksek riskler taşıdığı birçok faktörü içerir. Aynı zamanda bölge planlama, trafik ve bölgesel çevre üzerinde önemli etkileri vardır. En iyi bölge de, lojistik merkez yeri konusunda bilimsel değerlendirme kararı, ulaşım yollarının optimize edilmesi, lojistik maliyetlerinin azaltması, operasyonel verimliliğin artırılması ve bölgesel kalkınmayı teşvik etmek konusunda önemli bir role sahiptir [17].

Literatürde, lojistik merkez yeri seçimi makro ve mikro çerçevede ele alınmıştır. Makro analiz, lojistik merkez yeri için bölge seçimine, mikro analizler ise konum seçimine odaklanmıştır. Wang ve Liu [18], lojistik merkez yeri seçimi konusunu, iki yönde sınıflandırmıştır; birincisi, lojistik merkez yeri seçiminin tasarı planlaması, ikincisi ise, lojistik merkez yeri seçim çözümünü değerlendirmedir. Günümüze kadar, lojistik merkez yeri seçiminin tasarım planlama teorisi araştırma alanlarında çeşitli modeller geliştirilerek büyük başarılar sağlanmıştır. Bu çalışma, lojistik merkez yeri seçimini değerlendirme yönüne odaklanmıştır.

Literatürde, lojistik merkez yeri seçimi konusunu çeşitli kriterlere göre ele alan çalışmalar bulmak mümkündür. Ghoseiri ve Lessan [7], lojistik merkez yeri seçimi için iki adımda bulanık analitik hiyerarşi süreci ile ELECTRE yöntemlerini kullanarak, doğal kaynaklar, ekonomik fayda, sosyal fayda, taşımacılık ve potansiyel gelişim olarak belirlenen objektif ve sübjektif kriterleri ele almıştır. Yöntemlerle elde edilen bütünleşik yapı ile alternatifler arasında yer seçimi değerlendirilmiştir. Erkayman vd. [5] çalışmasında, bulanık TOPSİS yaklaşımını kullanarak, coğrafik, fiziksel, sosyo-ekonomik, ve maliyetler açısından ele aldıkları kriterler ile Türkiye’nin doğu bölgesinde 3 il için lojistik yer seçimi konusunu incelemiştir. Li-li ve Yan [13], çok amaçlı karar verme problemi için ileri beslemeli yapay sinir ağları kullanarak, lojistik merkez yeri seçiminde taşımacılık, alan göstergeleri, yönetim ve çevre kriterleri ile alternatifleri değerlendirmiştir. Jin vd. [9], değer analizi ve çok aşamalı bulanık kapsamlı bir değerlendirme aracı olarak analitik hiyerarşi yöntemini kullanarak, lojistik merkez yeri seçimi değerlendirme indisini oluşturan sosyal çevre, ekonomik ve teknolojik faydalar kapsamında maliyet alt faktörü için doğal çevre, politikalar ve düzenlemeler, üretim çevresi, taşıma, arazi göstergeleri ve kamu olanakları ile alternatifler arasında seçim yapmıştır. Alberto [1], lojistik yönetimi kapsamında yer olanaklarını değerlendirmek üzere analitik hiyerarşi süreci yöntemini kullanmıştır. Kriterler olarak, yer kararları, üretim ve dağıtım olanakları ile düşünülerek, çevresel yönlü, maliyet, yaşam kalitesi, yerel teşvikler, müşteriler için zaman güvenilirliği, müşteri talebine cevap verme esnekliği ve müşteriler ile bütünleşme kriterlerini ele almıştır. Bunlardan müşteriler ile bütünleşme, müşteri talebine cevap verme esnekliği ve maliyet konuları yüksek öncelikte bulunarak lojistik merkez yeri alternatifleri değerlendirilmiştir. Li vd. [11], lojistik merkez yeri seçimi konusunu risk ile birlikte, çevresel, sosyal, ekonomik, sürdürülebilir kriterler için incelemiştir. Li vd. [12] aksiyom bulanık kümeler ve TOPSİS yöntemleri ile lojistik merkez yeri seçimi konusunu trafik, iletişim, arazi göstergeleri ve yük taşıma gibi kriterler ve daha kapsamlı alt kriterlerle birlikte ele almıştır. Chen ve Qu [4], entropi ağırlık ile bulanık çok amaçlı karar verme yöntemi analitik hiyerarşi süreci ile taşıma durumu, kamu kurulumu, alan göstergeleri, çevre yönetimi, toplumsal fayda kriterlerini kullanarak lojistik merkez yeri alternatifleri arasında seçim yapmıştır. Wang ve Lie [18], bir lojistik firmasının üç lojistik merkez alternatifini bulanık analitik hiyerarşi süreci ve TOPSİS yöntemini kullanarak doğal kaynaklar, ekonomik fayda, sosyal fayda, taşıma ve potansiyel gelişim kriterleri kapsamında değerlendirmiştir.

Bu çalışma, çok kriterli karar verme sürecinde, en uygun lojistik merkez yerini belirlemek üzere önerilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde çok kriterli karar verme yöntemi olan, bulanık serim teori ve matris yaklaşım kapsamında lojistik merkez yeri seçimi için serim modeli oluşturulmuştur. Çalışmanın üçüncü bölümünde, kullanılan yöntemin metodolojisi açıklanmıştır. Dördüncü bölümde, Türkiye’de lojistik merkez yerlerini belirlemek üzere yapılan çalışmalara katkı sağlamak amacıyla, Akdeniz Bölgesi’nde yer alan iller, lojistik merkez yeri alternatifleri olarak uygulamada kullanılmış, son bölümde sonuçlar değerlendirilmiştir.

**2. BULANIK SERİM TEORİ VE MATRİS YAKLAŞIM**

Serim teori ve matris yaklaşım, çok kriterli karar verme yöntemi olarak mantıksal ve sistematik bir yaklaşım sunar. Literatürde, serimler ve uygulamaları ile ilgili olarak gelişen teori çok iyi belgelenmiştir. Rao [14] kitabında, bulanık çok amaçlı karar verme yöntemleri ve serim teori kullanarak imalat ortamında karar verme konusunda birkaç uygulamayı incelemiştir. Serim model sunumları, bilim ve teknolojinin; ekonomi, sosyoloji, matematik, mühendislik ve yöneylem araştırması gibi çeşitli alanlarında, problemleri ve sistemleri modellemek ve analiz etmek üzere kullanılır. Matris yaklaşım ise, amaçları karşılamak üzere indis ve sistem fonksiyonu türetmek için serim modellerin analizinde kullanılır [15]. Bulanık serim teori ve matris yaklaşım, serim/di-serim sunumları, bulanık teoriden yararlanarak matris sunumları ve sürekli fonksiyon sunumlarını içerir. Di-serim, değişkenler ve birbirleri arasındaki görsel bir sunumdur. Matris sunum ise, matematik dizin içinde di-serime dönüştüren ve sürekli fonksiyon için sayısal indisi hesaplamaya yardım eden matematiksel bir ifadedir [6].

Bu çalışmada, bulanık serim teori ve matris yaklaşım yöntemi, lojistik merkez yeri alternatifleri arasından seçim yapabilmek amacıyla kullanılmıştır. Seçim süreci, üç ana adımdan oluşmaktadır. İlk olarak alternatifler ve göreceli kriterler literatürden tanımlanmıştır. İkinci olarak, kriterler, uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Son olarak, yöntem, değerlendirmelerden yararlanarak seçim süreci için kullanılmıştır.

**2.1. Lojistik Merkez Yeri Seçim Kriterleri Serim Modeli**

Lojistik merkez yeri seçimi ile ilgili az sayıda yayının olmasına rağmen, bu yayınlardan elde edilen tüm seçim kriterleri gözden geçirilerek, bu çalışma; teknik, ekonomik, çevre, sosyal ve lojistik potansiyel olarak 5 kriter kapsamında ele alınmıştır. Bunlardan teknik kriter; karayolu, demiryolu, havayolu ve denizyolu ile ilgili altyapı, yolcu ve yük taşıma kapasitelerini içermektedir. Ekonomik kriter; lojistik merkez yeri olarak düşünülen konumun arazi değeri ve fiyatları ile ilgilidir. Çevre kriteri; konumun hava durumunu, jeolojik, hidrolojik ve topolojik durumunu içermektedir. Sosyal kriter; lojistik merkez yeri ile ilgili alternatiflerin lojistik eğitimindeki gelişmelerini ve istihdam durumunu değerlendirmektedir. Lojistik potansiyel kriteri ise ilin gelişmişlik düzeyi ile ilgilidir. Lojistik merkez yeri seçimi için Türkiye’de Akdeniz bölgesindeki illerden oluşan alternatifleri değerlendirmek üzere kullanılan kriterler ile ilgili hiyerarşik yapı Şekil 1’de görülmektedir.



**Şekil 1. Lojistik Merkez Yeri Seçimi İçin Hiyerarşik Yapı**

Lojistik merkez yeri seçim kriterleri serim modeli, lojistik merkez yeri seçim kriterleri ve onlar arasındaki ilişkileri içerir. Serim, $N=\left\{n\_{i}\right\} $ düğümleri kümesi ile $i=1,2,3,…M$ ve $E=\left\{e\_{ij}\right\} $yönlü ayrıtların kümesini içerir. $n\_{i}$ düğümü, $i$. lojistik merkez yeri seçim kriterini, kenarlar ise kriterler arasındaki göreceli önemi sunar. $M $düğüm sayısı, lojistik merkez yeri seçimi için düşünülen kriterlerin sayısına eşittir. Lojistik merkez yeri seçim sürecinde eğer $i$ düğümü diğer $j$ düğümü üzerinde göreceli öneme sahip ise, yönlü ayrıt veya ok $i$ düğümünden $j$ düğümüne çizilir $\left(e\_{ij}\right)$. Eğer $j$, $i$ düğümünden daha göreceli öneme sahip ise yönlü ayrıt veya ok $j$ düğümünden $i$ düğümüne çizilir $\left(e\_{ji}\right)$ [15].

Türkiye’de Akdeniz Bölgesi’ndeki illeri kapsamak üzere, lojistik merkez yeri seçimi için düşünülen örnekte kriterler; Teknik (T), Çevre (Ç), Sosyal (S), Ekonomik (E) ve Lojistik Potansiyel (LP) olarak belirlenmiştir. Lojistik merkez yeri seçimi için belirlenen 5 seçim kriteri serimi 5 düğümden oluşmaktadır. Her bir düğüm göreceli olarak T, Ç, S, E ve LP seçim kriterini sunar. Kriterler arasındaki öncelikler uzman görüşlerine göre belirlenmiştir. Örneğin, potansiyel lojistik kriteri ekonomik kriterinden daha önemlidir. Teknik kriteri ise çevre kriterinden daha önemlidir. Kriterin göreceli önemi her iki yönde iki kriter arasında yer almaktadır. Lojistik merkez yeri seçim kriteri serimi, saat yönünde ele alınarak Şekil 2’de gösterildiği üzere geliştirilmiştir. $A\_{1}$



- LP düğümü

- E düğümü

- S düğümü

- T düğümü

- Ç düğümü

**Şekil 2. Lojistik Merkez Yeri İçin Seçim Kriterinin Serim Gösterimi**

Lojistik merkez yeri seçim kriteri serimi, kriterler ve bir kriterin diğer kritere göre üstünlüğünü ifade eden göreceli önemleri arasında hızlı görsel değerlendirme yapmak üzere, kriterlerin önem sırasına göre hazırlanmış bir çevrimi gösteren grafik sunumu verir. Düğüm sayısı ve onlar arasındaki ilişki arttıkça serim daha karmaşık hale gelir. Bu durumda görsel analiz mümkün olamayabilir. Karmaşık durumu çözmek amacıyla matris yaklaşım kullanılır. Karmaşık görünümdeki serim, matris form kullanılarak satırlar ve sütunlarla ifade edilebilir, böylece ilave hesaplamalar ve durumu anlamada kolaylık sağlar.

**2.2. Lojistik Merkez Yeri Seçim Kriterleri Serim Modelin Matris Sunumu**

Lojistik merkez yeri seçim kriteri matrisi, seçim kriterlerinin tümünü$ \left(A\_{1} gibi\right)$ ve $MxM$ boyutta onların göreceli önemlerini içerir. Şekil 2’den matris B olarak seçim kriteri serimi elde edilmiştir.

LP E B= S T Ç

$\left[\begin{array}{c}\begin{matrix}A\_{1}&a\_{12}\\a\_{21}&A\_{2}\end{matrix} \begin{matrix}a\_{13}&a\_{14}\\a\_{23}&a\_{24}\end{matrix} \begin{matrix}a\_{15}\\a\_{25}\end{matrix}\\\begin{matrix}a\_{31}&a\_{32}\\a\_{41}&a\_{42}\end{matrix} \begin{matrix}A\_{3}&a\_{34}\\a\_{43}&A\_{4}\end{matrix} \begin{matrix}a\_{35}\\a\_{45}\end{matrix}\\\begin{matrix}a\_{51}&a\_{52}&a\_{53}\end{matrix} \begin{matrix}a\_{54}&A\_{5}\end{matrix}\end{array}\right]$ (1)

LP E S T Ç

Burada, $A\_{i,}$ $n\_{i}$ düğümünü temsil eden i. kriterinin değeridir ve $a\_{ij},$ i kriterinin j üzerinden $e\_{ij}$ kenarını temsil eden göreceli önemini verir. B matrisi, lojistik merkez yeri seçim kriter fonksiyonu olarak tanımlanır. Standart matris fonksiyonu kombinatoryal matematikte kullanılır [10].

Jurkat ve Ryser’ın [10] çalışmalarında seçim yapmak üzere kullandıkları genel ifadeden yararlanılarak, lojistik merkez yeri için matris sunumun seçim kriteri fonksiyonu aşağıdaki gibi yazılabilir;

$$per\left(B\right)= \prod\_{i=1}^{5}A\_{i}+\sum\_{i=1}^{4}\sum\_{j=i+1}^{5}\sum\_{k=1}^{2}\sum\_{l=k+1}^{3}\sum\_{m=l+1}^{4}\left(a\_{ij}a\_{ji}\right)A\_{k}A\_{l}A\_{m}$$

$ +\sum\_{i=1}^{3}\sum\_{j=i+1}^{4}\sum\_{k=j+1}^{5}\sum\_{l=1}^{3}\sum\_{m=l+1}^{4}(a\_{ij}a\_{jk}a\_{ki}+a\_{ik}a\_{kj}a\_{ji})A\_{l}A\_{m}$ $+\left(\sum\_{i=1}^{2}\sum\_{j=i+1}^{5}\sum\_{k=j+1}^{4}\sum\_{l=i+2}^{5}\sum\_{m=1}^{4}(a\_{ij}a\_{ji}a\_{kl}a\_{lk})A\_{m} +\sum\_{i=1}^{2}\sum\_{j=i+1}^{4}\sum\_{k=i+1}^{5}\sum\_{l=j+1}^{5}\sum\_{m=1}^{4}(a\_{ij}a\_{jk}a\_{kl}a\_{li}+a\_{il}a\_{lk}a\_{kj}a\_{ji})A\_{m}\right)$

$$ +\left(\sum\_{i=1}^{3}\sum\_{j=i+1}^{4}\sum\_{k=j+1}^{5}\sum\_{l=1}^{4}\sum\_{m=l+1}^{5}(a\_{ij}a\_{jk}a\_{ki}+a\_{ik}a\_{kj}a\_{ji})a\_{lm}a\_{ml}+\sum\_{i=1}^{1}\sum\_{j=i+1}^{4}\sum\_{k=i+1}^{5}\sum\_{l=i+1}^{5}\sum\_{m=j+1}^{5}(a\_{ij}a\_{jk}a\_{kl}a\_{lm}a\_{mi}+a\_{im}a\_{ml}a\_{lm}a\_{kj}a\_{ji})\right)$$

 (2)

Eşitlik 2, lojistik merkez yeri seçimi için tam bir anlatım sunar. Eşitlik, kriterlerin göreceli önemleri (bir kriterin diğer kritere göre üstünlüğü) ile birlikte kriterlerin tümünü göz önünde bulundurur. Eşitlikte sunulan ifade, belirleyici köşegen elemanlar ve farklı boyutta köşegen elemanların çevrim kümesidir ($a\_{ij}a\_{ji}$ gibi). Şayet burada seçim kriteri M sayıda ise tüm kriterler arasında göreceli önem söz konusudur ve seçim kriteri serimi C matrisi olarak yazılabilir.

Kriter 1 2 3 … M

1 2 C= 3 … m

$$\left[\begin{array}{c}\begin{matrix}A\_{1}&a\_{12}\\a\_{21}&A\_{2}\end{matrix} \begin{matrix}a\_{13}&…\\a\_{23}&…\end{matrix} \begin{matrix}a\_{15}\\a\_{25}\end{matrix}\\\begin{matrix}a\_{31}&a\_{32}\\a\_{41}&a\_{42}\end{matrix} \begin{matrix}A\_{3}&…\\a\_{43}&…\end{matrix} \begin{matrix}a\_{35}\\a\_{45}\end{matrix}\\\begin{matrix}a\_{M1}&a\_{M2}&a\_{M3}\end{matrix} \begin{matrix}…&A\_{M}\end{matrix}\end{array}\right]$$

C matrisi ile sunulan seçim kriteri fonksiyonu, M sayıda faktöriyel terimi içerir ve sigma biçiminde yazılabilir.

Lojistik merkez yeri için seçim kriteri fonksiyonu, (M+1) grupta ve göreceli önemlerin çevrimi ve kriter ölçümleri temsil eden grupları içerir. İlk grup M kriterin ölçümünü içerir, ikinci grupta serimde çevrim yoktur. Üçüncü grup, M-2 kriterinin ölçümünü ve göreceli önem çevriminin iki eksiğini içerir. Dördüncü grupta her bir terim, M-3 kriterinin ölçümünü ve göreceli önem çevriminin üç eksiğini sunar. Beşinci grup iki alt grubu içerir. İlk gruptaki terim, M-4 kriterinin ölçümünü ve göreceli önem çevriminin iki eksiğidir. İkinci gruptaki her bir terim ise, M-4 kriterinin ölçümünü ve göreceli önem çevriminin dört eksiğidir. Altıncı grup da iki alt grubu içerir. İlk alt grup, M-5 kriterinin ölçümünü ve göreceli önem çevriminin iki eksiğini temsil eder. İkinci alt grubun her bir terimi ise, M-5 kriterinin ölçümünü ve göreceli önem çevriminin beş eksiğidir. Benzer olarak formülün diğer terimleri tanımlanır. Böylece, lojistik merkez yeri seçim kriteri fonksiyonu ele alınan seçim problemini ifade eder.

**2.3. Lojistik Merkez Yeri Seçim İndisi**

Lojistik merkez yeri seçim indisi, belirli bir uygulama için lojistik merkez yerinin performans ölçüsüdür. İndisin yüksek değer alması daha iyi bir performansı ifade eder. Denklem 2’de tanımlanan kriterler ve onların göreceli önemlerini içeren seçim kriteri fonksiyonu, lojistik merkez yeri seçim indisini değerlendirmek için uygundur. Seçim kriteri fonksiyonunun sayısal değeri, lojistik merkez yeri seçim indisi olarak adlandırılır. Seçim kriteri fonksiyonu sadece pozitif terimleri içerir, $A\_{i}ve a\_{ij}$’nin yüksek değerleri, lojistik merkez yeri seçim indeksi değerinde artışa neden olur. Bu değeri hesaplamak için $A\_{i}ve a\_{ij}$ bilgisine ihtiyaç vardır.

$A\_{i}$ değeri, tercihen mevcut veya tahmini veriden elde edilebilir. Kriterin nicel değeri elde edildiğinde, alternatif lojistik merkezleri $v\_{i}/v\_{j}$ hesaplanarak, kriterin normalize edilen değeri atanır. Burada $v\_{i},$ i. alternatifin kriter değerini ölçer, $v\_{j}$ ise j. alternatifin kriter değerini ölçer ki düşünülmüş alternatifler arasında kriterin ölçülen en yüksek değeridir. Bu oran yalnızca faydalı kriterler için geçerlidir. Faydalı kriter, verilen uygulamada arzu edilen en yüksek ölçüm anlamındadır. Bu uygulamada, $v\_{j}$, j. alternatifin düşünülen alternatifler arasında kriterin en düşük ölçümünü veren değer olarak alınmıştır.

Eğer sayısal değer yoksa, bulanık dönüşüm ölçeği üzerinde sıralanmış bir değer yargısı kabul edilir. Bulanık küme teorisi kullanılarak,$ A\_{i}$ kriter değerine, dönüştürülmüş bulanık kümelere karşılık gelenlere ve sonra net puanlara dönüştürülerek, dilsel bir terim olarak karar verilebilir. Chen ve Hwang [3], dilsel terimlere karşılık gelen bulanık sayıları dönüştüren sistematik sayısal bir yaklaşım sistemi önermiştir. Çalışmaları sekiz noktalı ölçeği içerir, bu çalışmada ise yine aynı yazarlar tarafından geliştirilen ve daha hassas değerlendirme yapmak amacıyla 11 noktalı ölçek kullanılmıştır. Çizelge 1’de bulanık mantık kullanılarak, nitel bir ölçek üzerinde lojistik merkez seçim kriteri derecelendirilmiştir.

**Çizelge 1.** $A\_{i}$ **Lojistik Merkez Yeri Kriterinin Değeri**

|  |  |
| --- | --- |
| **Lojistik Merkez Yeri Kriterinin Nitel Ölçümü** | $A\_{i}$ **Lojistik Merkez Yeri** **Kriter Değeri** |
| Aşırı düşük | 0,045 |
| Son derece düşük | 0,135 |
| Çok düşük | 0,255 |
| Ortalama altı | 0,335 |
| Ortalama | 0,410 |
| Ortalama üstü | 0,500 |
| Yüksek | 0,590 |
| Çok yüksek | 0,665 |
| Oldukça yüksek | 0,745 |
| Son derece yüksek | 0,865 |
| Aşırı yüksek | 0,955 |

İki kriter arasında göreceli önem ($a\_{ij}$), bulanık dönüşüm ölçeği üzerinde atanan değerdir, nitel kriterin atanan değeri, 11 sınıf içinde yerleştirilerek tanımlanır. Lojistik merkez yeri seçim probleminde göreceli önem ifadesi, i kriteri ile j kriterinin karşılaştırılmasını açıklar. Bunu izleyen nümerik yaklaşım sisteminde, Chen ve Hwang [3] tarafından iki kriter arasında göreceli öneme karar verirken büyük oranda öznelliği esas alan 11 sınıf önerilmiştir. Çizelge 2. $a\_{ij}$ atanan değerleri göstermektedir. Farklı lojistik merkez sistemi alternatifleri için lojistik merkez yeri seçim indisi, eşitlik 2 kullanılarak değerlendirilir ve $a\_{i}$ ve $a\_{ij}$ değerleri ikame edilir. Lojistik merkez yeri seçim indisinin en yüksek değeri en iyi seçimi verir.

**Çizelge 2.** $A\_{i}$ **Kriterlerinin Göreceli Önemi**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sınıf Değerlendirme | Kriterlerin Göreceli Önemi $$ a\_{ij} a\_{ji}=1-a\_{ij}$$ |  |
| İki kriter eşit önemdedir | 0,500 | 0,500 |
| Bir kriter diğerinden biraz fazla önemlidir | 0,590 | 0,610 |
| Bir kriter diğerinden çok önemlidir | 0,665 | 0,335 |
| Bir kriter diğerinden daha çok önemlidir | 0,745 | 0,255 |
| Bir kriter diğerinden son derece önemlidir | 0,865 | 0,135 |
| Bir kriter diğerinden aşırı derecede önemlidir | 0,955 | 0,045 |

**3. METODOLOJİ**

Bulanık serim teori ve matris yaklaşım esas alınarak, lojistik merkez yeri seçimi tespit ve karşılaştırması için verilen uygulamada metodoloji aşağıdaki adımlarla sıralanabilir [16,19]:

* Uygulama ihtiyaçlarını karşılamak üzere, lojistik merkez yeri alternatifleri sıralanır ve seçim kriterleri tanımlanır. $A\_{ij }$değeri ve $a\_{ij} $göreceli önem değerleri elde edilir.
* Seçim kriteri ve göreceli önemlerini göstermek üzere serim geliştirilir. Düğüm sayısı, adım 1’de belirlenen seçim kriterleri sayısına eşit olacaktır.
* Seçim kriteri matrisi geliştirilir.
* Seçim kriteri matrisinden eşitlik 2’deki seçim kriteri fonksiyonu elde edilir.
* Lojistik merkez yeri seçim indisini değerlendirmek üzere adım 1’deki elde edilen değerler kullanılır.
* Seçim indisi değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanır. En büyük değer en iyi seçimdir.

**4. LOJİSTİK MERKEZ YERİ ALTERNATİFLERİNİN SEÇİMİ UYGULAMASI**

Bu çalışmada uygulama örneği olarak, Türkiye’de Akdeniz Bölgesi’nde lojistik merkez yeri alternatiflerinin, bulanık serim teori ve matris yaklaşımı kullanılarak seçimi sunulmuştur. Lojistik merkez yeri alternatifleri, Adana, Osmaniye, Antalya, Burdur, Hatay, Isparta, İçel, Kahramanmaraş illeri olarak belirlenmiştir. Lojistik merkez yeri kriterleri ikinci bölümde geniş olarak açıklanmıştır.

Şekil 2’de elde edilen serimin matris formu aşağıdaki B matrisi olarak yazılabilir, aynı zamanda B matrisi, kriterlerin birbirine göre önemini de vermektedir.

LP E S T Ç

LP E S T Ç

B= $ \left[\begin{array}{c}\begin{matrix}-&0,59\\0,41&-\end{matrix} \begin{matrix}0,665&0,745\\0,59&0,665\end{matrix} \begin{matrix}0,865\\0,745\end{matrix}\\\begin{matrix}0,335&0,41\\0,255&0,335\end{matrix} \begin{matrix}-&0,59\\0,41&-\end{matrix} \begin{matrix}0,665\\0,59\end{matrix}\\\begin{matrix}0,135&0,255&0,335\end{matrix} \begin{matrix}0,41&-\end{matrix}\end{array}\right]$

Çizelge 3’te yukarıdaki kriterlerin lojistik merkez yeri alternatiflerine karşılık gelen değerleri verilmiştir. Bu değerlerden özellikle teknik kriter; karayolu, demiryolu, havayolu ve denizyolu ile ilgili altyapı, yolcu ve yük taşıma kapasitelerini içerirken, çevre kriterinde, hava durumu, jeolojik, hidrolojik ve topolojik durumu ele alınarak aynı zamanda bu değerler, 4 farklı uzman görüşüne başvurularak hazırlanmıştır. Bu değerler için Çizelge 1.’de verilen 11 sınıf ölçeğinden yararlanılmıştır. Çizelge 4’te ise kriterlerin lojistik merkez yeri alternatiflerine karşılık gelen değerleri, normalize edilerek verilmiştir.

**Çizelge 3. Lojistik Merkez Yeri Alternatiflerine Ait Kriter Değerleri**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | L.POTANSİYEL | EKONOMİK | SOSYAL | TEKNİK | ÇEVRE |
| ADANA |  2,6245 | 1,20 |  471 | 0,410 | 0,410 |
| OSMANİYE | -1,1892 | 0,75 |  302 | 0,045 | 0,335 |
| ANTALYA |  5,1158 | 1,54 | 1490 | 0,955 | 0,500 |
| BURDUR |  2,2574 | 0,75 |  741 | 0,255 | 0,135 |
| HATAY |  0,2870 | 0,32 |  958 | 0,410 | 0,335 |
| ISPARTA |  3,0835 | 0,80 | 1394 | 0,255 | 0,255 |
| İÇEL |  2,1565 | 0,89 |  782 | 0,500 | 0,665 |
| K.MARAŞ | -1,7212 | 0,35 |  681 | 0,255 | 0,665 |

Çizelge 3’te lojistik merkez yeri alternatiflerine ait kriterlerden, ilk sırada yer alan lojistik potansiyel kriteri için kullanılan sayılar illerin gelişmişlik düzeyini göstermektedir.

**Çizelge 4. Lojistik Merkez Yeri Seçim Kriterlerinin Normalize Edilmiş Değerleri**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **L.POTANSİYEL** | **EKONOMİK** | **SOSYAL** | **TEKNİK** | **ÇEVRE** |
| ADANA | 0,590 | 0,335 | 0,255 | 0,255 | 0,500 |
| OSMANİYE | 0,135 | 0,590 | 0,045 | 0,335 | 0,420 |
| ANTALYA | 0,955 | 0,045 | 0,955 | 0,955 | 0,665 |
| BURDUR | 0,590 | 0,590 | 0,410 | 0,045 | 0,045 |
| HATAY | 0,335 | 0,995 | 0,500 | 0,255 | 0,045 |
| ISPARTA | 0,665 | 0,410 | 0,865 | 0,045 | 0,335 |
| İÇEL | 0,590 | 0,500 | 0,410 | 0,410 | 0,955 |
| K.MARAŞ | 0,045 | 0,135 | 0,335 | 0,045 | 0,955 |

Kriter bazında ele alınan değerler normalize edildiğinde, Çizelge 3’te görülen Kahramanmaraş ve Osmaniye illeri için negatif değerler, seçim kriteri fonksiyonunda kullanılmak üzere Çizelge 4’te elde edilen pozitif değerlere dönüşmektedir.

**Çizelge 5. Lojistik Merkez Yeri Alternatifleri İçin Farklı Grupların Değerleri**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1.GRUP** | **2.GRUP** | **3.GRUP** | **4.GRUP** | **5.GRUP** | **6.GRUP** | **TOPLAM** |
| A. | 0,0006 | 0 | 0,1352 | 0,2755 | 2,1818 | 1,5676 | 4,1607 |
| O. | 0,0004 | 0 | 0,0345 | 0,1515 | 1,6138 | 1,5676 | 3,3678 |
| An. | 0,0002 | 0 | 0,8427 | 0,9865 | 4,0772 | 1,5676 | 7,4742 |
| B. | 0,0002 | 0 | 0,0707 | 0,1900 | 2,0534 | 1,5676 | 3,8819 |
| H. | 0,0001 | 0 | 0,1063 | 0,3034 | 2,5055 | 1,5676 | 4,4829 |
| I. | 0,0003 | 0 | 0,2383 | 0,3951 | 2,8450 | 1,5676 | 5,0463 |
| İ. | 0,0004 | 0 | 0,3927 | 0,6096 | 3,1403 | 1,5676 | 5,7106 |
| K. | 0,0001 | 0 | 0,0244 | 0,1298 | 1,6857 | 1,5676 | 3,4076 |

A.:Adana, O.: Osmaniye, An.:Antalya, B.;Burdur, H.:Hatay, I.; Isparta, İ.;İçel, K.;K.Maraş

Seçim kriteri fonksiyonunu veren eşitlik 2’den yararlanarak, lojistik merkez yeri indisi için elde edilen değerler farklı gruplara göre Çizelge 5’te verilmiştir. Bu çizelgedeki toplam değerler büyükten küçüğe sıralandığında,

7,4742 Antalya

5,7106 İçel

5,0463 Isparta

4,4829 Hatay

4,1607 Adana

3,8819 Burdur

3,4076 Kahramanmaraş

3,3678 Osmaniye lojistik merkez yeri seçimi ile ilgili sonuçlara ulaşılır.

Böylece önerilen yöntem, Türkiye’de Akdeniz Bölgesi’nde lojistik merkez yeri seçimi ile ilgili basit ve etkili bir çözüm sunmaktadır.

**5. SONUÇLAR**

Bulanık serim teori ve matris yaklaşım, göreceli olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir. Çalışmada bu yöntemin kullanılmasının nedeni, literatürde yer alan diğer yöntemlerden farklı olarak, kriterler arasındaki önem sırasını dikkate alarak alternatifler arasında seçim yapma imkanı sunmasıdır. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden sıkça kullanılan TOPSIS ve ELECTRE gibi yöntemler, kriterler arasındaki önem sırasını, Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile bütünleştirerek vermektedir. Kullanılan yöntem ise diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre, daha kısa metodolojik adımlarla daha hızlı sonuç vermektedir. Yöntemin uygulaması Türkiye’de lojistik merkez yeri seçimi üzere yapılmıştır. Bu amaçla, lojistik sektöründe karar verici uzman görüşlerine, lojistik merkez yeri alternatiflerine ve seçim kriterlerine gerek duyulur. Bu kriterler; lojistik potansiyel, teknik, ekonomik, sosyal ve çevre kriterinden oluşmaktadır. Değerlendirme sürecini; lojistik merkez yeri seçim serimi, matris sunumu ve lojistik merkez yeri seçim indisi oluşturmaktadır. Burada seçim serimi, nitel ve nicel kriterler arasındaki önem ağırlıklarını modeller. Matris sunum ise, serim modelin bir fonksiyonunun ifadesidir. Seçim kriteri fonksiyonunun sayısal değeri, lojistik merkez yeri seçim indisini vermektedir. Uygulama sonuçlarına göre, Akdeniz Bölgesi’ndeki illerden Antalya ilk sırada gelmekte, sırayı İçel, Isparta, Hatay, Adana, Burdur, Kahramanmaraş ve Osmaniye illeri takip etmektedir.

Uygulanan yöntemi farklı yöntemlerle bütünleştirerek çalışmayı geliştirmek mümkündür. Örneğin, kriter sayısının artırılması ve bir hiyerarşik yapının oluşturulması durumunda kriterler arasındaki ilişkiler DEMATEL yöntemi ile belirlenerek, ortaya çıkan karmaşık yapı, bulanık serim teori ve matris yaklaşım ile çözülebilir. Ayrıca yöntem, ağ yapısı ile ifade edilebilen farklı karar problemlerine de uygulanabilir. Bu makale, verimlilik konularında ve Türkiye’nin diğer bölgelerinde lojistik merkez yeri seçimi konularında yöneticiler ve karar vericiler için referans niteliğindedir.

**KAYNAKÇA**

[1] ALBERTO, P., “**The Logistics of Industrial Location Decisions: An Application of the Analytic Hierarchy Process Methodology**”, International Journal of Logistics Research and Applications, Cilt:3, Sayı:3, 273-289, 2000.

[2] BALLOU, R. H., **Business Logistics Management**, Third Edition, Prentice Hall International, 1992.

[3] CHEN, S.J., HWANG, C.L., **Fuzzy multiple attribute decision making-methods and applications, in: Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems**, Springer-Verlag, Berlin, 1992.

[4] Chen, Y., Qu, L., “**Evaluating the Selection of Logistics Centre Location Using Fuzzy MCDM Model Based on Entropy Weight**”, 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, Dalian, China, 2006.

[5] ERKAYMAN, B., GÜNDOĞAR, E., AKKAYA, G., İPE, M., “**A Fuzzy Topsis Approach For Logistics Center Location Selection**”, The 2011 New Orleans International Academic Conference New Orleans, Louisiana USA 2011.

[6] FAİSAL, M. N., BANWET D. K., SHANKAR R., “**Quantification of risk mitigation environment of supply chains using graph theory and matrix methods**”. European Journal of Industrial Engineering, 1(1):22–39, 2007.

[7] GHOSEİRİ, K., LESSAN, J., “**Location Selection for Logistic Centers using a Two- Step Fuzzy-AHP and ELECTRE Method**”, 9th Asia Pasific Industrial Engineering & Management Systems Conference, Bali, Indonesia, 2008.

[8] HESSE, M., “**Global Chain, Local Pain: Regional Implications of Global Distribution Networks in the German North Range**”, Growth and Change, Cilt. 37, No.4. 570-596, 2006.

[9] JİN, H., SONG, J., ZHANG, L., ZHANG, D., NİU, X., “**Optimal Selection Model of Logistic Centers Based on Value Engineering and Multistage Fuzzy Comprehensive Appraisal**”, International Conference on Automation and Logistics, Qingdao, China, 2008.

[10] JURKAT, W. B. ve RYSER, H. J., “**Matrix factorisation of determinants and permanents**”. *J.* Algebra, Cilt:3, 1–11, 1966.

[11] Lİ, W., Lİ, Y., YUAN, X., CHENG, L., “**The Application of Multilevel Matter-Element Analysis in Risk Evaluation of Logistics Center Selection**”, The Sixth Wuhan International Conference on E-Business － Innovation Management Track, China, 2007.

[12] Lİ, Y., LİU, X., CHEN, Y., “**Selection of logistics center location using Axiomatic Fuzzy Set and TOPSIS methodology in logistics management**”, Expert Systems with Applications Cilt:38, No:6, 7901–7908, 2011.

[13] Lİ-li, Q., YAN, C., “**An Interactive Integrated MCDM Based on FANN and Application in the Selection of Logistic Center Location**”, International Conference on Management Science & Engineering (14th), Harbin, P.R.China, 2007.

[14] RAO, R. V. **Decision making in the manufacturing environment: using graph theory and fuzzy multiple attribute decision making methods**. London: Springer; 2007.

[15] RAO, R. V., “**A material selection model using graph theory and matrix approach**”, Materials Science and Engineering A, 431: 248–255, 2006.

[16] RAO, R. V., GANHDİ, O. P., ”**Digraph and matrix methods for the machinability evaluation of work materials**”, International Journal of Machine Tools & ManufactureCilt:42, No:12, 321–330, 2002.

[17] REN, Y., XİNG, T., QUAN, Q., ZHAO, G., “**Fuzzy Cluster Analysis of Regional City Multi-level Logistics Distribution Center Location Plan,**” Advance in Intelligent and Soft Computing, Cilt.82, Baş Editör: Kacprzyk, J., Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 499-508, 2010.

[18] WANG, S., LİU, P., “**The Evaluation Study on Location Selection of Logistics Center Based on Fuzzy AHP and TOPSIS**” International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, Shangai, China, WiCom 2007.

[19] WANİ, M. F. ve GANDHİ, O. P., “**Development of maintainability index for mechanical systems**”, Reliability Engineering and System Safety,Cilt: 65, No. 3, 259–270, 1999.

[20] YU, X., ZHANG, X., MU, L., “**A Fuzzy Decision Making Model to Select the Location of the Distribution Center in Logistics**”, International Conference on Automation and Logistics, Shenyang, China, August 2009 .

1. ***Fahriye UYSAL****, Yrd. Doç. Dr. Akdeniz Üniversitesi, Ayşe Sak Uygulamalı Bilimler Yüksek ,Okulu, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü.* [↑](#footnote-ref-1)
2. ***Mustafa GÜLMEZ****, Prof. Dr., Akdeniz Üniversitesi, Turizm Fakültesi.* [↑](#footnote-ref-2)