

AFET LOJİSTİĞİ KAPSAMINDA EN UYGUN DAĞITIM MERKEZ YERİNİN AHS-VIKOR BÜTÜNLEŞİK YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ: ERZİNCAN İLİ ÖRNEĞİ¹

Yrd. Doç. Dr. İskender PEKER*

Öğr. Gör. Selçuk KORUCUK**

Şule ULUTAŞ***

Burcu SAYIN OKATAN****

Öğr. Gör. Firdevs YAŞAR*****

ÖZ

Yaşanan afetlerin sonrasında, yardım malzemelerinin afetzedelere ulaştırılması ve moral desteğinin sağlanmasında, dağıtım merkezlerinin uygun yerleşimi önemli bir rol üstlenmektedir. Jeolojik geçmişi nedeniyle Erzincan ili için yapılan bu çalışmanın amacı afet lojistiği kapsamında en uygun dağıtım merkez yerinin belirlenmesidir. Bu amaçla iki aşamalı bir model oluşturulmuştur. Modelin ilk aşamasında; dağıtım merkez yeri seçiminde kullanılacak kriterler Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. İkinci aşamada ise en uygun kuruluş yeri VIKOR yöntemi ile seçilmiştir. Çalışma sonucunda, “konum” en önemli ana kriter, “B” ise en uygun kuruluş yeri olarak belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Afet Lojistiği, AHS, Dağıtım Merkezi, VIKOR

JEL Sınıflandırması: C44, D30, H84

¹Bu çalışma; 21-23 Mayıs 2015 tarihlerinde Gümüşhane’de düzenlenen IV. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi’nde sunulmuş aynı başlıklı bildirinin, alınan öneriler doğrultusunda genişletilmiş halidir.

* Gümüşhane Üniversitesi, İİBF, İşletme Bölümü, iskenderpeker@gumushane.edu.tr

** Gümüşhane Üniversitesi, Köse İrfan Can Meslek Yüksek Okulu, skorucuk@hotmail.com

*** Gümüşhane Üniversitesi, SBE, İşletme Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi, sultass@hotmail.com

**** Gümüşhane Üniversitesi, SBE, İşletme Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi, yesillibocuk@hotmail.com

***** Gümüşhane Üniversitesi, Köse İrfan Can Meslek Yüksek Okulu, firdevs.yasar@gumushane.edu.tr

OPTIMAL LOCATION SELECTION FOR DISTRIBUTION CENTERS IN DISASTER LOGISTICS USING INTEGRATED AHP-VIKOR METHOD: CASE OF ERZİNCAN

ABSTRACT

Suitable placement of distribution centers plays an important role in the aftermath of the disaster in delivering aid materials and the provision of moral support to the victims. The aim of this study is to determine the optimal location for a distribution center in Erzincan from the perspective of disaster logistics because of its geological history. For this purpose, a two-stage model was created. In the first stage of the model, distribution center criteria were weighted by using Analytical Hierarchy Process (AHP method). In the second stage, VIKOR method has been used for the selection of the optimal site for a distribution center. As a result, as the most important criteria the “position” and the most suitable distribution center location “B” have been identified.

Keywords: AHP, Disaster Logistics, Distribution Center, VIKOR

JEL Classification: C44, D30, H84

1.GİRİŞ

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın (AFAD) Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanunda afet; “toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olaylar” olarak tanımlanmaktadır (AFAD, 2015). Gunn (2003) çalışmasında afeti; “insan ile çevresi arasındaki ilişkilerde meydana gelen geniş çaplı bir ekolojik kırılmanın sonucu” şeklinde ifade etmektedir. Bir başka tanımlamada ise afet; insanlar ve insanlar tarafından inşa edilen eserler üzerinde maddi ve manevi zararlara neden olan, gündelik yaşamı ve insan faaliyetlerini durdurma veya kesintiye uğratma şeklinde etkileri olan olaylardır (Erkal ve Değerliyurt, 2009). Bu tanımlamalardan hareketle afet sonuçlarının önlenmesi ve olası zararlarının azaltılabilmesi için hızlı ve etkin bir afet yönetim sisteminin geliştirilmesi gerektiği ifade edilebilir. Bu süreçte en yetkili makamlarla birlikte her bir bireye önemli sorumluluklar düşmekte olup ilgili kuruluşların afet yönetimi kapsamında strateji geliştirmeleri önem arz etmektedir (Çiçekdağı ve Kırış, 2012).

Afet olayları; doğal ve beşeri afetler olmak üzere iki kategoriye ayrılmakta olup (Şahin ve Sipahioğlu, 2003) ülkemizin sahip olduğu fiziki coğrafya özelliklerinin bir sonucu olarak Türkiye’de daha çok doğal afetlerin etkisi yaşanmıştır (Genç, 2007). Özşahin (2013) yılındaki çalışmasında ülkemizde “depremin” en sık karşılaşılan doğal afet türlerinden birisi olduğu sonucuna varmıştır. Yine aynı çalışmada Erzincan ilinin ülkemizde 1. deprem kuşağında yer alması nedeniyle deprem

olaylarının sıkça yaşandığı ifade edilmiştir. Bu doğrultuda çalışmada doğal afetlerden birisi olan deprem konusuna odaklanılmış ve örneklem olarak Erzincan ili tercih edilmiştir.

Erzincan, tüm jeolojik geçmişi boyunca tektonikçe aktif olup 10 milyon yıldan bu yana aktif fay sistemleri içerisinde yer almakta ve şiddetli depremlerden etkilenmektedir (Tüysüz, 1993). Bilindiği üzere Erzincan'da 26 Aralık 1939'daki depremde 32.962 kişi, 13 Mart 1992 depremde 653 kişi (Genç, 2007) yaşamını yitirmiştir. Gelecekte olabilecek bir deprem felaketinde yaşanabilecek can kayıplarının en aza indirilmesi, tıbbi ve gıda malzemelerinin dağıtım noktasında gerekli lojistik desteğin sağlanması için Erzincan'da etkin bir afet lojistiği planlaması yapılmalıdır.

Afet lojistiği; özellikle, ihtiyaç halindeki kişilerin ihtiyaçlarını zamanında ve yerinde karşılamak amacıyla hem ürün ve malzemelerin hem de bunlarla ilgili gerekli bilginin depolanması ve tedarik noktasından, ihtiyaç duyulan son noktaya kadar etkin bir şekilde akışı için faaliyetlerin planlaması, uygulanması ve kontrolü (Thomas ve Kopczak, 2005) olarak tanımlanabilir. Genel anlamda afet lojistiği faaliyetleri ise; ilk yardım malzemeleri, yiyecek, ekipman ve arama kurtarma ekibinin tedarik noktasından, afet bölgesinde coğrafi olarak dağınık çok çeşitli destinasyon noktalarına dağıtım; afetzedelerin afet bölgesinden tahliyesi, emniyetli ve çok hızlı bir şekilde sağlık merkezlerine transferinin yapılmasıyla ilgili faaliyetlerdir (Barbarosoğlu vd., 2002). Ayrıca Kovacs ve Spens (2012) afet lojistiğinde destek faaliyetlerinin; afet öncesi (hazırlık), afet anı (anında müdahale) ve afet sonrası (iyileştirme) olmak üzere üç aşamadan oluştuğunu ifade etmiştir. İlk aşama olan hazırlık aşaması, afetin meydana gelmesinden önceki süreçte ortaya konması gereken faaliyetler bütünü olup geçmiş tecrübelerden yola çıkılarak, afetten kaynaklanan en ağır sonuçların önceden hesaplandığı ve tüm olumsuzluklarla başa çıkmanın yolunun bulunmaya çalışıldığı bir aşama olduğu da söylenebilir (Wassenhove, 2006). Anında müdahale aşaması; afet oluşuktan hemen sonraki süreci ifade etmekte olup buradaki en önemli unsur felaketin yaşandığı yere hızlı, doğru ve etkin şekilde yanıt verilmesinin sağlanmasıdır (Cozzolino vd., 2012). Bu da ancak hazırlık (afet öncesinde) aşamasında tüm afet durumları ve afetin getireceği olumsuzlukların senaryolaşmasına bağlıdır (Cozzolino vd., 2012). İyileştirme aşaması ise afet meydana geldikten ve ilk müdahaleler yapıldıktan sonraki uzun dönemli iyileştirme süreci olarak tanımlanabilir (Demirci ve Karakuyu, 2004).

Yukarıda ifade edilen tüm süreçlerde lojistik destek faaliyetlerinin aksamadan gerçekleştirilmesi ve özellikle afet anında ve sonrasında, insani yardım malzemelerinin afetzedelere ulaştırılması, bu malzemelerinin etkin bir şekilde dağıtımının yapılması ve söz konusu afetlerden etkilenen insanlara moral desteğinin sağlanmasında afet lojistiği kapsamında kurulacak dağıtım merkezlerinin uygun yerleşimi önemli bir rol üstlenmektedir. (Ağdaş vd. 2014; Yadav ve Barve, 2015). Bu yer seçimi stratejik ve operasyonel düzeyde lojistik planlama ve ayrıca nitel-nicel faktörlerin birlikte ele alındığı bir çok kriterli karar verme problemdir (Ağdaş vd. 2014; Ahmadi vd. 2015). Bu doğrultuda

çalışmanın amacı; afet lojistiği kapsamında Erzincan ili için en uygun dağıtım merkez yerinin çok kriterli karar verme tekniklerinin (Analitik Hiyerarşi Süreci-VIKOR) birlikte kullanılarak belirlenmesi olarak şekillendirilmiştir.

Çalışmanın takip eden bölümünde afet lojistiği kapsamında kurulan dağıtım merkez yerinin önemi ve uygun yer seçimine yönelik literatür araştırması yer almaktadır. Üçüncü bölümde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ve VIKOR yöntemleri hakkında bilgiler sunulmuş, ardından çalışmanın uygulama bölümüne yer verilmiştir. Son bölümde ise sonuç ve gelecek çalışmalara ilişkin öneriler sunulmuştur.

2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde afet lojistiği kapsamında kurulan dağıtım merkezlerinin önemi ve söz konusu merkezler için uygun yer seçimini konu edinen çeşitli çalışmalar vardır: Owen ve Daskin (1998) afet lojistiğinde stratejik tesis yeri problemi üzerine çalışmışlardır. Bu problemin analizinde mesafe, zaman, talep, maliyet kriterleri ele alınmıştır. Nozickand ve Turnquist (2001), çoklu ürün sistemleri için dağıtım merkezi yer seçimi ve dağıtım problemini konu edinmişlerdir. Yi ve Özdamar (2004) ise çalışmalarında, İstanbul'da afet sonrasındaki faaliyetleri yönetebilmek için dinamik ve bulanık bir koordinasyon lojistik modeli önermişlerdir. Söz konusu çalışmada İstanbul için hazırlanan deprem verilerini kullanmışlardır. Hale ve Moberg (2005) afet lojistiği kapsamında güvenli bir tesis yeri seçiminde küme kaplama yerleşim modelini uygulamışlardır. Bu modelde; planlama, azaltma, tespit, müdahale, kurtarma kriterleri kullanılmıştır. Balcik ve Beamon (2008), afet başlangıcında hızlı cevap verebilecek bir dağıtım tesis yerinin belirlenmesi için maksimal kaplama yer modelinin türevinde sabit depo özellikleri modelini kullanmışlardır. Bu modele göre yer seçiminde kaynaklar ve dağıtım servisi olarak iki ana kriter ve tedarik, depolama, taşımacılık, yardım ögesi miktarı, teslimat süresi alt kriterleri kullanılarak; kullanım, etkinlik ve verimlik düzeyleri ölçülmüştür. Mete ve Zabinsky (2010), afet yönetiminde tıbbi malzeme tedarik sürecinde yer seçimi ve dağıtım problemi için detaylı literatür araştırmasına yer vererek bu problem yapısı için bir stokastik programlama modeli önermişlerdir. Başka bir çalışmada ise Zhu vd. (2010), acil durumlarda kullanılabilir kaynak depoların yerleşimi ve kapasiteleri konusuna odaklanarak çalışma sonucunda, toplam maliyeti küçültecek bir model ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmalara paralel olarak, Özcan vd. (2011), birim fiyat, stok tutma kapasitesi, ana tedarikçilere ortalama mesafe, satış noktalarına ortalama mesafe kriterleri ile AHP, ELECTRE, TOPSIS, Gri Teori gibi çok kriterli karar verme yöntemleri ile maliyetleri azaltmaya dayalı en uygun depo yeri seçimi gerçekleştirmişlerdir. Yang vd. (2011), afet lojistik merkez yeri için; maliyet etkinliği, hız, tedarik zinciri performansını artırma kriterlerini ele almışlardır. Lixin vd. (2012), Çin afet yönetim sistemini incelemişler ve sıkıntıları belirleyerek, söz konusu sistem kalitesinin

iyileştirilebilmesinde dağıtım merkezlerinin önemine vurgu yapmışlardır. Roh vd. (2013), afet lojistiğinde depo yer seçimi için yapılan çalışmada nicel ve nitel yöntemlerin birleştirildiği karışık bir metot kullanmışlardır. Bu metotta konum, lojistik, ulusal kararlılık, maliyet ve işbirliği kriterleri ele alınmıştır. Bu kriterler doğrultusunda AHP yöntemi kullanılarak en uygun dağıtım merkez yeri belirlemiştir. Ağdaş vd. (2014), kurulacak afet dağıtım merkezlerinin sel felaketi oluşmadan önce ilgili bölgeye en uygun şekilde kurulmasını amaçlayan jenerik bir problem ele almışlardır. Bu problemin çözümü için SMAA-2 metodundan yararlanılmıştır. Çalışmada afetzedelere ulaşım süresi, sel risk derecesi, ulaşım imkânı, bölgenin afet deposuna uzaklığı, toplam maliyet kriteri kullanılmıştır.

Ayrıca ilgili literatür afet lojistiği kapsamında en uygun dağıtım merkez yeri seçiminde kullanılan yöntemler açısından değerlendirildiğinde; matematiksel modelleme (Yang vd. 2011; Özdamar ve Demir, 2012), simülasyon (Ohgai vd. 2007), bulanık mantık (Sheu, 2007; Özcan vd. 2011), kuyruk teorisi (Mendonca ve Morabito, 2001), karar teorisi (Hale ve Moberg, 2005; Roh vd. 2013) ve çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanıldığı az sayıda çalışmaya (Özcan vd., 2011; Roh vd., 2013) rastlanılmıştır. Bu doğrultuda çalışmanın amacı; afet lojistiği kapsamında Erzincan ili için en uygun dağıtım merkez yerinin çok kriterli karar verme tekniklerinin (Analitik Hiyerarşi Süreci-VIKOR) birlikte kullanılarak belirlenmesi olarak şekillendirilmiştir.

3.YÖNTEM

3.1.Analitik Hiyerarşi Süreci

Thomas L. Saaty tarafından 1970'li yıllarda geliştirilen Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), amaç-kriter-alt kriter ve alternatifler arasındaki ilişkiyi hiyerarşik bir yapıda gösteren çok kriterli karar verme problemi olarak bilinmektedir (Karaatlı vd.,2014). AHS karar verme sürecinde kullanılan karar verme bileşenlerinin hiyerarşisini göstermekle birlikte alınan kararlarda sonucun ve düşüncelerin tartışılmasını sağlar ve önceliklerin değiştirilmesinde etkileyici bir rol oynar (Thiumalaivasan ve Karmegan, 2001). Yöntem, çok bilinmesi ve basitliğinin getirdiği avantajlar ile nitel ve nicel kriterleri içeren karar problemlerinin önceliklendirilmesinde sıkça kullanılması sebebiyle (Chan ve Kumar, 2007) bu çalışmada tercih edilmiştir.

AHS yönteminin uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Saaty, 2008; Şenkayas, vd., 2010; Dinçer ve Görener, 2011; Özbek ve Eren, 2012; Yüksel, 2013):

1.Adım: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

AHS'de hiyerarşinin en üst noktasında amaç yer alır. Bu nedenle ilk yapılması gereken amacın doğru olarak belirlenmesidir. Amaç belirlendikten sonra bir alt seviyede amacı etkileyen faktörler (varsa alt faktörler) yer alır. Alternatifler ise hiyerarşinin en alt noktasında bulunur. Hiyerarşinin, sonucu belirleyici özellik taşıması nedeniyle doğru olarak oluşturulması büyük önem taşımaktadır.

2.Adım: İkili Karşılaştırmalar Matrisinin (kare matrisin) Oluşturulması

Kare matrisin a_{ij} elemanı, karar vericinin, i . özellik ile j . özelliğin bağlı olduğu bir üst noktadaki ölçüte göre karşılaştırıldığında ne kadar önemli olduğu sorusuna verdiği cevabı gösterir.

$$A=a_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

İkili karşılaştırmalar karar vericinin kararlarına bağlıdır. Karar verici ikili karşılaştırma yaparken Tablo 1'deki görelî önem ölçeğinden faydalanır.

Tablo 1.Karşılaştırmada Kullanılan Önem Dereceleri Tablosu

ÖNEM DERECESESİ	TANIM	AÇIKLAMA
1	Eşit önem	İki faaliyet eşit düzeyde öneme sahiptir.
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması	Bir faaliyet diğerine kıyasla orta derecede daha önemlidir.
5	Kuvvetli düzeyde önem	Bir faaliyet diğerine kıyasla kuvvetli derecede önemlidir.
7	Çok kuvvetli düzeyde önem	Bir faaliyet diğerine kıyasla çok kuvvetli derecede önemlidir.
9	Aşırı düzeyde önem	Bir faaliyet diğerine kıyasla aşırı derecede önemlidir.
2,4,6,8	Ortalama değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasına düşen değerler.

Kaynak: T. L.,Saaty (2008).

3.Adım: Özvektörün (Görelî Önem Vektörünün) Belirlenmesi

Bu aşamada, karşılaştırılan her ölçütün görelî önceliklerinin elde edilmesi amacıyla en büyük özdeğer ve bu özdeğere karşılık gelen özvektör hesaplanarak normalize edilir. Literatürde farklı yöntemler olmakla beraber en sık kullanılan normalizasyon yönteminde; sütunun her bir elemanı, o sütunun toplam değerine bölünür.

4.Adım: Özvektörün Tutarlılığının Hesaplanması

Tutarlılık, ikili karşılaştırma matrisinde yer alan tutarsız oranlarının hesaplanmasıyla belirlenmektedir. İkili karşılaştırma matrislerinin tutarsızlık oranı, tutarlılık indeksi ve rassal indeks değerlerine göre hesaplanmaktadır. Bunun için öncelikle ikili karşılaştırma matrisinin özdeğeri (λ_{max}) TO bulunarak tutarlılık indeksi hesaplanmaktadır.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{n=1}^n E_1}{n} \quad (2)$$

Karşılaştırma matrisi, bileşenlerinin ikili olarak karşılaştırılmasıyla elde edilmiştir ve tutarlılık garantisi edilmemektedir. AHS'de, karşılaştırma matrisi tutarlılığı aşağıdaki tutarlılık indeksi ile ölçülür.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

Ayrıca tutarlılığı değerlendirebilmek için rassal indeks (RI) değerinin bilinmesi gerekir. Her bir matris boyutu n için karşılık gelen rassal indeks değeri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Rassal Göstergeler

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rassallık Göstergesi	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

Hesaplanan CR değerinin 0.10’den küçük bir değer olması karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0.10’ dan büyük bir değer olması ise; ikili karşılaştırmaların tutarsız olduğu veya hesaplama hatası olduğu şeklinde yorumlanabilir. Bu durumda, karşılaştırmalar tekrar gözden geçirilmelidir.

3.2. VIKOR Yöntemi

VIKOR yöntemi, Sırpça bir ifade olup Vİsekriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaştırıcı Çözüm) ifadesinin baş harflerinden oluşur (Yılmaz, 2012). Bu yöntem; 1998 yılında Opricovic tarafından geliştirilmiş niteliksel çoklu karar verme yöntemidir (Yıldız ve Deveci, 2013).

VIKOR yöntemi ile (Opricovic ve Tzeng, 2007; Ertuğrul ve Özçil, 2014):

- Her bir alternatifin her kriter için değerlendirildiği varsayımına göre, ideal alternatife yakınlık değerleri karşılaştırılır ve uzlaşık sıralamaya ulaşılır,
- Alternatifler arasından uzlaşık sıralama ışığında ideale en yakın olan/olanlar seçilir,
- Çelişkili kriterli bir problem için karar vericinin ideal çözüme (karar) ulaşmasına yardımcı uzlaşmacı çözümler sıralanarak belirlenir.

VIKOR yeni olarak değerlendirilebilecek bir yöntem olması sebebiyle bu yöntemin, çok kriterli karar verme alanındaki uygulamaları diğer karar verme yöntemlerine göre daha azdır. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yöntemi, literatürde çok kriterli karar verme problemlerinde alternatiflerin sıralanmasında en çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. VIKOR ve TOPSİS yöntemleri karşılaştırıldığında; VIKOR’un TOPSİS’ten farklı olarak

karar vericilere daha çok seçenek sunabildiği ve karar verici grubun görüşlerini daha iyi yansıtabildiği ayrıca TOPSİS tarafından elde edilen çözümün her zaman ideale yakın olmayıp VIKOR ile doğru çözüm/çözümlerin ideale daha yakın olduğu sonucuna varılmıştır (Opricovic ve Tzeng, 2007). Ayrıca Opricovic ve Tzeng (2007); TOPSIS yönteminin vektör normalizasyonu kullanarak, iki referans nokta arasında işlemleri gerçekleştirdiğini, bu noktalara olan uzaklıkların göreceli önemlerinin dikkate alınmadığını ifade etmişlerdir. VIKOR Yönteminde ise ideal çözüme en yakın olana ulaşmak amacıyla doğrusal normalizasyon kullanıldığı bilinmektedir (Jati, 2012). Bu doğrultuda çalışmada Erzincan ili için dağıtım merkez yeri alternatiflerinin sıralanmasında VIKOR Yöntemi tercih edilmiştir.

VIKOR Yönteminin uygulama aşamaları aşağıdaki gibi gösterilmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2004; Opricovic ve Tzeng, 2007; Huang, vd., 2009; Sayadi, vd., 2009; Göktürk, vd., 2011; Özden, 2012).

1.Adım: İyi ve Kötü Değerlerin Seçimi

Her bir fonksiyon için; $i=1,2,3,\dots,n$ kriterleri ve $j=1,2,3,\dots,m$ alternatiflerine göre en iyi f_i^* ve en kötü f_i^- değerleri belirlenir.

$$f_i^* = \max x_{ij}, f_i^- = \min x_{ij}. \text{Fonksiyon faydayı temsil eder.} \quad (5)$$

$$f_i^* = \min x_{ij}, f_i^- = \max x_{ij} \text{ i. Fonsiyon maliyeti temsil eder.} \quad (6)$$

2.Adım: Normalizasyon

Normalizasyon işlemi yapılır ve normalizasyon matrisi oluşturulur. VIKOR Yönteminde lineer normalleştirme kullanılır.

$$r_{ij} = (f_i^* - x_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (7)$$

3.Adım: Ağırlıklandırma

Normalize edilmiş karar matrisinin ağırlıklandırma işlemi yapılır.

$$v_{ij} = \text{Ağırlık} \times x_{ij} \quad (8)$$

4.Adım: S_i ve R_i Değerleri

Ağırlıklandırılmış karar matrisinde S_i ve R_i değerlerinin $i=1,2,3,\dots,n$ için hesaplaması yapılır.

$$S_i = \sum v_{ij} \quad (9)$$

$$R_i = \max v_{ij} \quad (10)$$

5.Adım: Q_i Değerleri

Q_i değerlerinin $i= 1,2,3,\dots,n$ için hesaplaması yapılır.

$$Q_i = [q.(S_i - S_i^*) / (S^- - S_i^*)] / [(1-q).(R_i - R_i^*) / (R^- - R_i^*)] \quad (11)$$

Burada S_i ve R_i değerleri:

$$S^* = \min S_i, S^- = \max S_i \quad (12)$$

$$R^* = \min R_i, R^- = \max R_i \quad (13)$$

6.Adım: Alternatiflerin sıralanması ve koşulların denetlenmesi

S_i , R_i ve Q_i değerlerinin küçükten büyüğe doğru sıralanarak alternatiflerin arasında sıralamanın belirlendiği 3 ayrı sıralama listesi elde edilir.

7.Adım İdeal Sonuca Ulaşma ve Koşulların Sağlanması

Q (minimum) değerine göre gerçekleştirilen sıralamada aşağıda verilen koşulların sağlanması durumunda, belirlenen A_1 alternatifi uzlaşık çözüm olarak önerilmektedir.

Koşul-1: “Kabul Edilebilir Avantaj”

Q_i değerlerinin küçükten büyüğe sıralanmasında en küçük değer A_1 , bir sonraki değer A_2 olsun:

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ \quad \{DQ = 1/m-1, m \text{ alternatif sayısıdır.}\} \quad (14)$$

Koşul-2: “Karar Vermede Kabul Edilebilir İstikrar”

Elde edilen çözümün istikrarlı olması için en iyi alternatif olan A_1 'in S ve / veya R ile sıralanan en iyi alternatif olması gerekmektedir. Eğer bu iki koşuldan biri sağlanamazsa o zaman uzlaşmış ortak en iyi çözüm kümesi aşağıdaki gibi önerilir:

- Eğer sadece Koşul-2 sağlanamazsa, birinci sıradaki A_1 ve ikinci sıradaki A_2 alternatiflerinin ikisi de en iyi uzlaşık çözüm olarak belirlenir.
- Eğer Koşul-1 sağlanamazsa, sıralanan alternatiflerin hepsi $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$ dikkate alınarak, A_m maksimum m için :

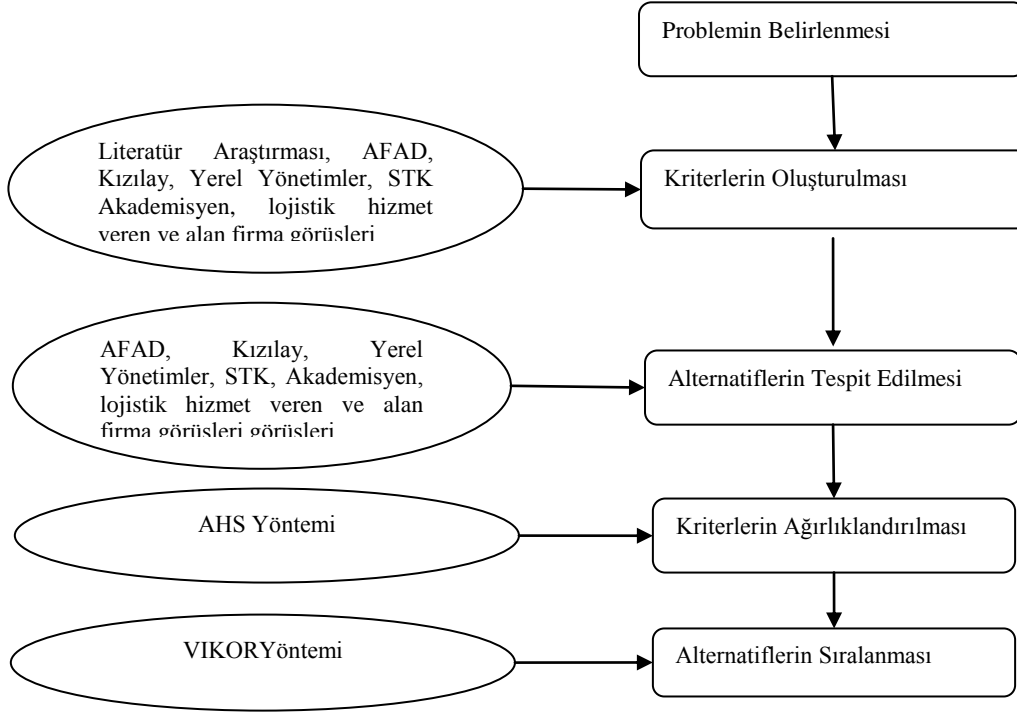
$$Q(A_m) - Q(A_1) < DQ \quad (15)$$

ilişkisi ile belirlenir.

4.UYGULAMA

Bu çalışmanın amacı, afet lojistiği kapsamında Erzincan için en uygun dağıtım merkez yerinin belirlenmesi olup çalışmada takip edilen uygulama aşamaları Şekil 1’de gösterilmiştir.

Şekil 1. Uygulama Aşamaları



4.1.Problemin Belirlenmesi

Uygulama bölümünün ilk aşaması çözülmesi amaçlanan problemin belirlenmesidir. Bu çalışmada amaç; Erzincan için en uygun dağıtım merkez yerinin seçilmesidir.

4.2.Kriterlerin Belirlenmesi

İkinci aşama, Erzincan için en uygun dağıtım merkez yerinin, hangi kriterler göz önünde bulundurularak seçileceğine karar verilmesidir. Dağıtım merkezi yerinin seçimini etkileyen kriterler; literatürdeki çalışmalardan ve uzman görüşlerinden (Acil Afet Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Kızılay, Yerel Yönetimler, Sivil Toplum Kuruluşları (STK), akademisyen, lojistik hizmet veren firmalar ve lojistik hizmet alan firmalar) faydalanılarak Tablo 3’teki gibi oluşturulmuştur.

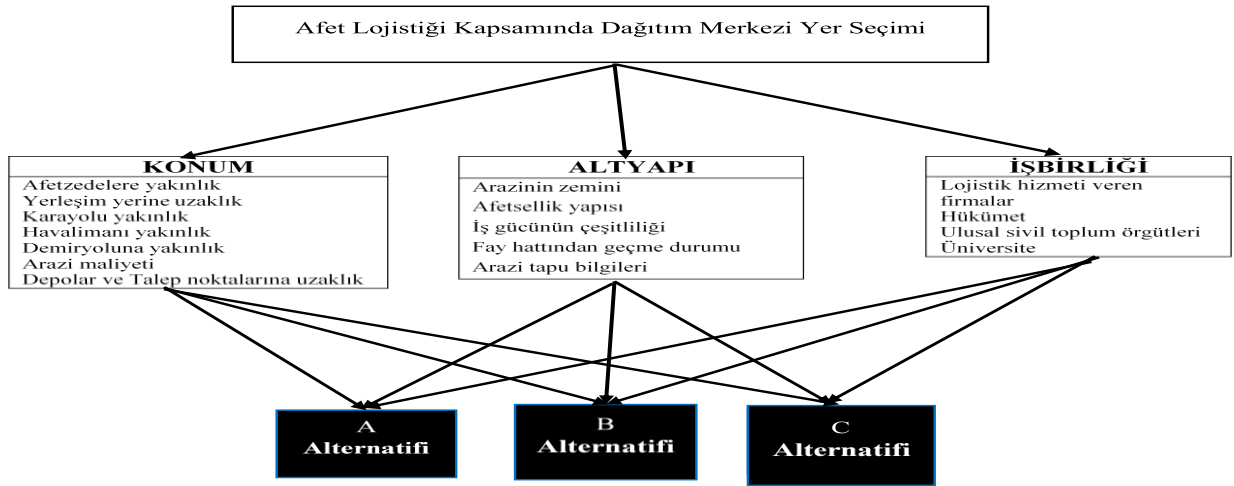
Tablo 3. Karar Kriterleri

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Kaynak	Açıklama
KONUM (K ₁)	Afetzedelere yakınlık (K ₁₁)	Uzman Grup	Seçilecek dağıtım merkezi yerinin afetzedelere olan mesafesini ifade etmektedir.
	Yerleşim yerine uzaklık (K ₁₂)	Liu (2011); Xu vd. (2011); Roh vd. (2013).	Seçilecek dağıtım merkez yeri, şehir merkezine çok yakın veya uzak olmamalıdır. Şehir merkezine en uygun mesafede olmalıdır.
	Karayolu yakınlık (K ₁₃)	Awasti vd. (2011); Kuo (2011); Roh vd. (2013).	Yapılacak taşımanın kısa zamanda ve daha az maliyetle gerçekleşebilmesi için seçilecek dağıtım merkez yerinin karayollarına yakınlığı dikkate alınmalıdır.
	Havalimanı yakınlık (K ₁₄)	Awasti vd. (2011); Kuo (2011); Roh vd. (2013).	Yapılacak taşımanın kısa zamanda ve daha az maliyetle gerçekleşebilmesi için seçilecek dağıtım merkez yerinin havalimanına yakınlığı dikkate alınmalıdır.
	Demiryoluna yakınlık (K ₁₅)	Chan vd. (2007); Bamyacı ve Tanyaş (2008); Roh vd. (2013).	Yapılacak taşımanın kısa zamanda ve daha az maliyetle gerçekleşebilmesi için seçilecek dağıtım merkez yerinin demiryollarına yakınlığı dikkate alınmalıdır.
	Arazi maliyeti (K ₁₆)	Chen ve Qu (2006); Liu (2011); Yang vd. (2011); Roh vd. (2013).	Seçilecek dağıtım merkezi yerinin kamulaştırılması sırasında katlanılacak maliyeti ifade etmektedir. Kamulaştırma maliyeti arazinin konumuna göre değişebilecektir.
	Depolar ve Talep noktalarına uzaklık(K ₁₇)	Uzman Grup; Özcan vd. (2011).	Seçilecek dağıtım merkezi yeri, depolar ve talep noktalarına en uygun mesafede olmalıdır.
ALT YAPI (K ₂)	Arazinin zemini (K ₂₁)	Chan vd. (2007)	Arazinin topografyası, jeolojik yapısı ve dağıtım merkezi yeri kurulmasına uygun arazi olup olmadığı dikkate alınmalıdır.
	Afetsellik yapısı (K ₂₂)	Uzman Grup	Seçilecek dağıtım merkez yerinin doğal afetlere etkilenme durumu olarak adlandırılan afetsellik yapısı dikkate alınmalıdır.
	İş gücünün çeşitliliği (K ₂₃)	Üreten (2006); Kobu (2008)	Seçilecek dağıtım merkezi yerinin iş gücü çeşitliliğine etkisidir.
	Fay hattından geçme durumu (K ₂₄)	Uzman Grup	Seçilecek olan dağıtım merkezi yerinin fay hattından uzak olması dikkate alınması gereken bir kriterdir.
	Arazi tapu bilgileri (K ₂₅)	Chan vd. (2007)	Seçilecek dağıtım merkezi yerinin devlete mi yoksa özel şahıslara mı ait olduğunu ifade etmektedir.
İŞBİRLİĞİ (K ₃)	Lojistik hizmeti veren firmalar (K ₃₁)	Uzman Grup; Roh vd. (2013).	Herhangi bir afet anında lojistik faaliyetlerin sağlıklı ve etkin bir şekilde yerine getirilebilmesi için dikkate alınmalıdır.
	Hükümet (K ₃₂)	Uzman Grup; Roh vd. (2013).	Seçilecek dağıtım merkezi yeri için mali yardım ve teşvikler açısından hükümet kriteri dikkate alınmalıdır.
	Ulusal sivil toplum örgütleri (K ₃₃)	Uzman Grup; Roh vd. (2013).	Seçilecek dağıtım merkezi yeri seçiminde gerekli bilgi, personel ve toplum görüşlerinin dikkate alınması açısından Ulusal Sivil Toplum Örgütleri kriteri dikkate alınmalıdır.
	Üniversite (K ₃₄)	Uzman Grup; Roh vd. (2013).	Seçilecek dağıtım merkez yerinin tespit edilmesinde ve işleyişinde lojistik alanında bilgi ve tecrübe sahibi akademisyenlerin görüşleri dikkate alınmalıdır.

4.3. Alternatiflerin Belirlenmesi

Bu aşama, modelin çözümünde etkili olduğu düşünülen alternatiflerin tespit edilmesidir. Afet lojistiği kapsamında Erzincan için en uygun dağıtım merkez yeri alternatiflerinin belirlenebilmesi amacıyla konunun paydaşı olduğu düşünülen “Acil Afet Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Kızılay, Yerel Yönetimler, Sivil Toplum Kuruluşları (STK), akademisyen, lojistik hizmet veren firmalar ve lojistik hizmet alan firmalar” ile görüşülmüştür. A, B ve C şeklinde üç alternatif yer ortak karar doğrultusunda belirlenmiştir. A; Erzincan’ın kuzeyinde yer almaktadır ve Erzincan il merkezine uzaklığı 22 km’dir. B; Erzincan’ın batısında yer almakta ve kent merkezine uzaklığı 8,5 km ‘dir. C ise Erzincan İlinin güneydoğusunda, merkeze 30 km uzaklıktadır. Ardından çalışmanın hiyerarşik yapısı Şekil 2’deki gibi oluşturulmuştur.

Şekil 2. Hiyerarşik Yapı



4.4. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

AHS yönteminden faydalanılan bu aşamada ilk olarak kriterlerin değerlendirilmesi amacıyla ikili karşılaştırma anketi oluşturulmuş ve konunun paydaşları olan “AFAD, Kızılay, Yerel Yönetimler, STK’lardan 2’şer kişi 3 akademisyen ve 4 lojistik hizmet veren 4 lojistik hizmet alan firmaya sunulmuştur. Sonraki aşamada, sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 numaralı formüller kullanılarak ana kriterler ve alt kriterler için karar matrisleri, ağırlıklar, toplam ağırlıklar ve tutarlılıklar oluşturularak sırasıyla Ek 1, 2, 3 ve 4’ te sunulmuştur.

Ardından ana kriter ağırlıkları ile alt kriter ağırlıklarının çarpılması ile oluşturulan birleştirilmiş ağırlıklar Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Ana ve Alt Kriterlere ait Ağırlıklar

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Ağırlıklar
K₁ = 0,50	K ₁₁	0,110
	K ₁₂	0,041
	K ₁₃	0,113
	K ₁₄	0,073
	K ₁₅	0,047
	K ₁₆	0,025
	K ₁₇	0,078
K₂ = 0,28	K ₂₁	0,058
	K ₂₂	0,075
	K ₂₃	0,042
	K ₂₄	0,098
	K ₂₅	0,011
K₃ = 0,22	K ₃₁	0,061
	K ₃₂	0,090
	K ₃₃	0,040
	K ₃₄	0,029

4.5. Alternatiflerin Sıralanması

Uygulama bölümünün bu aşamasında VIKOR yönteminden faydalanılmıştır. İlk olarak, katılımcılara (AFAD, Kızılay, Yerel Yönetimler, STK, akademisyenler, lojistik hizmet veren ve alan firmalar) daha önce belirlenmiş olan karar kriterleri (Tablo 3) çerçevesinde her bir alternatifi değerlendirmelerinin istendiği VIKOR anketi sunulmuştur. Değerlendirme esnasında katılımcılardan her bir alternatife 1-5 (1. en kötü; 5 en iyi) arasında puan vermesi istenmiştir. Anket formunun doldurulması aşamasında her katılımcı grubundan temsilci olmasına dikkat edilmiş ve AFAD, Kızılay, Yerel Yönetimler, STK ve Akademisyenlerden 3, lojistik hizmet veren ve alan firmalardan ise 4'er kişiye anket sunulmuştur. Ardından sırasıyla aşağıda belirtilen adımlar çerçevesinde VIKOR yöntemi uygulanmıştır.

İlk olarak 5 ve 6 numaralı formüller kullanılarak f_i^* ve f_i^- değerleri hesaplanarak Ek 6'da sunulmuştur.

Daha sonraki aşamada sırasıyla 7, 8, 9 ve 10 numaralı formüller yardımıyla S_i ve R_i değerleri hesaplanarak Tablo 5'te gösterilmiştir. Bu değerlerin hesaplanmasında ihtiyaç duyulan ağırlıklar Tablo 4'ten elde edilmiştir.

Tablo 5. S_i ve R_i Değerleri

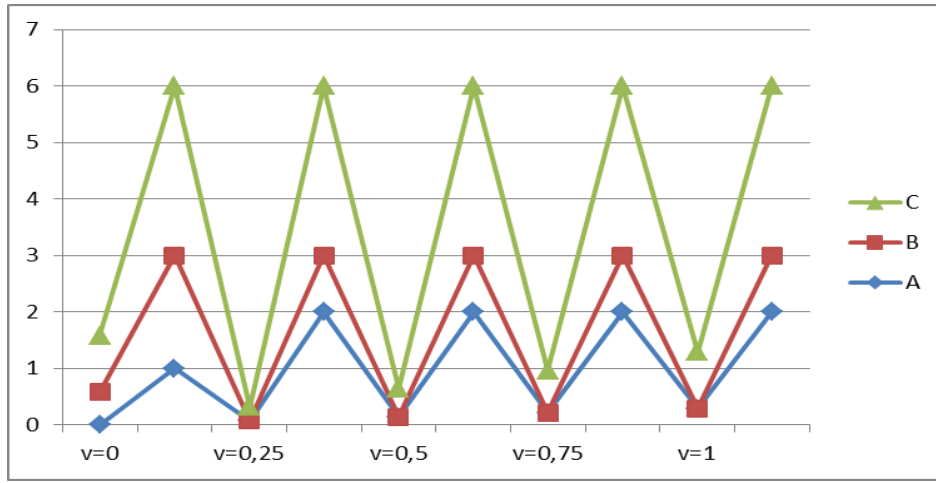
	A	B	C
S_i	0,441	0,289	0,814
R_i	0,071	0,098	0,117

Ardından Q_i değeri farklı v değerleri için (0; 0,25;0,5; 0,75 ve 1) için sırasıyla formül 11, 12 ve 13 kullanılarak hesaplanmış olup Tablo 5 ve Şekil 3'te sunulmuştur.

Tablo 6.Farklı v değerleri için Q_i değerleri

Q_1		Q_2		Q_3		Q_4		Q_5	
$v=0$	Sıralama	$v=0,25$	Sıralama	$v=0,5$	Sıralama	$v=0,75$	Sıralama	$v=1$	Sıralama
0	1 = A	0,072	2 = A	0,144	2 = A	0,216	2 = A	0,288	2 = A
0,582	2 = B	0	1 = B	0	1 = B	0	1 = B	0	1 = B
1	3 = C	0,25	3 = C	0,5	3 = C	0,75	3 = C	1	3 = C

Şekil 3. Farklı v Değerleri için Alternatiflerin Durumu



Tablo 6 ve Şekil 3'e göre B alternatifi $V=0$ senaryosu haricindeki tüm senaryolarda, afet lojistiği kapsamında Erzincan için en uygun dağıtım merkez yeridir. Ayrıca $v=0$ senaryosu haricindeki diğer durumlarda B'yi sırasıyla A ve C takip etmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yaşanan can kayıplarının en az seviyeye indirilmesi, gerekli lojistik desteğin sağlanması ve tıbbi, gıda malzemelerinin dağıtım noktasında problemin en az seviyeye getirilmesi gibi faktörler dağıtım merkezi yer seçiminin önemini ortaya koymaktadır. Erzincan ili, aktif fay sistemi üzerinde yer almakta ve depremlerden ciddi boyutta etkilenmektedir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı; Erzincan İli için Afet Lojistiği kapsamında en uygun dağıtım merkez yerini belirlemektir.

Bu amaçla çalışma iki aşamadan oluşturulmuş olup ilk aşamada, Erzincan ili için en uygun dağıtım merkez yeri seçiminde kullanılacak kriterler belirlenmiştir. Kriterlerin tespit edilmesinde ilgili konuya ait daha önce yapılmış olan çalışmalar ve problemin çözümünde etkin rol üstlenebilecek "Acil Afet Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Kızılay, Yerel Yönetimler, Sivil Toplum Kuruluşları (STK) akademisyen, lojistik hizmet alan ve veren firma görüşleri birlikte değerlendirilerek

belirlenmiştir. Ardından söz konusu kriterler AHS yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Buna göre, “Konum (K1)” en önemli ana kriter olarak tespit edilmiştir. Ağdaş vd. (2014) çalışmalarında ise, en önemli kriter olarak “Afetzedelere Ulaşım süresini” tespit etmiştir. Afetzedelere ulaşım süresi, dağıtım merkez yerinin konumlandırıldığı yer ile birebir ilgilidir. Bu nedenle elde edilen bu sonuç söz konusu çalışmanın bulgusunu destekler niteliktedir. Ağdaş vd. (2014) çalışmalarında doğal afet türlerinden sel konusuna odaklanarak çok kriterli kabul edilebilirlik analizi metodundan faydalanmışlardır. Bu çalışmada ise farklı olarak doğal afet türlerinden deprem konusu üzerinde durulmuş ve çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılmıştır. Ardından yapılan ideal sıralama sonucunda “Altyapı (K2)” ikinci, “İşbirliği (K3)” kriteri ise üçüncü önemli ana kriter olarak belirlenmiştir. Birleştirilmiş ağırlıklar; “karayoluna yakınlık” alt kriterinin en önemli, “arazi tapu bilgilerinin” ise en az öneme sahip alt kriter olduğunu göstermektedir.

İkinci aşamada afet lojistiği kapsamında Erzincan için en uygun dağıtım merkez yeri alternatiflerinin belirlenebilmesi amacıyla konunun tarafı olduğu düşünülen “AFAD, Kızılay, Yerel Yönetimler, STK, akademisyenler, lojistik hizmet alan firmalar ve lojistik hizmet veren firmalarla görüşülmüştür. Ortak karar doğrultusunda; A, B ve C şeklinde üç alternatif yer belirlenmiştir. Ardından VIKOR yöntemiyle elde edilen analiz sonucunda farklı v değerleri için ($v=0$ hariç) B alternatifi kurulacak dağıtım merkezi için en ideal arazi olarak seçilmiştir. $v=0$ senaryosu dışındaki tüm senaryolarda A ikinci, C ise üçüncü alternatif olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, v değerleri farklılaşsa da sıralamanın değişmediği şeklinde yorumlanabilir.

Bu çalışmada konunun tarafları olduğu düşünülen her bir gruptan kişiler ile görüşülmüş ancak zaman kısıtı sebebiyle bu sayı artırılmamıştır. Ayrıca söz konusu çalışma gelecekte farklı çok kriterli karar verme teknikleri (Analitik Ağ Süreci, TOPSIS, Electre vd.) kullanılarak veya bulanık mantık ilave edilerek geliştirilebilir ve bulgular kıyaslamalı olarak tartışılabilir.

KAYNAKÇA

- Ahmadi, M., Seifi, A., ve Tootooni, B. (2015) “A Humanitarian Logistics Model for Disaster Relief Operation Considering Network Failure and Standard Relief Time: A Case Study on San Francisco District” *Transportation Research Part E*, (75): 145–163.
- AFAD (2015) Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Resmi İnternet Sitesi, <http://www.afetacil.gov.tr>. (02.03.2015).
- Ağdaş, M., Bali, Ö., ve Ballı, H. (2014) “Afet Lojistiği Kapsamında Dağıtım Merkezi için Yer Seçimi: Smaa-2 Tekniği İle Bir Uygulama” *Beykoz Akademi Dergisi*, 2(1): 75-95.

- Awasti, A., Chauhan, S.S., ve Goyal, S.K. (2011) “A Multi-Criteria Decision Making Approach for Location Planning for Urban Distribution Centers Under Uncertainty”, *Mathematical and Computer Modelling*, 53: 98-109.
- Balcik, B., ve Beamon, B. M. (2008) “Facility Location in Humanitarian Relief”, *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 11(2): 101-121.
- Bamyacı, M., ve Tanyaş, M. (2008) “Organize Lojistik Bölgesi Yer Seçimi Problemi için Bir Çok Ölçütlü Karar Verme Modeli; AHP-SAW, Mersin Sempozyumu, http://isay.icisleri.gov.tr/ortak_icerik/mersin/yayinlar/Cilt2.pdf , (15.08.2015).
- Barbarosoğlu, G., Özdamar, L., ve Çevik, A. (2002) “An Interactive Approach for Hierarchical Analysis of Helicopter Logistics in Disaster Relief Operations”, *European Journal of Operational Research*, 140(1): 118-133.
- Chan F.T.S., ve Kumar, N. (2007) “Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended” AHP-Based Approach, *Omega, The International Journal of Management Science*, 35: 417-431.
- Chan F.T.S., Kumar, N., ve Choy, K. L. (2007) “Decision Making Approach for the Distribution Centre Location Problem in an Supply Chain Network Using the Fuzzy-Based Hierarchical Concept”, *Journal of Engineering Manufacture*, 221 (B): 725-739.
- Chen, Y., ve Qu, L. (2006) “Evaluating the Selection of Logistics Centre Location Using Fuzzy MCDM Model Based on Entropy Weight”, *Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control on Automation*, 21-23 June Dalian China, 7128-7132.
- Cozzolino, A., Rossi, S., ve Conforti, A. (2012) “Agile and Lean Principles in the Humanitarian Supply Chain: The Case of the United Nations World Food Programme”, *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 2(1): 16-33.
- Çiçekdağı, H. İ., ve Kırış, Ş. (2012) ”Afet İstasyonu ve Toplanma Merkezi için Yer Seçimi ve Bir Uygulama”, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28: 67-76.
- Demirci, A., ve Karakuyu, M. (2004) “Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü”, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 12: 67-100.
- Dinçer H. ve Görener A. (2011) “AHS ve VIKOR Tekniği ile Dinamik Performans Analizi: Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama’, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (19): 109-127
- Erkal, T., ve Değerliyurt, M. (2009) “Türkiye’de Afet Yönetimi”, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(22): 147-164.

- Ertuğrul İ., ve Özçil, A. (2014) “Çok Kriterli Karar Vermede TOPSIS ve VIKOR Yöntemleriyle Klima Seçimi”, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 4 (1): 267-282.
- Genç, F. N. (2007) “Türkiye’de Doğal Afetler ve Doğal Afetlerde Risk Yönetimi”, Stratejik Araştırmalar Dergisi, 9: 201-226.
- Göktürk, İ. F., Eryılmaz, A. Y., Yörür B., ve Yuluğkural, Y. (2011) “Bir İşletmenin Tedarikçi Değerlendirme ve Seçim Probleminin Çözümünde AAS ve VIKOR Yöntemlerinin Kullanılması”, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 25: 61-74.
- Gunn, S. W. A. (2003) “The Right to Health of Disaster Victims”, Disaster Prevention and Management, 12 (1): 48-51.
- Hale, T.S., ve Moberg, C. R. (2005) ” Improving Supply Chain Disaster Preparedness: A Decision Process For Secure Site Location” International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 35(3): 195-207.
- Huang J. J., Tzeng G. H., ve Liu H. H., (2009) “A Revised VIKOR Model for Multiple Criteria Decision Making - The Perspective of Regret Theory”, MCDM, 35: 761-768
- Jati H., (2012) “Comparison of University Webometrics Ranking Using Multicriteria Decision Analysis:TOPSIS and VIKOR Method”, World Academy of Science, Engineering and Technology, 71: 1663-1669.
- Karaatlı M., Ömürbek N., ve Köse G. (2014) “Analitik Hiyerarşi Süreci Temelli TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri ile Futbolcu Performanslarının Değerlendirilmesi’, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 29(1): 25-61.
- Kobu B. (2008) “Üretim Yönetimi”, Genişletilmiş Güncellenmiş 14.Baskı, Beta Basım Yayım, İstanbul.
- Kovacs, G., ve Spens, K., M. (2012) “Relief Supply Chain for Disasters, Humanitarian, Aid and Emergency Logistics”, Business Science, USA.
- Kuo, M. S. (2011), “Optimal Location Selection for An International Distribution Center by Using a New Hybrid Method”, Expert System with Applications, 38: 7208-7221.
- Liu, S., Chan, F. T. S., ve Chung, S. H. (2011) “A Study of Distribution Center Location Based on the Rough Sets and Interactive Multi-Objective Fuzzy Decision Theory” Robotics and Computer Integrated Manufacturing, 27: 426-433.
- Lixin Y., Lingling G., Dong Z., Junxue Z., ve Zhanwu, G. (2012) “An Analysis on Disasters Management Systems in China”, Natural Hazards, 60(2): 295-309.

- Mendonca, F.C.,R., ve Morabito, R. (2001) “Analysing Emergency Medical Service Ambulance Deployment on A Brazilian Highway Using The Hypercube Model” *Journal of the Operational Research Society*, 52: 26-270.
- Mete O., ve Zabinsky Z. B. (2010) “Stochastic Optimization of Medical Supply Location and Distribution in Disaster Management, *International Journal of Production Economics*”, 126: 76–84.
- Nozickand L. K., ve Turnquist M. A. (2001) “Inventory, Transportation, Service Quality and the Location of Distribution Centers”, *European Journal of Operational Research*, 129(2): 362-371.
- Ohgai, A., Gohnai, Y., ve Watanabe, K. (2007) “Cellular Automata Modeling of Fire Spread in Built-Up Areas A Tool to Aid Community-Based Planning for Disaster Mitigation” *Comput. Environ. Urban Syst.*, 31: 441–60.
- Opricovic, S., ve Tzeng, G.H., (2004) “The Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS”, *European Journal of Operational Research*, 156: 445–455.
- Opricovic S., ve Tzeng G.H., (2007) “Extended VIKOR Method in Comparison with Outranking Methods”, *European Journal of Operational Research*, 178: 514-529.
- Owen, S.H., ve Daskin M. S. (1998) ”Strategic Facility Location: A Review” *European Journal of Operational Research*, 111(3): 423-447.
- Özbek A., ve Eren T., (2012) “Üçüncü Parti Lojistik (3PL) Firmanın Analitik Hiyerarşi Süreciyle (AHS) Belirlenmesi” *International Journal of Engineering Research and Development*, 4(2): 46-54.
- Özcan, T., Çelebi, N., ve Esnaf, Ş. (2011) “Comparative Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methodologies and Implementation of A Warehouse Location Selection Problem” *Expert Systems with Applications*, 38: 9773–9779.
- Özdamar, L., ve Demir, O. (2012) “A Hierarchical Clustering and Routing Procedure for Large Scale Disaster Relief Logistics Planning”, *Transportation Research Part E*, 48: 591-602.
- Özden H. Ü. (2012) “AB’ye Üye Ülkelerin ve Türkiye’nin Ekonomik Performanslarına Göre VIKOR Yöntemi ile Sıralanması”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(21): 455-468.
- Özşahin, E. (2013) “Türkiye’de Yaşanmış (1970-2012) Doğal Afetler Üzerine Bir Değerlendirme”, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı”, 25-27 Eylül, Hatay.

- Roh, S., Jang, H., ve Han, C. (2013) "Warehouse Location Decision Factors in Humanitarian Relief Logistics" *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 29(1): 103-120.
- Saaty T. L. (2008) "Decision Making with the Analytic Hierarchy Process", *International Journal of Services Sciences*, 1(1): 83-98.
- Sayadi M. K., Heydari M., ve Shahanaghi K. (2009) "Extension of VIKOR Method for Decision Making Problem with Interval Numbers", *Applied Mathematical Modelling*, 33: 2257-2262.
- Sheu, J. B. (2007) "An Emergency Logistics Distribution Approach for Quick Response to Urgent Relief Demand in Disaster" *Transportation Research Part-E*, 43: 687-709.
- Şahin, C., ve Sipahioğlu, Ş. (2003) "Doğal Afetler ve Türkiye", Genişletilmiş 2. Baskı, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara.
- Şenkayas H., Öztürk M., ve Sezen G. (2010) "Lojistik Tedarikçilerin Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Yöntemleri; Mondial Şirketinde Bir Uygulama", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5: 161-175.
- Thiimalaivasan, D. ve Karmegan, M. (2001) "Aquifer Vulnerability Assesment Using Analytic Hierarchy Process and GIS for Upper Palar Watershed", 22nd Asian Conference on Remote Sensing, Singapore, (<http://www.crisp.nus.edu.sg/~acrs2001/pdf/267THIRU.PDF>), (15.04.2015).
- Thomas, A. S. ve Kopczak, L., R. (2005) "From Logistics to Supply Chain Management: The Path Forward in the Humanitarian Sector", Fritz Institute, Available at: <http://www.fritzinstitute.org/pdfs/whitepaper/fromlogisticsto.pdf>. (10.04.2015).
- Tüysüz, O. (1993) "Erzincan Çevresinin Jeolojisi ve Tektonik Evrimi", 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- Üreten, S., (2006) "Üretim/İşlemler Yönetimi Stratejik Kararlar ve KararModelleri", Gazi Kitabevi, Ankara.
- Wassenhove, V. L. N., (2006) "Humanitarian Aid Logistics: Supply Chain Management in High Gear", *Journal of the Operational Research Society*, 57: 475-489.
- Xu, J., Yao, L., ve Zhao, X. (2011) "A Multi-Objective Chance-Constrained Network Optimal Model with Random Fuzzy Coefficients and its Application to Logistics Distribution Center Location Problem", *Fuzzy Optimal Decision Making*, 10: 255-285.
- Yadav, D. K., ve Barve, A. (2015) "Analysis of Critical Success Factors of Humanitarian Supply Chain: An Application of Interpretive Structural Modeling", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 12: 213-225.

- Yang, H., Yang, L., ve Yang, S. (2011) “Hybrid Zigbee RFID Sensor Network for Humanitarian Logistics Centre Management” *Journal of Network and Computer Applications*, (34): 938–948.
- Yıldız A., ve Deveci M. (2013) “Bulanık VIKOR Yöntemine Dayalı Personel Seçim Süreci”, *Ege Akademik Bakış*, 13(4): 427-436
- Yılmaz E. (2012) “Bulanık AHP-VIKOR Bütünleşik Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi”, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi*, 33(2): 331-354
- Yi, W., ve Ozdamar L. (2004) “Fuzzy Modeling for Coordinating Logistics in Emergencies”, *International Scientific Journal of Methods and Models of Complexity-Special Issue on Societal Problems in Turkey*, 7(1): 345-347.
- Yüksel M. (2013) “Determination of Teaching Methods in Chemistry Education by the Analytic Hierarchy Process (AHP), Necatibey Faculty of Education *Electronic Journal of Science and Mathematics Education* 7 (1): 302-332.
- Zhu J., Liu D., Huang J., ve Han J. (2010) “Determining Storage Locations and Capacities for Emergency Response”, *The Ninth International Symposium on Operations Research and Its Applications, China*, 262-269.

EKLER**Ek 1.Ana Kriterler için Karar Matrisi Ağırlıklar ve Tutarlılıklar**

Ana Kriterler	Karar Matrisi			Ağırlıklar (W)	Tutarlılık Oranı (CR)
	K ₁	K ₂	K ₃		
K ₁	0,310	0,760	0,416	0,495	0,009< 0,10 tutarlı
K ₂	0,212	0,151	0,492	0,285	
K ₃	0,479	0,089	0,092	0,220	

Ek 2.Konum Ana kriterine ait Alt Kriterler için Karar Matrisi ve Tutarlılık

Alt Kriter	Karar Matrisi							Ağırlıklar (W)	Tutarlılık Oranı (CR)
	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄	K ₁₅	K ₁₆	K ₁₇		
K ₁₁	0,108	0,217	0,412	0,250	0,185	0,226	0,267	0,238	0,065<0,10 tutarlı
K ₁₂	0,072	0,039	0,152	0,072	0,038	0,107	0,103	0,083	
K ₁₃	0,227	0,178	0,165	0,311	0,217	0,200	0,296	0,228	
K ₁₄	0,175	0,178	0,073	0,078	0,224	0,165	0,138	0,147	
K ₁₅	0,172	0,172	0,061	0,033	0,049	0,082	0,095	0,095	
K ₁₆	0,021	0,066	0,038	0,051	0,121	0,037	0,021	0,051	
K ₁₇	0,224	0,150	0,099	0,205	0,166	0,184	0,080	0,158	

Ek 3.Alt Yapı Ana kriterine ait Alt Kriterler için Karar Matrisi ve Tutarlılık

Alt Kriter	Karar Matrisi					Ağırlıklar (W)	Tutarlılık Oranı (CR)
	K ₂₁	K ₂₂	K ₂₃	K ₂₄	K ₂₅		
K ₂₁	0,106	0,161	0,358	0,139	0,261	0,205	0,076<0,10 tutarlı
K ₂₂	0,399	0,159	0,233	0,286	0,246	0,265	
K ₂₃	0,023	0,210	0,068	0,287	0,148	0,147	
K ₂₄	0,449	0,429	0,311	0,242	0,296	0,345	
K ₂₅	0,023	0,040	0,030	0,045	0,049	0,038	

Ek 4.İş Birliği Ana kriterine ait Alt Kriterler için Karar Matrisi ve Tutarlılık

Alt Kriter	Karar Matrisi				Ağırlıklar (W)	Tutarlılık Oranı (CR)
	K ₁₁	K ₁₂	K ₁₃	K ₁₄		
K ₁₁	0,131	0,384	0,350	0,249	0,279	0,084<0,10 tutarlı
K ₁₂	0,515	0,295	0,380	0,450	0,410	
K ₁₃	0,197	0,222	0,094	0,211	0,181	
K ₁₄	0,157	0,098	0,176	0,090	0,130	

Ek 5.fi* ve fi- Değerleri

Kriterler	Alternatifler			fi*	fi
	A	B	C		
K ₁₁	3,500	4,875	2,625	4,875	2,625
K ₁₂	3,625	4,875	2,625	4,875	2,625
K ₁₃	4,125	4,875	2,625	4,875	2,625
K ₁₄	4,250	4,000	2,875	4,250	2,875
K ₁₅	3,625	4,750	2,500	4,750	2,500
K ₁₆	3,000	3,375	3,000	3,375	3,000
K ₁₇	3,625	4,500	2,375	4,500	2,375
K ₂₁	2,375	3,375	2,125	3,375	2,125
K ₂₂	1,500	2,750	1,375	1,375	2,750
K ₂₃	2,750	4,375	2,250	4,375	2,250
K ₂₄	1,625	2,375	2,375	1,625	2,375
K ₂₅	4,125	4,125	3,625	4,125	3,625
K ₃₁	2,125	3,750	2,000	3,750	2,000
K ₃₂	3,625	4,500	2,875	4,500	2,875
K ₃₃	2,625	4,000	2,125	4,000	2,125
K ₃₄	2,500	4,500	1,875	4,500	1,875