

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE MEDİKAL DEPO YERİ SEÇİMİ

Selma YAPICI¹, Rabia YUMUŞAK², Tamer EREN³

ÖZ

Günümüzde artış gösteren nüfus ve sağlık problemleri nedeni ile ilaç ve tıbbi malzeme endüstrisine talep gittikçe çoğalmaktadır. Bu talebe istinaden yeterli kaynağın tüketicilere sunulması gerekmektedir. Talep edilen kaynakların müşterilere ulaşması için lojistik faaliyetler son derece önemlidir. Lojistik faaliyetler içerisinde depolar kilit noktalardır. Bu yüzden sağlık ürünlerini kapsayan medikal depolar için yer seçimi işletme etkinliği açısından oldukça önemlidir. Karar verici birçok kriter bakımından ve çeşitli alternatifler arasında medikal depo yeri için en uygun seçeneği mevcut konum olanaklarına bakarak belirlemelidir. Bu nedenle medikal depo yeri seçimi bir çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemi olup ÇKKV yöntemlerinden ikisi ile ele alınmıştır. Bunlar AHP (analitik hiyerarşi prosesi) ve ANP (analitik ağ prosesi) yöntemleridir. Bu çalışmada, işletmeler için en uygun medikal depo yerinin seçilmesi amacıyla 4 ana kriter ve 9 alt kriter dikkate alınarak AHP ve ANP yöntemleri ile çözülmüştür. Kırıkkale’de bulunan 9 ilçe arasında; Yahşihan, Keskin, Delice ve Sulakyurt ilçeleri seçilerek karşılaştırılmıştır. Problemin sonucunda medikal deponun Yahşihan ilçesine ait birinci bölgede kurulması gerektiği görülmüştür. Literatürde ilk defa medikal depo yeri seçimi problemi ÇKKV yöntemleri ile çözülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İlaç ve tıbbi madde endüstrisi, çok kriterli karar verme yöntemleri, medikal depo yeri seçimi, analitik hiyerarşi süreci, analitik ağ süreci.

MEDICAL WAREHOUSE LOCATION SELECTION WITH MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHODS

ABSTRACT

Today, due to the increasing population and health problems, the demand for the pharmaceutical and medical equipment industry is increasing. Based on this demand, sufficient resources must be provided to consumers. Logistics activities are extremely important for the demanded resources to reach customers. Warehouses are key points in logistics activities. Therefore, choosing a location for medical warehouses containing health products is very important in terms of business efficiency. The decision maker should determine the most suitable option for the medical storage location in terms of many criteria and among various alternatives, by looking at the available location possibilities. Therefore, medical storage location selection is a multi-criteria decision making (MCDM) problem and it has been handled by two of MCDM methods. These are AHP (analytical hierarchy process) and ANP (analytical network process) methods. In this study, in order to select the most suitable medical storage location for the enterprises, it was solved by AHP and ANP methods by considering 4 main criteria and 9 sub criteria. Among the 9 districts in Kırıkkale; Yahşihan, Keskin, Delice and Sulakyurt districts were selected and compared. As a result of the problem, it was seen that the

¹ Endüstri Mühendisliği Lisans Öğrencisi, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, ORCID:0000-0002-5172-6739

² Endüstri Yüksek Mühendisi, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0002-0257-939X

³ Prof. Dr., Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0000-0001-5282-3138

medical warehouse should be established in the first region of Yahşihan district. For the first time in the literature, the problem of medical storage location selection has been solved with MCDM methods.

Keywords: Pharmaceutical and medical industry, multi criteria decision making methods, medical store location selection, analytical hierarchy process, analytical network process.

1. GİRİŞ

Medikal depolar sağlık ve tıbbi malzemelerin ihtiyaçları ve talepleri doğrultusunda, hastane ve eczane gibi sağlık kuruluşlarında hizmetin gecikmemesi için yeterli miktarda ilaç, tıbbi sarf malzeme, laboratuvar ürünleri ve diğer destek malzemelerinin stokta bulundurulmasını sağlayan önemli merkezlerdir. Medikal depolar kamu kurum ve kuruluşlarına, serbest eczanelere, diğer tıbbi cihaz depolarına, özel hastanelere, özel muayenehanelere, tıbbi cihaz üreticilerine, yurt dışındaki alıcılara, optisyenlik müesseselerine, işitme cihazı merkezlerine, ortez-protez merkezlerine, perakende satış merkezlerine satış yapmaktadırlar. Sağlık sektörünün hata kabul etmeyen yapısı ve belirlenen yükümlülüklerin birleşmesi işletmelerin en doğru kararı vermesini gerektirmektedir. Hasta sağlığı ve güvenliği için uygun depo koşullarını sağlayacak alan ve müşteri talebini karşılayacak uygun konumdaki arazi medikal depo yeri seçimi için oldukça önemlidir (Özkan, Bayın, Yeşilaydın, 2015: 71-93)

ÇKKV yöntemleri, belirlenmiş kriter etrafında alternatiflerin karşılaştırıldığı ve en uygun olanının belirlenmeye çalışıldığı problemlerdir (Ecer ve Dündar, 2009: 153-170). Bu bağlamda ÇKKV yöntemleri birçok önemli ve etkin faktörü aynı zamanda içinde barındıran analitik yöntemler olup kritik noktalarda eldeki alternatifleri değerlendirerek verimliliği arttırmayı amaçlamasından dolayı depo yeri seçimi probleminde kullanılması oldukça avantajlı hale gelmiştir (Erol ve Başlıgil, 2005: 107-120). AHP yöntemi amaçların, kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin bulunduğu hiyerarşik yapıda olduğu için depo yeri seçiminde yöntem olarak seçilmiştir (Triantaphyllou ve Mann, 1995: 35-44). ANP, ikili karşılaştırmalar ve etkileşimden dolayı çalışmada kullanılmıştır (Saaty, 1999:12-14).

Gün geçtikçe artan nüfus ve sağlık problemleri neticesinde ilaç, tıbbi malzeme, cerrahi malzeme ve laboratuvar ürünlerine olan talep yoğunluğu artmaktadır. Bu bağlamda talebi karşılamak için yeni bir kuruluş yerinin açılması düşünülebilir. En uygun kuruluş yerinin belirlenmesi için ÇKKV tekniklerinden AHP ve ANP yöntemleri en çok tercih edilenler arasındadır. AHP ve ANP yöntemleri Saaty tarafından ortaya konmuştur (Ustasülayman ve Perçin, 2007: 37-55). Ele alınan problem Kırıkkale ili içinde mevcut nüfus yoğunluğu ile beraber insan sağlığına etki eden, oldukça önemli ve tedavi edici özelliği olan ilaçların, tıbbi sarf malzemelerin ve cerrahi aletlerin lojistik kapsamı içerisinde depolama alanını seçmek için sağlanan kriterler doğrultusunda en uygun kararı vermeye yöneliktir. Yapılan çalışmada belirlenen kritik değerler göz önüne alınıp bu alanda faaliyet gösteren işletmelerin maliyetini minimize ederek fayda sağlanması amaçlanmaktadır.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde medikal depo yeri seçimi problemi ele alınarak araştırılan bilgilere yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde konu hakkında yapılan literatür taraması eklenmiştir. Çalışmanın dördüncü bölümünde ÇKKV tekniklerinden olan AHP ve ANP yönteminden bahsedilmiştir. Beşinci bölümde bir medikal depo yeri seçim problemi olarak Kırıkkale ilinde örnek uygulama yapılmış ve uygulama aşamalarına yer verilmiştir. Son bölümde ise çalışmanın sonuçları tartışılmıştır.

2. MEDİKAL DEPO YERİ SEÇİM PROBLEMİ

Kuruluş yeri seçimi pek çok açıdan stratejik karar verilmesi gereken bir problemdir (Maccarthy ve Atthirawong, 2003: 794-818). Alfred Weber 1909 yılında satıcı ile müşteri arasındaki mesafeyi en aza indirmek için araştırmalar yapmış ve böylece yer seçimi problemi çalışmalarını başlatmıştır (Owen ve Daskin, 1998: 423-447). Ele alınan problem deponun kurulması için en uygun arazi şartlarını sağlayan bölgeyi, işgücü kapasitesini, ulaştırma olanaklarını kapsar, bu olanaklar neticesinde uygun görülen il seçilir. Kapsanan noktalar göz önüne alınarak en uygun alternatif ilçenin seçilmesi sağlanarak sonuç elde edilir (Özbek ve Erol, 2016: 23-42).

Medikal depolar sağlık endüstrisinin vazgeçilmez noktalarından biridir. Çevre kirliliği, nüfusun gün geçtikçe çoğalması ve geniş alana dağılan şehirlerle birlikte teknolojinin de artmasıyla sağlık problemlerinin ortaya çıkardığı sonuçlar neticesinde medikal depolara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, sağlık sektörüne hizmet sunmakta olan bir medikal depo için yer seçmektir. Bununla birlikte sağlık endüstrisinde hizmet kalitesinin iyileştirilmesi ve ekonomik ilerleme sağlanarak talep yoğunluğuna genişlik kazandırılması da amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında ilaç, tıbbi malzeme ve cerrahi alet dağıtım kanalları arasında önemli bir pazar payına sahip olan medikal deponun, Türkiye’de stratejik konumu itibari ile Kırıkkale ilinde kurulması kararlaştırılmıştır. Medikal depolar 4 ana başlık altında toplanmıştır;

1. İlaç Depo: İlaç ve farmakolojik ürünleri bünyesinde bulundurur. Örneğin; ilaç, serum, aşı, antidot, mama, majistral ilaç hammaddeleri.
2. Tıbbi Sarf Depo: Hasta için kullanılan ve tüketime çıkılan, sarf niteliğindeki tıbbi malzemeleri bünyesinde bulundurur. Örneğin; hemodiyaliz solüsyonları, organ nakil solüsyonları, iyot solüsyon, serum seti, EKG elektrodları, indikatörler, sterilizasyon ruloları, laparoskopik el aletleri.
3. Cerrahi Alet Depo: Tüketim malzemesi ve dayanıklı taşınır niteliğinde olan cerrahi el aletleri bünyesinde bulundurur. Örneğin; Diş Hekimliğinde kullanılan cerrahi el aletleri.
4. Laboratuvar Depo: Laboratuvar malzemelerini, sarflarını ve kan bileşenlerini bünyesinde bulundurur. Örneğin: kitler, pipet uçları, tüpler (Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü, 2019).

Araştırmada Kırıkkale ili kapsamında medikal depo kurulması için ilçe belirlenerek kurulum yeri seçimi yapılmıştır. İlçeler(alternatif arazi bölgeleri) ve kriterlerle depo yeri belirlenmesi, birbiriyle etkileşim halindeki pek çok kriteri

içerisinde bulunduran bir karar problemidir. Problemin çözümünde “ekonomik faktörler”(EKF), “pazar faktörü”(PAF), “sosyal ve kültürel faktör (SKF)” ve “özel yer seçim faktörü (OYF)” olmak üzere 4 adet ana kriter belirlenmiştir. Aynı zamanda literatürde; ilaç, tıbbi sarf malzeme ve cerrahi aletler için depo kuruluş yeri seçimi probleminde ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı çok az çalışmanın olduğu saptanmıştır.

3. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde depo yeri seçimi, çeşitli tesis tipleri için kuruluş yeri ve tedarikçi seçimi gibi problemler hakkında literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda hangi yöntemlerin kullanıldığı ve nelere değindiğinden bahsedilmiştir.

Baran (1995: 52-54) depo yerlerinin belirlenmesinde üzerinde çalışılması gereken ana konuları belirlemiş ve Çevre Bakanlığı Yönergelerini dikkate alarak çalışmasını tamamlamıştır. Dağdeviren ve Eren (2001: 41-52) AHP ve 0-1 hedef programlama yöntemleri ile her sektörün tedarikçi seçim problemine uygulanabilecek bir problemini ele almışlardır. Kahraman, Ruan, Doğan, (2003: 135-153) bulanık AHP yöntemini tercih ederek kuruluş yeri seçiminde grup kararı verilmesi üzerine durmuşlardır. Önüt, Tuzkaya, Kemer, (2008: 367-379) İstanbul ilinde kurulması hedeflenen hastane mevduatına örnek teşkil etmesi için ANP yöntemini kullanarak çalışmalarını tamamlamışlardır. Özbek ve Eren (2012: 46-54) üçüncü parti lojistik firmalarını ÇKKV yöntemlerinden AHP yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Aktepe ve Ersöz (2014: 2-15) yaptıkları çalışmada, büyük ölçekli bir döküm fabrikasının 3 ayrı ilde depo yeri belirlenmesi problemi üzerine çalışmışlar ve yöneticilere fayda sağlayacak yeni bir model geliştirmişlerdir. Çalışma sonucunda, iki ayrı model kurarak ayrı sonuçlar elde etmişlerdir. Akyüz ve Kılınç (2016: 590-608) rekabetin artmasının kuruluş yeri seçiminin önemini arttırdığından bahsetmişler, çalışmalarında Bulanık TOPSIS (Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution) yöntemini kullanarak özel hastane kuruluş yeri tespiti yapmışlardır. İnce, Bedir, Eren, (2016: 08-21) sağlık kuruluşu için en iyi yer seçimi problemini ele alarak AHP yöntemiyle problem çözümüne ulaşmışlardır. AHP yöntemini uygulamalarının temel nedenlerden biri olarak, yaptıkları literatür çalışmasında sağlık tesisi yer seçimi probleminde en çok tercih edilen yöntem olduğu sonucuna vardıklarını belirtmişlerdir. Karabıçak, Boyacı, Akay, Özcan, (2016: 106-121) yaptıkları çalışmada, karayolları yol yapım projeleri için istenen şantiye yeri seçiminde ÇKKV yöntemlerinden olan Bulanık AHP yöntemini kriter ağırlıklarını saptamak için, TOPSIS yöntemini ise alternatif şantiye kuruluş yerlerini ağırlıklara göre sıralamak için kullanmıştır. Özbek ve Erol (2016: 23-42) yaptıkları depo yeri seçim problemi çalışması ile bütünlük karar verme modelini ortaya koymuşlar ve market işletmelerinde bu tarz problemleri kullanabileceğini açıklamışlardır. Özder ve Eren (2016: 196-207) otomotiv sektöründe tedarikçi seçme problemine ANP ve hedef programlama yöntemleri ile farklı bir bakış açısı sunmuşlardır. Cömert ve Yener (2016: 161-177) bir gıda firmasının depo yeri seçimi için bulanık AHP yöntemini tercih etmişlerdir. Oluşan matematiksel işlemlerde girdi olarak belirlenen ikili

karşılaştırma matrislerini, alanında uzman personellerin görüşleri ile saptamışlardır. Gül ve Eren (2017: 1-13) kamu sektöründe müşteri taleplerini karşılayan mevcut depoların farklı vakalar dikkate alınarak depo yeri seçimi problemini AHP ve hedef programlama yöntemleri ile çözümlenmişlerdir. Emeç ve Akkaya (2018: 156-162) sağlık sektöründe zihinsel iş gücü değerlendirmesi yapmak için AHP yöntemi ile kriter ağırlıklarını bularak NASA TLX (National Aeronautics and Space Administration Task Load Index) ölçüm yöntemi ile zihinsel işgücünü hesaplamışlardır. Sonel, Gür, Eren, (2019: 27-39) Türkiye'nin sağlık turizmi için geçmiş istatistiksel verileri dikkate alıp AHP, ANP, DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemlerini kullanarak şehirlerarası seçim yapmış ve analiz ederek sonuca ulaşmışlardır.

Literatür incelendiğinde tesis yeri seçimi kapsamında yapılan çalışmalarda ÇKKV yöntemleri kullanarak çözüme ulaşıldığı görülmüştür. Çalışma daraltılıp medikal depo yeri seçimi araştırıldığında ise oldukça kısıtlı çalışmaya ulaşılmıştır. Arslan (2020: 253-264) yaptığı çalışmada AHP ve 0-1 hedef programlama yöntemlerini kullanarak ecza depo yeri seçmiş fakat medikal depo kapsamında ÇKKV yöntemleri ile ele alınan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu doğrultuda çalışmanın uygulama safhasında, önemli kriterler ve alternatif özelliklerine vurgu yapılmış, ölçüm kriterlerinin objektif yöntemler kullanılarak hesaplanması ile gerçekçi bir sonuç elde edilmiştir. Medikal depoların beraberinde getirdiği kritik noktalar ışığında literatüre katkı sağlamak istenilmesiyle birlikte işletmeler için depo yeri seçiminde alternatifler arasında en iyisini seçmesine fayda sağlaması ve maliyetlerini minimum noktada tutmaları amaçlanmıştır.

4. YÖNTEM

Karar verme, elde bulunan seçenek ve beklenen amaçlar doğrultusunda istenilen verinin elde edilmesi sürecidir (Sonel vd., 2019: 27-39). Karmaşık problemler için karar vermede kullanılan ÇKKV teknikleri karşılaştırmalar sırasında karar vericiye yardım etmektedir. ÇKKV teknikleri alternatifler arasında karşılaştırılmazlık durumunda yeni çözümler ortaya çıkararak oluşan sorunları giderir. ÇKKV yöntemleri oluşabilecek pek çok sorun için karar vericiye olanak sunmaktadır (Urfalıoğlu ve Genç, 2013: 329-360). Enerji sektöründen (Özcan vd., 2019: 1502-1523) sağlık sektörüne (Eren vd., 2017, 41-49) bakım süreçlerinden (Özcan vd., 2020: 400-418), planlama süreçlerine (Oral vd., 2021) kadar birçok alanda uygulandığı görülmektedir.

4.1. AHP Yöntemi

AHP yönteminde karar vericinin gözlemleri sonucunda oluşturulan hiyerarşik bir yapı elde edilir. Bu sayede belirlenen adımlardaki sayısal ölçümleri, subjektif değerlendirmeler ile birleştirilerek problem sonuçlandırılır (Tektaş ve Hortaçsu, 2003: 52-61).

Yöntemin aşamaları şunlardır:

1. Aşama: Problemin belirlenerek hiyerarşik yapının oluşturulması
2. Aşama: Karşılaştırma matrisinin normalize edilerek öncelik vektörünün elde edilmesi
3. Aşama: İkili karşılaştırma matrisleri ve üstünlüklerin belirlenmesi
4. Aşama: Karşılaştırma matrislerinin tutarlılık indeksi (CI) ve tutarlılık değeri (CR) hesaplanması

CI, CR hesaplamaları Eş. 1 ve Eş. 2'de verilmiştir;

$$CI = (n_{max} - n) / (n - 1) \quad (1)$$

$$CR = CI / RI \quad (2)$$

CR değeri 0,1 değerinden küçük bulunduğu takdirde karşılaştırmalar tutarlı kabul edilir.

4.2. ANP Yöntemi

ANP yöntemi kriter ve alt kriter gibi karar verme sürecini etkileyen faktörler arasındaki etkileşimi ve geri dönüş ilişkilerini sistematik olarak gerçekleştiren bir oluşuma sahiptir (Sarkis, 1998: 159-174). AHP den farklı olarak etkileşimli bir yapı söz konusudur. ANP' de ağ yapısı oluşturulur ve değerlendirmeler yapılır. Kontrol elemanlarına göre ikili karşılaştırmalar oluşturulur ve matris yapısı elde edilir (Ecer, Açıkgozoğlu, Yaman, 2009: 187-207).

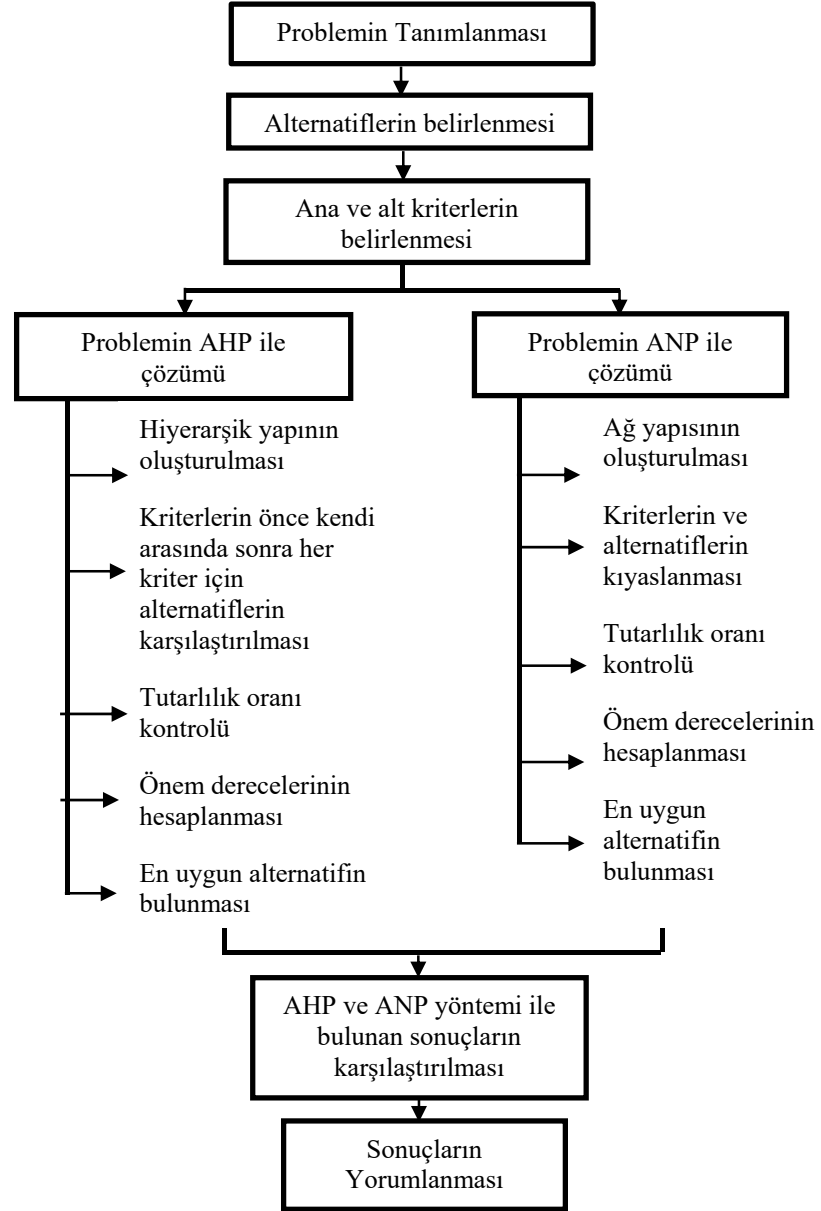
Yöntemin aşamaları şunlardır:

- 1.Aşama: Karar probleminin belirlenerek ağ yapısının oluşturulması
- 2.Aşama: Ölçütlerin birbirleri ile olan ilişkilerinin belirlenmesi
- 3.Aşama: Faktörler arasında ikili karşılaştırmaların yapılması
- 4.Aşama: Karşılaştırma matrislerinin tutarlılık kontrolünün yapılması
- 5.Aşama: Süper matrislerin sırayla oluşturulması
- 6.Aşama: Sonuç ağırlıklarının bulunması ve en iyi seçimin yapılması

5. ÖRNEK UYGULAMA

Kırıkkale ilinde yapılması uygun görülen çalışmada problemin aşamalarının baştan sona belirlenmesi gerekmektedir. Problem tanımı yapılarak alternatif ve kriterler belirlenmiştir. Ardından yapılan uygulamada AHP ve ANP yöntemleri kullanılmıştır. AHP yönteminde hiyerarşik yapı, ANP yönteminde ise ağ yapısı oluşturularak gerekli aşamalar takip edilmiş ve hesaplamalar yapılmıştır. Hesaplamaların sonucunda elde edilen veriler karşılaştırılarak değerlendirme sonuçları elde edilmiştir. Buna bağlı olarak kullanılan yöntemlerin adlarının da

özetlendiği bir akış şeması oluşturulmuştur. Yapılan örnek uygulama için oluşturulan akış şeması Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Problem akış şeması

5.1. Problemin Tanımlanması

Kırıkkale ilinde, medikal depo mevcut olmamakla birlikte 1 adet ecza deposu ve 2 adet tıbbi malzeme deposu bulunmaktadır. Mevcut depo miktarlarının az olması ve stratejik konum sebebiyle sağlık kuruluşlarının yeterli kapasiteye sahip medikal bir depoya ihtiyacı vardır. Bu kapsamda belirlenen kriter ve alternatifler sayesinde en uygun depo yeri seçilmiştir.

5.2. Alternatifler

Alternatif seçenekleri olarak Kırıkkale ilinde 8 adet ilçe bulunmaktadır. Medikal depo yer seçimi için alternatif seçilirken önemli olan hususlar; ana yollara uzaklık, ilçe nüfusu, mevcut bulunan hastaneler, hastane kapasitesi (yatak sayısı), eczane ve sağlık ocakları sayısıdır. Yahşihan ilçesinde 7 adet eczane, Keskin ilçesinde 4 adet eczane, Delice ilçesinde 5 adet eczane, Sulakyurt ilçesinde 1 adet eczane bulunmaktadır. Hastaneler ve yatak kapasiteleri hakkındaki bilgiler şöyledir; Yahşihan ilçesinde 326 yatak kapasiteli Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Keskin ilçesinde Yüksek İhtisas Hastanesi'ne bağlı 25 yataklı, Karakeçili ve Delice ilçelerinde 15'er yataklı, Sulakyurt'ta ise 10 yataklı ilçe hastaneleri bulunmaktadır.

Kırıkkale ilçeleri nüfus yoğunluğu, merkeze uzaklık, alan(km²), ulaşım yolları bilgisine bakılarak alternatifler; Yahşihan, Keskin, Delice ve Sulakyurt olarak belirlenmiştir. İlçeler içindeki arazilerin belirlenmesinde ise hastane ve eczanelere yakınlık, ulaşım yollarına yakınlık ve nüfus yoğunluğuna bakılmıştır. Şekil 2'de belirtilen A'da Yahşihan ilçesi, B'de Keskin ilçesi, C'de Delice ilçesi ve D'de Sulakyurt ilçesi için seçilen alternatif arazi gösterilmiştir.



A. Yahşihan İlçesi Arazi 1 (A1)



B. Keskin İlçesi Arazi 2 (A2)



C. Delice İlçesi Arazi 3 (A3)



D. Sulakyurt İlçesi Arazi 4 (A4)

Şekil 2. Alternatif kurulum yerleri

5.3. Kriterler

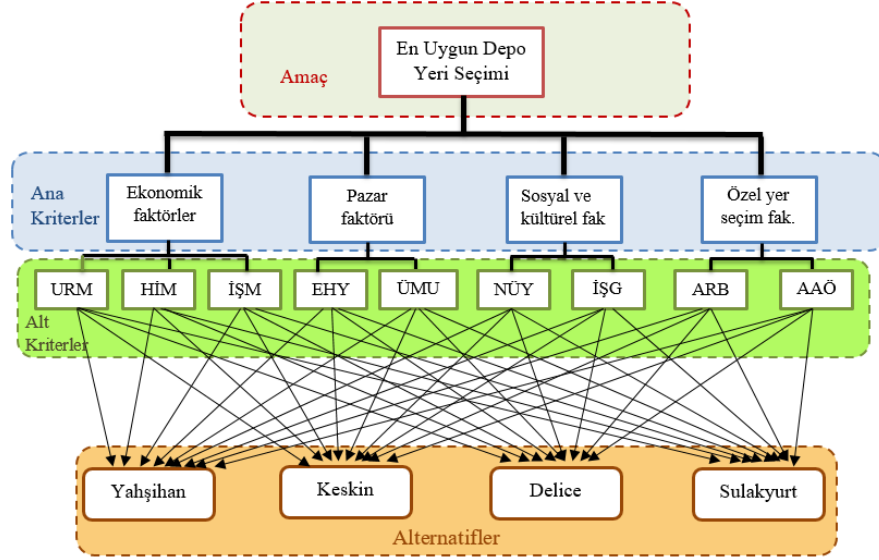
Literatür araştırması sonucunda, medikal depo yeri seçimi kapsamında dört ana kriter ve sekiz alt kriterin önemli olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 1. Kriter ve alt kriterler

Kriterler Adı ve Kodu	Alt Kriterler	Açıklama	Yazar/Yıl	Kodu
Ekonomik Faktörler(EKF)	Ulaştırma Maliyeti	Tedarik, üretim ve dağıtım süreçlerinin olabilecek en az maliyetle gerçekleştirilmesi için ulaştırma maliyetleri önemli bir kriter olarak belirlenmiştir.	Cömert ve Yener (2016: 161-177)	(URM)
	Hizmet Maliyeti	Dışardan sağlanana fayda ve hizmet maliyetleri tesis kurulum maliyetleri, su kaynakları, enerji kaynakları ve iletişim olanakları ile ilgilidir.	Akyüz ve Kılınc (2016: 590-608)	(HİM)
	İş Gücü Maliyeti	En genel haliyle her bir ürün başına tekabül eden işçilik masraflarıdır.	Cömert ve Yener (2016: 161-177)	(İŞM)
Pazar Faktörü(PAF)	Eczane ve Hastanelere Yakınlık	Sağlık sektöründe eczane, ecza deposu yakınlığı ve bulunma yoğunluğu gibi faktörler önemlidir. Sağlık sektöründe talep hep vardır ve bu süreçte talebin karşılanması için depolar kritik noktalarır.	Abdullahi, Mahmud, Pradhan, (2014: 164-184)	(EHY)
	Üretim Merkezine Uzaklık	Tıbbi madde ve ilaç üreticilerine olan mesafenin en kısa olduğu alternatifin seçilmesi oldukça önemlidir.	Karabıçak vd. (2016: 106-121)	(ÜMU)
Sosyal ve Kültürel Faktör(SKF)	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus sayısına bağlı olarak medikal ürünlere ihtiyaç artmaktadır. Bu sebeple ihtiyacı karşılamak için nüfus yoğunluğunun en fazla olduğu bölgelere depo kurmak gerekmektedir.	Aydın (2009: 87-104)	(NÜY)
	İş Gücü	Kalifiye eleman ve katma değer sağlayan faaliyetler için alt yapısı olan yaşam bölgelerini kapsar. Depo verimliliği için kalifiye elemanlarının fazla olduğu bölgeler tercih edilir.	Cömert ve Yener (2016: 161-177)	(İŞG)
Özel Yer Seçim Faktörü(OYF)	Arazi Büyüklüğü	Yükleme rampa ve platformları, iç ve ara yollar, araç giriş ve çıkışları, otoparklar ve depolama mahalleri göz önünde bulundurulmalıdır.	Karabıçak vd. (2016: 106-121)	(ARB)
	Arsa ve Arazi Özelliği	Bu kriter arazinin maliyetini, deponun kurulacağı yerdeki kanalizasyon, su hattı gibi altyapı hizmetlerinin durumunu kapsamaktadır. Maliyet; yerleşim yerlerine olan yakınlığı ve önemli alanlara yakınlığına göre değişmektedir.	Eleren (2010: 405-416)	(AAÖ)

5.4. Problemin AHP Yönetimi İle Çözümü

İlk adım olarak hiyerarşik yapı oluşturulmuştur. AHP yönteminde oluşturulan karar hiyerarşisi Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. AHP karar hiyerarşisi

Adım 1: Tablo 2’de Saaty’ in önem derecesi tablosuna göre oluşturulmuş bir karşılaştırma matrisi verilmiştir.

Tablo 2. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi

Ana Kriterler	EKF	PAF	SKF	OYF
EKF	1,00	2,00	4,00	0,50
PAF	0,50	1,00	3,00	0,25
SKF	0,25	0,33	1,00	0,20
OYF	2,00	4,00	5,00	1,00

Adım 2: Her bir matris değeri her bir sütun toplamına bölünmüştür. Böylece normalize edilmiş matris bulunmuştur. Bulunan normalize matris Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Ana kriterlerin normalizasyon matrisi

Ana Kriterler	EKF	PAF	SKF	OYF
EKF	0,27	0,27	0,31	0,26
PAF	0,13	0,14	0,23	0,13
SKF	0,07	0,05	0,08	0,10
OYF	0,53	0,55	0,38	0,51

Adım 3: Matrisin satır elemanlarının ortalaması alınır ve sonucunda Tablo 4’de belirtilen yüzde önem dereceleri elde edilerek Tutarlılık Oranı (CR) 0,027 bulunmuş ve 0,1’den küçük bir değer olduğu için tutarlı olduğu görülmüştür.

Tablo 4. Ana kriterlerin yüzde önemi

Ana Kriterler	Önem ağırlıkları
EKF	0,28
PAF	0,16
SKF	0,07
OYF	0,49

Adım 4: Ana kriterlerin ardından alt kriterlerin önem dereceleri sırasıyla hesaplanmıştır. Bu bağlamda çalışmada yalnızca EKF kriterinin alt kriterlerinin bulunması ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Tablo 5’de EKF kriterinin alt kriterleri için oluşturulan karar matrisi verilmiştir.

Tablo 5.EKF'nin alt kriterleri karşılaştırma matrisi

Alt Kriterler	URM	HİM	İŞM
URM	1,00	0,33	2,00
HM	3,00	1,00	4,00
İŞM	0,50	0,25	1,00

Adım 5: Karar matrisinin her bir sütundaki değerlerin sırayla sütun toplamına bölünmesiyle oluşan normalizasyon matrisi Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6.EKF'nin alt kriterlerinin normalizasyon matrisi

Alt Kriterler	URM	HİM	İŞM
URM	0,22	0,21	0,29
HİM	0,67	0,63	0,57
İŞM	0,11	0,16	0,14

Adım 6: Normalizasyon matrisi bulunduktan sonra yüzde önemler bulunmuş ve Tablo 7’de gösterilmiştir. CR değeri 0,0158 bulunmuş ve 0,1’den küçük bir değer olduğu için tutarlı olduğu görülmüştür.

Tablo 7.EKF'nin alt kriterlerinin yüzde önemleri

Alt Kriterler	Önem ağırlıkları
URM	0,24
HİM	0,62
İŞM	0,14

Adım 7: Tablo 4’te belirtilen ana kriterlerin yüzde önemleri kendi alt kriterlerinin yüzde önem değerleri ile çarpılarak Tablo 8’de verilen global ağırlıklar elde edilmiştir.

Tablo 8. Tüm alt kriterlerin global ağırlığının bulunması

Ana Kriterler	Yerel Ağırlık 1	Alt Kriterler	Yerel Ağırlık 2	Global Ağırlık	Alt kriter için alternatiflerin önem ağırlıkları	
EKF	0,28	URM	0,24	0,07	A1	0,47
					A2	0,28
					A3	0,11
					A4	0,15
		HİM	0,62	0,17	A1	0,52
					A2	0,24
					A3	0,09
					A4	0,15
		İŞM	0,14	0,04	A1	0,47
					A2	0,31
					A3	0,14
					A4	0,08
PAF	0,16	EHY	0,75	0,12	A1	0,47
					A2	0,28
					A3	0,11
					A4	0,15
		ÜMU	0,25	0,04	A1	0,46
					A2	0,33
					A3	0,13
					A4	0,08
SKF	0,07	NÜY	0,67	0,05	A1	0,53
					A2	0,27
					A3	0,12
					A4	0,08
		İŞG	0,33	0,02	A1	0,47
					A2	0,28
					A3	0,16
					A4	0,10
OYF	0,49	ARB	0,25	0,12	A1	0,44
					A2	0,07
					A3	0,29
					A4	0,19
		AAÖ	0,75	0,37	A1	0,54
					A2	0,23
					A3	0,08
					A4	0,14

Global ağırlık çözüme en çok etki eden kriterin etki oranını ifade etmektedir. Diğer alt kriterler için de aynı işlemler tekrarlanarak Tablo 8 elde edilmiştir.

Adım 8: Her bir alt kriter için alternatifler arasında ikili karşılaştırmalar yapıp gerekli adımlar uygulanmıştır. Sonucunda elde edilen alt kriter için alternatiflerin önem ağırlıkları Tablo 8’de verilmiştir.

Global ağırlıklar incelendiğinde en önemli kriter OYF, en önemli alt kriter ise AAÖ olduğu görülmektedir.

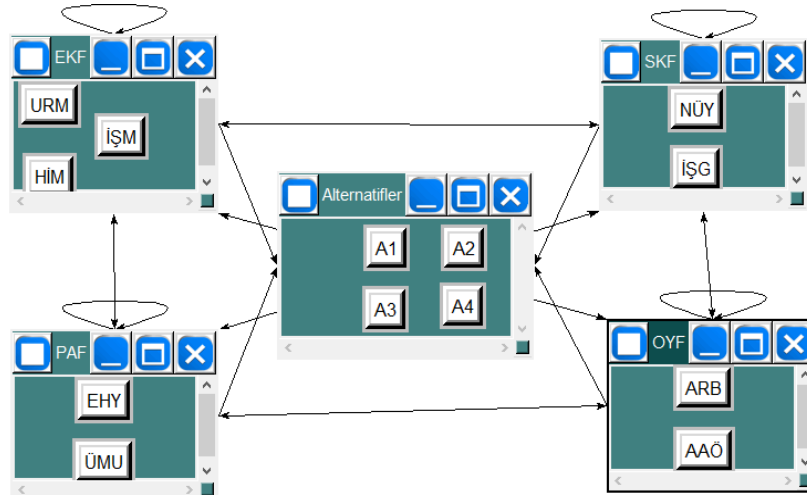
Adım 9: Her bir alt kriter için hesaplanan alternatiflerin önem ağırlıkları ile global ağırlıklar çarpılarak Tablo 9’da verilen sonuç elde edilmiştir. Sonuç incelendiğinde Yahşihan ilçesinde belirlenen A1 arazisine medikal depo yapılması gerektiği görülmektedir.

Tablo 9: AHP yönteminin sonuç tablosu

Alternatifler	Ağırlıklar
A1	0,502
A2	0,234
A3	0,122
A4	0,142

5.5. Problemin ANP Yöntemi İle Çözümü

ANP yönteminin ilk aşaması olan ağ yapısının kurulması Şekil 4’de gösterildiği gibi olmaktadır. Bu aşamada birbirini etkileyen alt kriterler birbiri ile bağdaştırılmıştır. Aynı şekilde alternatifler de tüm alt kriterler ile bağdaştırılarak yapı oluşturulmuştur.



Şekil 4. ANP yöntemi ağ yapısı

Ardından kriter ve alternatifler arasında oluşan ilişkilere göre ikili karşılaştırma matrisleri ile ağırlıklar elde edilmiştir. Tutarlılık sonuçları 0.1'den küçük olduğu için tutarlı olduğu anlaşılmaktadır. Ağırlıklandırılmamış süper matrisin oluşturulması ile limit süper matrisi de oluşturularak alternatif ve kriterlerin önemleri sıralanmıştır. ANP yöntemine göre en önemli kriter 0,66373 değeriyle Özel Yer Seçim Faktörü (OYF) kriterinin alt kriteri olan Arsa ve Arazi Özelliği(AAÖ)'dir. En yüksek ağırlığa sahip olan kriter en önemli kriterdir. Önem derecesi en az olan kriter ise 0,11982 değeriyle Ekonomik Faktörler(EKF) kriterinin alt kriteri olan İş Gücü Maliyeti(İŞM)'dir. Böylelikle İş Gücü Maliyeti(İŞM) medikal depo yeri seçiminde en az etkiye sahip kriter olarak belirlenmiştir. Tablo 10'da hesaplanan alt kriter ağırlıkları gösterilmiştir.

Tablo 10. ANP yöntemi kriter ağırlıkları

Kriterler	Alt Kriterler	Ağırlıklar
Ekonomik Faktörler(EKF)	Ulaştırma Maliyeti(URM)	0,29064
	Hizmet Maliyeti(HİM)	0,58954
	İş Gücü Maliyeti(İŞM)	0,11982
Pazar Faktörü(PAF)	Eczane ve Hastanelere Yakınlık(EHY)	0,60833
	Üretim Merkezine Uzaklık(ÜMU)	0,39167
Sosyal ve Kültürel Faktör(SKF)	Nüfus Yoğunluğu(NÜY)	0,39455
	İş Gücü(İŞG)	0,60545
Özel Yer Seçim Faktörü(OYF)	Arazi Büyüklüğü(ARB)	0,33627
	Arsa ve Arazi Özelliği(AAÖ)	0,66373

Tablo 11’de görüldüğü gibi ANP yönteminde en uygun kriterlere sahip bölge Yahşihan’dır. ANP yöntemi ile medikal depo yeri seçim problemi Super Decisions Programı yardımı ile çözülmüştür.

Tablo 11. ANP yöntemi sonuç tablosu

Alternatifler	Ağırlıklar
A1	0,40027
A2	0,25374
A3	0,15967
A4	0,18632

5.6. Çözüm Yöntemlerinin Karşılaştırılması

AHP ve ANP yöntemlerinin kullanılarak yapıldığı çalışmanın her ikisinde de en önemli alt kriter AAÖ çıkmıştır. Fakat genel kriter sıralamaları ve önem ağırlık değerleri değişmiştir. AHP’de sırası ile en önemliden önemsizye doğru; AAÖ, EHY, NÜY, HİM, İŞG, ÜMU, ARB, URM, İŞM şeklindedir. ANP yönteminde ise bu sıra; AAÖ, EHY, İŞG, HİM, NÜY, ÜMU, ARB, URM, İŞM şeklindedir. Bu değişikliğin sebebi iki yöntem arasındaki farklılıklardır. İki yöntemin en iyi alternatif seçimine bakıldığında değişiklik olmadığı görülmektedir. En uygun bölge Yahşihan ilçesine ait olan A1’dir. Ardından takip eden bölgeler sırasıyla Keskin, Sulakyurt ve Delice’dir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, medikal depo yeri seçimi problemi için Kırıkkale ilinde belirlenen Yahşihan, Keskin, Delice ve Sulakyurt olmak üzere dört bölge arasından seçim yapılmıştır. Medikal depo kuruluş yeri seçimi için, ulaşım, hammadde, pazara yakınlık, nüfus, işgücü vb. maliyet unsurları dikkate alınarak Yahşihan ilçesi seçilmiştir. Böylece işletmeciyeye, tedarikçiyeye, üreticiye ve müşteriye fayda sağlanmak istenmiştir. Hammaddeye yakın olan bir işletme, taşıma maliyetini düşürmektedir. Nüfus yoğunluğu fazla olan bölgelerde tıbbi maddelere ve ilaçlara olan ihtiyaç artmaktadır. Tüm bu özellikler dikkate alındığında; sağlık kuruluşları sayısı, nüfus, ulaşım yolları ve altyapı bilgileri en önemli etkenler arasındadır. Bu bilgiler ışığında literatür taraması yapılarak gerekli kriter ve alternatifler belirlenmiştir. Kriter ve alternatiflerin belirlenmesinin ardından AHP ve ANP uygulama adımları gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma sürecinde medikal depo yeri seçimi hakkında oldukça az çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmada medikal depo yeri seçim problemi, AHP ve ANP yöntemleri ilk kez karşılaştırılmış ve literatüre katkı sağlaması amaçlanmıştır.

Bu çalışmaya daha farklı kriterler ilave ederek ve alternatifleri genişletilerek karşılaştırmalar yapılabilir. Oluşturulan yeni kriter ve alternatifler ile başka ÇKKV teknikleri kullanılıp çözüm sonucu elde edilebilir.

7. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2020/1 kapsamında 1919B012001288 başvuru numaralı proje ile desteklenmektedir. TÜBİTAK kurumuna teşekkürlerimizi sunarız.

8. KAYNAKÇA

Abdullahi, S., Mahmud, A. R. B., & Pradhan, B. (2014). Spatial modelling of site suitability assessment for hospitals using geographical information system-based multicriteria approach at Qazvin city, Iran. *Geocarto International*, 29(2), 164-184. DOI: 10.1080/10106049.2012.752531

Aktepe, A., & Ersöz, S. (2014). AHP-VIKOR ve MOORA yöntemlerinin depo yeri seçim probleminde uygulanması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 25, 2-15.

Akyüz, G., & Kılınç, E. (2016). Kuruluş yeri seçiminde bulanık TOPSIS yönteminin kullanımı: sağlık sektöründe bir uygulama. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(33), 590-608.

Aydın, Ö. (2009). Bulanık çok ölçütlü karar yöntemleri ile Ankara için hastane yer seçimi uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 87-104. 87-104.

Arslan, M. (2020). Ecza deposu seçiminde AHP yönteminin uygulanması. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 44(2), 253-264. DOI: 10.33483/jfpau.709528.

Baran, S. (1995). Katı atık (çöp) depo yerlerinin seçimi ve inşasındaki bazı ana hususlar. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 46, 52-54.

Cömert, S. E., & Yener, F. (2016). Bir gıda firması için bulanık analitik hiyerarşi prosesi ile depo yeri seçimi. *Uluslar Arası İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 2(2), 161-177.

Dağdeviren, M., & Eren, T. (2001). Analytical hierarchy process and use of 0-1 goal programming methods in selecting supplier firm. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 16(2), 41-52.

Ecer, F., Açıkgozoğlu, S., & Yaman, F. (2009). Analitik ağ süreci (AAS) ve web sitelerinden yararlanarak otel seçimi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1), 187-207.

Ecer, F., & Dündar, S. (2009). Analitik ağ süreci yöntemleriyle cep telefonu seçimi. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 10(2), 153-170.

Eleren, A. (2010). Kuruluş yeri seçiminin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile belirlenmesi; deri sektörü örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(2), 405-416.

Emeç, Ş., & Akkaya, G. (2018). Sağlık sektöründe zihinsel iş gücü değerlendirilmesi ve bir uygulama. *Ergonomi*, 1(3), 156-162. doi.org/10.33439/ergonomi.470474

Eren, T., Cihan, Ş., Ayan, E., Topal, T., & Yıldırım, E. K. (2017). Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile ekokardiyografi cihazı seçiminin yapılması. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 4(1), 41-49.

Erol, V., & Başlıgil, H. (2005). İşletmelerde yönetim bilişim sistemi yazılımı seçimi için analitik hiyerarşi prosesi ve yapay sinir ağları modeli. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 107-120.

Gül, E. ve Eren, T., (2017). Lojistik dağıtım ağ problemlerinde analitik hiyerarşi prosesi yöntemi ve hedef programlama ile depo seçimi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(1), 1-13.

İnce, Ö., Bedir, N., & Eren, T. (2016). Hastane kuruluş yeri seçimi probleminin AHP ile modellenmesi: Tuzla ilçesi uygulaması. *Gazi Sağlık Birimleri Dergisi*, 1(3), 08-21.

Kahraman, C., Ruan, D., & Doğan, İ. (2003). Fuzzy group decision-making for facility location selection. *Information Science*, 157(1), 135-153. DOI: 10.1016/S0020-0255(03)00183-X

Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü (2019). Tedarik Planlama, Stok ve Lojistik Yönetimi Daire Başkanlığı Medikal Depo ve Stok Yönetimi. *Kamu Hastaneleri Genel Müdürlüğü Tedarik Planlama, Stok ve Lojistik Yönetimi Daire Başkanlığı Medikal Depo ve Stok Yönetimi* PDF Free Download (docplayer.biz.tr). (Erişim Tarihi: 15 Mart 2020).

Karabıçak, Ç., Boyacı, A. İ., Akay, M. K., & Özcan, B. (2016). Çok kriterli karar verme yöntemleri ve karayolu şantiye yeri seçimine ilişkin bir uygulama. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13, 106-121.

Maccarthy, B. L., & Atthirawong, W. (2003). Factors affecting location decisions in international operations-a Delphi study. *International Journal of Operations & Production Management*, 23(7), 794-818. DOI: 10.1108/01443570310481568

Oral, N. Yumuşak, R. Eren, T. (2021). AHP ve ANP yöntemleri kullanılarak tehlikeli madde depo yeri seçimi: Kırıkkale ilinde bir uygulama, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, (basımda).

Owen, S. H., & Daskin, M. S. (1998). Strategic facility location: a review. *European Journal of Operation Research*, 111(3), 423-447. doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00186-6

Önüt S., Tuzkaya, U. R., & Kemer, B. (2008). An analytical network process approach to the choice of hospital location. *Journal of Engineering and Natural Sciences*, 25(4), 367-379.

Özbek, A., & Erol, E. (2016). COPRAS ve MOORA yöntemlerinin depo yeri seçim probleminde uygulanması. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 2(1), 23-42.

Özbek, A., & 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, E.C., Danişan, T., Yumuşak, R., Eren, T. (2020). An artificial neural network model supported with multi criteria decision making approaches for maintenance planning in hydroelectric power plants, *Eksploatacja I Niezawodność - Maintenance and Reliability*, 22(3), 400-418, <http://dx.doi.org/10.17531/ein.2020.3.3>.

Özcan, E.C., Yumuşak, R., Eren, T.(2019) Risk Based Maintenance in the Hydroelectric Power Plants, *Energies*, 12 (8): 1502-1523. <https://doi.org/10.3390/en12081502>

Özder, E. H., & Eren, T. (2016). Çok ölçütlü karar verme yöntemi ve hedef programlama teknikleri ile tedarikçi seçimi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 196-207. DOI: 10.15317/Scitech.2016320515

Özkan, O., Bayın, G., & Yeşilaydın, G. (2015). Sağlık sektöründe yalın tedarik zinciri yönetimi. *Online Academic Journal of Information Technology*, 6(18), 71-93.

Saaty, T. L. (1999, August). Fundamentals of the analytic network process. In *Proceedings of the 5th International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*, 12-14.

Sarkis, J. (1998). Evaluating environmentally conscious business practices. *European Journal of Operational Research*, 107(1), 159-174. [doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00160-4](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00160-4)

Sonel, E., Gür, Ş., & Eren, T. (2019). Çok ölçütlü karar verme ile sağlık turizmde şehir seçimi ve analizi. *Uluslararası Global Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 27-39.

Tektaş, A., & Hortaçsu, A. (2003). Karar vermede etkinliği artıran yöntem: analitik hiyerarşi süreci ve mağaza seçiminde uygulanması. *İktisat İşletme ve Finans Dergisi*, 18(209), 52-61. DOI: 10.3848/iif.2003.209ek.1648

Triantaphyllou, E., & Mann, S. H. (1995). Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering applications: some challenges. *International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, 2(1), 35-44.

Urfaloğlu, F., & Genç, T. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleri ile Türkiye'nin ekonomik performansının Avrupa Birliği üye ülkeleri ile karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B. Dergisi*, 35(2), 329-360.

Ustasülayman, T., & Perçin, S. (2007). Analitik ağ süreci yaklaşımıyla kuruluş yeri seçimi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 37-55.