

SAĞLIK İŞLETMELERİNDE NEFELOMETRE CİHAZI ALTERNATİFLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ – DEMATEL - MULTIMOORA BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIMI

Aşkın ÖZDAĞOĞLU*, Murat Kemal KELEŞ**, Fatma YÖRÜK EREN***

ÖZ

Sağlık işletmelerinde çeşitli hastalıkların tespiti için çok farklı analizlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu analizlerin gerçekleştirilmesi için laboratuvarlarda farklı cihazlar kullanılmaktadır. Nefelometre cihazı, bir sağlık işletmesi için oldukça önem arz eden bu cihazlardan birisidir. Bu çalışma kapsamında bir sağlık işletmesinde nefelometre cihazı alternatifleri belirlenen dokuz farklı kriter incelenerek değerlendirme yapılmıştır. Bu kriterler, uzman doktorlar, laboratuvar çalışanları ve tıbbi cihaz satış yetkilileri ile mülakatlar ve literatür araştırması sonucunda belirlenmiştir. Bu bağlamda, kriter ağırlıkları Dematel yöntemi ile bulunmuş, ardından alternatiflerin değerlendirilmesi sırasında Multimoora yöntemi içine entegre edilmiştir. Multimoora yöntemi ile üç adet nefelometre cihazının sıralaması yapılmıştır.


Anahtar Sözcükler: *Nefelometre Cihazı, Çok Ölçütlü Karar Verme, Dematel, Multimoora*

EVALUATION OF NEPHELOMETERE DEVICE ALTERNATIVES IN HEALTH ORGANIZATIONS - DEMATEL-MULTIMOORA INTEGRATED APPROACH


ABSTRACT

Many different analyses are necessary for detecting diseases in health organizations. Many different devices have been used in laboratories for making these analyses. Nephelometer is one of these devices that is very important for a health facility. In this study, the evaluation for nephelometer device alternatives in a health organization has been made by taken into consideration nine different


* Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi İşletme Bölümü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Anabilim Dalı, İzmir, E-posta: askin.ozdagoglu@deu.edu.tr

 <https://orcid.org/0000-0001-5299-0622>

** Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Keçiborlu Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Isparta, E-posta: muratkemalk@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0374-6839>

*** Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Muhasebe ve Finansal Yönetim Bölümü, Isparta, E-posta: yoruk.fatma@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0687-8749>

criteria. These criteria were determined by interviews with specialist doctors, laboratory workers and medical device sales representatives and by a literature review. In this context, the aforementioned criteria weights have been found with Dematel method. Then, these weights have been integrated into Multimoora method for evaluating alternatives. The order of three nephelometer devices was made by Multimoora method.

Keywords: *Nephelometer Device, Multi-Criteria Decision Making, Dematel, Multimoora*

GİRİŞ

Sağlık sektörü toplum sağlığının korunması açısından diğer sektörlerden farklı bir konuma sahiptir. Halk sağlığının korunması için hastanelerde pek çok tahlil gerçekleştirilmektedir. Bu tahlillerin yapılabilmesi için hastane laboratuvarlarında farklı amaçlarla kullanılan pek çok cihaz mevcuttur.

Nefelometre cihazı da bunlardan birisidir. Nefelometre cihazı ile hastadan alınan kan örneği ile enfeksiyon ve immünolojik testler yapılmaktadır. Test sonucuna göre tedavi planlanmaktadır. Tedavinin etkinliğini değerlendirmek için yine bu cihazlar kullanılarak gerekli kontroller yapılmaktadır.

Tahlillerin doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi uygun cihazların kullanılmasına bağlıdır. Doğru cihazın seçimi ise pek çok kriterin bir arada değerlendirilerek tüm alternatiflerin incelenmesini gerektirmektedir. Farklı kriterleri bir arada inceleyerek en uygun alternatifin belirlenmesinde kullanılan yöntemler çok ölçütlü karar verme yöntemleri olarak adlandırılmaktadır.

Bu amaca yönelik olarak bir sağlık organizasyonunda laboratuvar çalışanları, nefelometre cihazı satış temsilcileri, doktorlar ve hemşirelerden oluşan konunun uzmanları ile görüşmeler yapılarak nefelometre cihazı seçiminde dikkate alınması gereken kriterler ve hastanenin satın alabileceği nefelometre cihazı alternatifleri belirlenmiştir. Ardından kriter ağırlıklarını ve alternatiflerin her bir kriter açısından durumunu ortaya koymak amacıyla bir form hazırlanmış ve bir sağlık organizasyonundaki laboratuvar çalışanları, nefelometre cihazı satış temsilcileri, doktorlar ve hemşirelerin görüşleri istenmiştir.

Çalışmada bu amaçla giriş bölümünün ardından Dematel ve Multimoora yöntemlerinin işleyişi matematiksel olarak açıklanmıştır. Daha sonra bu yöntemlere ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Ardından uygulama kısmında yapılan analizlerin sonuçları değerlendirilmiştir.

Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

DEMATEL- MULTIMOORA BÜTÜNLEŞİK YAKLAŞIMI

Karar verme, belirlenen amacı gerçekleştirmek üzere mevcut alternatifler arasından belirlenen kriterler dikkate alınmak suretiyle en uygun alternatifin seçilmesidir. Karar verme olayı bir problem çözme sürecidir. Geleceğin belirsiz olması da karar vermeyi zorlaştırmaktadır. Karar verirken tüm alternatifler detaylı bir şekilde değerlendirilir (Özbek, 2017).

İşletme yöneticileri açısından en temel görev karar vermedir. Yöneticiler, geçmişte karar verirken sezgilerini, tecrübelerini ve sınırlı bilgilerini kullanırken artan rekabet koşulları, maliyetler, ilişkilerin karmaşıklaşması gibi nedenlerden dolayı karar süreçlerini analitik olarak değerlendirmelidirler. Yöneticiler karar vermekle bir sürecin sonunu açıklamış olurlar. Karar verme sürecinin aşamaları da şu şekilde sıralanabilir (Can, 2015):

- Amaç belirlenmesi ya da sorun tanımlanması,
- Amaçların ve sorunların irdelenmesi,
- Alternatiflerin belirlenmesi,
- Alternatiflerin irdelenmesi ve değerlendirilmesi,
- Seçim kriterlerinin belirlenmesi ve seçimin yapılması.

Karar verme sürecine analitik olarak yaklaşabilmek için kararı meydana getiren unsurların önceden belirlenmesi gerekmektedir. Karar verme sürecinde rol alan unsurlar; karar vericiler, amaç, karar kriterleri, alternatifler, olaylar, kriter ağırlığı, ölçme ve sonuç olarak sıralanabilir (Özbek, 2017).

Çoğu durumda, karar verme problemlerinde birden fazla kriterin bir arada değerlendirilerek en uygun alternatifin seçilmesi gerekmektedir. Bu kriterlerin yapısı da birbirinden farklı olabilmektedir. Çeşitli nitel ve nicel kriterlerin birlikte incelenmesi gerekebilmektedir. Buna ilave olarak bazı kriterler açısından değer daha küçük olması daha iyi bir durumu simgeleyebilmektedir. İşte tüm bu durumlara çözüm sağlamak amacıyla geliştirilen yöntemler "Çok Kriterli Karar Verme" (ÇKKV) başlığı altında toplanmaktadır.

Bir karar verme probleminde tek bir kriter göre karar verilecekse en iyi alternatifin belirlenmesi kolaylıkla sağlanabilmekteyken, karar verme sürecini etkileyen çok sayıda kriter varsa karar verme durumu zorlaşmaktadır. Günümüzde, hem günlük hayatta karşılaşılan karar verme problemlerinde hem de işletmelerde verilmesi gereken karar süreçlerinde birden fazla kriteri barındıran problemleri çözmek için farklı çok kriterli karar verme yöntemleri geliştirilmiştir. En sık kullanılan ÇKKV yöntemleri, seçme,

sıralama ve sınıflandırma olarak üç grupta karşımıza çıkmaktadır (Çelikbilek, 2018).

Seçim problemlerinde, en iyi alternatifin belirlenmesi veya çok sayıda alternatifin bulunduğu birbirleriyle kıyaslanması zor veya eşit ağırlıklara sahip bir küme içerisinde en iyi seçimin yapılması amaçlanmıştır. Sınıflandırma problemlerinde alternatifler, belirlenmiş kriter ya da tercihlere göre sınıflandırılırlar. Böylelikle benzer özellikleri ve davranışları gösteren alternatifler bir araya getirilmiş olur. Sıralama problemlerinde ise alternatifler iyiden kötüye doğru ölçülebilir ya da tanımlanabilir bir şekilde sıralanırlar (Turan, 2015).

Bu bölümde ÇKKV yöntemlerinden DEMATEL ve Multimoora yöntemlerinin algoritmaları anlatılacaktır:

DEMATEL Yöntemi

DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory) kriterler arasındaki etkileşimleri dikkate alarak kriter ağırlıklarını bulmada kullanılan bir yöntemdir (Hwang ve Lin, 1987). DEMATEL yönteminin işleyişi aşağıda matematiksel bir yapıda sunulmaktadır (Asan, Kadaifci, Bozdağ, Soyer ve Serdarasan, 2018):

İlk aşamada başlangıç direkt ilişki matrisinin oluşturulması gerekmektedir. Kriterler arasındaki etkileşimleri belirlemek amacıyla kullanılan ölçek Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: DEMATEL Değerlendirme Ölçeği

Sözel İfade	Sayısal Karşılığı
Hiç Etkisi Yok	0
Düşük Düzeyde Etkili	1
Orta Düzeyde Etkili	2
Yüksek Düzeyde Etkili	3
Çok Yüksek Düzeyde Etkili	4

Başlangıç direkt ilişki matrisinin oluşturulması için konunun uzmanları tarafından kriterlerin arasındaki etkileşimler Tablo 2’deki ölçek vasıtasıyla belirlenir.

i, j : değerlendirme kriterleri; $i = 1, 2, 3, \dots, n$

d_{ij} : i . kriterin j . kriter üzerindeki etki değeri

D : başlangıç direkt ilişki matrisi

Başlangıç direkt ilişki matrisinin yapısı Eşitlik 1’de gösterilmiştir.

$$D = [d_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & d_{12} & \dots & d_{1n} \\ d_{21} & 0 & \dots & d_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 1}$$

Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

Eşitlik 1’de görüldüğü üzere köşegen değerleri satır ve sütunda aynı ifadeler yer alacağı için 0 olacaktır. Ayrıca kriterlerin arasındaki ikili etkileşimleri gösterdiğinden dolayı bu matris her durumda kare matristir.

Uzmanlar tarafından başlangıç direkt ilişki matrisi hazırlandıktan sonra bu matrisin normalleştirilmesi gereklidir. Normalizasyon işlemi Eşitlik 2’de gösterildiği şekilde yapılmaktadır.

s_{ij} : *i. kriterin j. kriter üzerindeki normalleştirilmiş etki değeri*

$$s_{ij} = \frac{d_{ij}}{\max\{\sum_{j=1}^n d_{ij}\}} \quad \text{Eşitlik 2}$$

Bu işlemin başlangıç direkt ilişki matrisindeki her bir hücreye uygulanması sonucunda normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi meydana çıkmaktadır.

S : *normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi*

Normalleştirilmiş direkt ilişki matrisinin yapısı Eşitlik 3’te gösterilmiştir.

$$S = [s_{ij}] = \begin{bmatrix} 0 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & 0 & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 3}$$

Eşitlik 3’te gösterilen normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi de Eşitlik 1’deki gibi bir kare matristir.

Daha sonra, normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi kullanılarak toplam ilişki matrisi hesaplanır.

I : *birim matris*

T : *toplam ilişki matrisi*

Toplam ilişki matrisinin hesaplanması Eşitlik 4’te gösterilmiştir.

$$T = \lim_{x \rightarrow \infty} (S + S^2 + S^3 + \dots + S^x) = \frac{S}{I-S} \quad \text{Eşitlik 4}$$

Eşitlik 4’teki işlem sonucu oluşan toplam ilişki matrisinin yapısı Eşitlik 5’te verilmiştir.

$$T = [t_{ij}] = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n1} & t_{n2} & \dots & t_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 5}$$

Bu işlemin ardından, toplam ilişki matrisi satır ve sütun toplamları alınır. Satır toplamlarının alınması Eşitlik 6’da sütun toplamlarının alınması ise Eşitlik 7’de gösterilmiştir.

R_i : *toplam ilişki matrisindeki i. satır değerlerinin toplamı*

C_i : *toplam ilişki matrisindeki i. sütun değerlerinin toplamı*

$$R_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}; \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 6}$$

$$C_i = \sum_{j=1}^n t_{ji}; \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 7}$$

Aşkın Özdağoğlu, Murat Kemal Keleş, Fatma Yörük Eren

Bu değerler yardımıyla normalize edilmemiş kriter ağırlıkları belirlenir. Normalizasyon öncesi kriter ağırlıklarının hesaplanması Eşitlik 8'de gösterilmiştir.

nw_i : *i. kriterin normalize edilmemiş ağırlık değeri*

$$nw_i = \sqrt{(R_i + C_i)^2 + (R_i - C_i)^2}; \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 8}$$

Bu işlemin sonrasında her bir kriter için normalizasyon işlemi Eşitlik 9 kullanılarak gerçekleştirilir.

w_i : *i. kriterin normalize edilmiş ağırlık değeri*

$$w_i = \frac{nw_i}{\sum_{i=1}^n nw_i}; \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 9}$$

Eşitlik 9 ile değerlendirmede dikkate alınması gereken kriterlerin ağırlık değerleri tespit edilmiş olur.

Çalışmada kullanılan DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) yöntemi ile literatürde çok sayıda çalışma yapıldığı görülmüştür. DEMATEL yöntemi ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır.

Adalı ve Işık (2016) yaptıkları çalışmada; tekstil sektöründe faaliyet gösteren firmalar için en iyi üçüncü parti lojistik tedarikçisi belirleme konusunda, DEMATEL, Analitik Ağ Süreci (AAS) ve Veri Zarflama yöntemlerinin bütünlük olarak kullanıldığı bir uygulama yapmışlardır. On adet kriter, DEMATEL ve AAS ile değerlendirilmiş, değerlendirilen kriterlere göre on adet tedarikçi firma Veri Zarflama yöntemi ile sıralanmıştır.

Ar, Gökşen ve Tuncer (2015) çalışmalarında; kablo sektöründe polietilen tedarikçisi seçme problemine çözüm aramışlardır. Çalışmada, DEMATEL yöntemi ile Analitik Ağ Süreci (AAS) için gerekli olan 5 ana kritere ait 17 alt kriter için hiyerarşik yapı oluşturulmuş, AAS ile kriter ağırlıkları belirlenmiş ve VIKOR (Vlsekriterijumsko KOMpromisno Rangiranje) yöntemi ile 3 alternatif tedarikçi firmanın sıralaması yapılmıştır.

Aksakal ve Dağdeviren (2010), bir firmanın personel seçimi problemine çözüm aramışlardır. Çalışmada personel seçimi 4 aday arasından yapılmış, değerlendirmede 6 kriter baz alınmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile kriterlerin birbirleri arasındaki ağırlıkları belirlenmiş daha sonra AAS yöntemi ve DEMATEL yöntemi beraber kullanılarak personel seçim problemi çözümlenmiştir.

Gürbüz ve Çavdarıcı (2018), ülkemizde geri dönüşüm sektörüne ait ve Bilim, Sanayi, Teknoloji Bakanlığınca belirlenmiş olan sorun alanlarını DEMATEL ve Gri DEMATEL bütünlük yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Çevre mühendisi 5 kişilik bir uzman grup 5 adet sorun alanı belirlemiştir. Değerlendirme sonucunda, geri dönüşümün zayıf yönleri olarak belirlenen 5 kriter arasından "Uygulama" kriteri ilk sırada yer alırken "Bilinç düzeyi ve farkındalık" kriteri son sırada yer almıştır.

Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

Sarı, Ervural ve Bozat (2017); İstanbul'da faaliyet gösteren uluslararası bir sağlık firmasının tedarikçi seçimini daha sürdürülebilir hale getirmek istediğinde nasıl bir strateji izlemesi gerektiği konusu, belirlenen 12 kritere göre DEMATEL yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda, "zamanında teslimat", "fiyat", "teknoloji kapasitesi", "hizmet performansı", "esneklik" ve "yeşil tedarik zinciri" kriterlerinin incelenen firma için tedarikçi seçiminde öncelikli öneme sahip kriterler olduğu ortaya çıkmıştır.

Battal (2018) yapmış olduğu çalışmada, Türkiye'de havayolu taşımacılığına ait sekiz adet finansman sorununu, DEMATEL yöntemiyle analiz etmiş, finansal sorunların hangilerinin neden, hangilerinin sonuç olduğunu saptamıştır.

Karaoğlan (2016) yaptığı çalışmada, bir otel işletmesinin fotoğrafçılık hizmetleri için dış kaynak kullanımı seçim problemine DEMATEL ve VIKOR yöntemleri ile çözüm aramıştır. Sekiz adet kritere ait ağırlık ve kriterler arasındaki ilişkileri DEMATEL yöntemi ile belirlemiş ve beş adet alternatif arasından seçimi VIKOR yöntemi ile yapmıştır.

Liang, Ren, Gao, Gao, Luo, Dong ve Scipion (2016) yapmış oldukları çalışmada, Çin'deki biyoyakıt endüstrisinin sürdürülebilir kalkınmasını arttırmak, paydaş ve karar vericilere uygun stratejik önlemleri hazırlamalarında yardımcı olmak amacıyla kritik başarı faktörlerini DEMATEL yöntemi ile tespit etmişlerdir.

Ho, Feng, Lee ve Yen (2012) çalışmalarında, regresyon analizi ve DEMATEL yöntemlerini kullanarak tedarikçi-kalite performans değerlendirmesi yapmışlardır. Kalite performans kriterlerinin değerlendirilmesinde, etkileyen ve etkilenen kriterler DEMATEL yöntemi ile tespit edilmiştir.

Wang ve Tzeng (2012) yaptıkları çalışmada, DEMATEL, ANP ve VIKOR yöntemlerini bütünleşik olarak kullanarak marka pazarlamadaki önemli kriterlerin birbirleriyle ilişkilerini açıklamış, mevcut problemleri ve boşlukları tespit etmişlerdir. Tayvan'daki üç elektronik imalat şirketinde müşteri marka pazarlaması memnuniyeti uygulaması yapmışlardır.

Vujanovic, Momcilovic, Bojovic ve Papic (2012) yapmış oldukları çalışmada; araç filosu enerji verimliliğini arttırmak için bakım yönetimi göstergelerinin etkisini ANP ve DEMATEL yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Bu bağlamda dokuz adet göstergenin birbirine bağımlılık seviyesi ve ağırlıkları belirlenmiştir. Geliştirilen model Sırbistan Cumhuriyeti'nde karayolu filosu olan çok sayıda şirkette yöneticilerin değerlendirilmesi için uygulanmıştır.

Aşkın Özdağoğlu, Murat Kemal Keleş, Fatma Yörük Eren

Horng, Liu, Chou ve Tsai (2013) çalışmalarında, geleceğe yönelik bir restoran mekânının tasarımı için, yaratıcılık boyutunu içeren altı adet kriter arasındaki nedensel ilişkiyi DEMATEL yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada, restoran tasarımcıları ve yöneticilerinin, restoranın büyümesini ve rekabet gücünü arttırmada yardımcı olabilecek niteliklerini belirlemesine yardımcı olmak amaçlanmıştır.

Erkayman, Khorshidi ve Usanmaz (2018), en iyi ERP dağıtım stratejisini seçmek için bulanık DEMATEL ve EDAS yöntemlerini bütünlük olarak kullanmışlardır. Çalışmada, mobilya şirketlerine ERP hizmeti veren bir firma üzerinde uygulama yapılmıştır. Dört ana kriter ve on bir alt kriter değerlendirilmiştir.

Muhammad ve Cavus (2017) yapmış oldukları çalışmada, on iki adet öğrenme yönetim sistemi değerlendirme kriteri arasındaki ilişki ve söz konusu kriterlerin birbirleri üzerindeki etkilerini Bulanık DEMATEL yöntemi yardımıyla ortaya koymuşlardır.

DEMATEL yönteminin sağlık sektöründe kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Shieh, Wu ve Huang (2010) yılında yaptıkları çalışmada, Tayvan'da Show Chwan hastanesinde hastalar ve hasta yakınlarının hizmet kalitesine yönelik değerlendirmede dikkate aldıkları kriterlerin arasındaki ilişkileri belirlemek ve önem puanlarını saptamak amacıyla DEMATEL yönteminden yararlanmışlardır.

Supeekit, Somboonwivat ve Kritchanhai (2016), hastane tedarik zinciri etkinliğini belirlemek ve hastane yönetimini bu konuda bilgilendirmek amacıyla DEMATEL ve ANP yöntemlerini kullanmışlardır.

Nilashi vd. (2019) yılında yaptıkları çalışmada, sağlık turizminin benimsenmesine etki eden faktörleri değerlendirmek amacıyla DEMATEL ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır.

Mahmudi vd. (2019) kalp krizine müdahalede kritik başarı faktörlerini belirlemek üzere Bulanık DEMATEL yöntemini kullanmışlardır.

İzleyen kısımda alternatiflerin değerlendirilmesi için kullanılan Multimoora yönteminin matematiksel işleyişi açıklanacaktır.

Multimoora Yöntemi

Multimoora (Multi Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis) 2010 yılında Brauers ve Zavasdkas tarafından ortaya konulmuş olup, Moora oran, Moora referans noktası ve Moora tam çarpım formu yaklaşımlarının bütünsel bir değerlendirmesidir (Özbek, 2017). Multimoora yönteminin işleyişi aşağıda matematiksel bir yapıda sunulmaktadır (Brauers ve Zavasdkas, 2010):

Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

Multimoora yaklaşımında ilk olarak bir karar matrisinin mevcudiyeti gereklidir. Karar matrisi uzmanlar tarafından oluşturulmaktadır.

i : alternatifler; $i = 1, 2, 3, \dots, m$

j : kriterler; $j = 1, 2, 3, \dots, n$

x_{ij} : j . kriter açısından i . alternatifin sahip olduğu değer

X : karar matrisi

Bu sembollere göre oluşturulan karar matrisi Eşitlik 10'da verilmiştir.

$$X = [x_{ij}] = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 10}$$

İzleyen adımda uzmanlar tarafından oluşturulan karar matrisinin normalleştirilmesi gerekmektedir. Multimoora yönteminde normalleştirme işlemi vektör normalizasyonu ile gerçekleştirilir. Vektör normalizasyonu işlemi Eşitlik 11'de verilmiştir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}; \quad \forall i, j \text{ için} \quad \text{Eşitlik 11}$$

Bu işlemin karar matrisindeki tüm hücrelere uygulanması sonucu normalize karar matrisi oluşur. Normalize karar matrisinin yapısı Eşitlik 12'de gösterilmiştir.

X^* : normalize karar matrisi

$$X^* = [x_{ij}^*] = \begin{bmatrix} x_{11}^* & x_{12}^* & \dots & x_{1n}^* \\ x_{21}^* & x_{22}^* & \dots & x_{2n}^* \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1}^* & x_{m2}^* & \dots & x_{mn}^* \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 12}$$

Normalize karar matrisi kullanılarak Moora-Oran yaklaşımına göre her bir alternatifin performans değeri Eşitlik 13 ile belirlenir.

j : değer büyük olmasının iyi olduğu kriterler; $j = 1, 2, 3, \dots, g$

j : değer küçük olmasının iyi olduğu kriterler; j

$= g + 1, g + 2, g + 3, \dots, n$

y_i^* : i . alternatifin performans değeri

$$y_i^* = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^*; \quad \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 13}$$

Moora-Oran yönteminde son olarak performans değerine göre alternatifler sıralanır. Burada en yüksek değer en iyi alternatifi göstermektedir. Moora-Oran yönteminin ardından Moora-Referans Noktası yaklaşımına uygun ek işlemler gerçekleştirilir. Normalize karar matrisindeki değerler vasıtasıyla her bir kriter için referans noktası hesaplanır. Referans noktasının hesaplanması Eşitlik 14 ve Eşitlik 15 ile gerçekleştirilir.

r_j : j . kriter için referans noktası

$$r_j = \min_j \{x_{1j}^*; x_{2j}^*; x_{3j}^*; \dots; x_{mj}^*\}; \quad j = g + 1, g + 2, g + 3, \dots, n$$

Eşitlik 14

$$r_j = \max\{x_{1j}^*; x_{2j}^*; x_{3j}^*; \dots; x_{mj}^*\}; j = 1, 2, 3, \dots, g$$

Eşitlik 15

Referans noktalarının bulunmasının ardından her bir alternatifin her bir kritere göre referans noktasına olan mutlak uzaklıkları hesaplanır. Bu işlem Eşitlik 16'da gösterilmiştir.

d_{ij} : *i. alternatifin j. kritere göre referans noktasına uzaklığı*

$$d_{ij} = |w_j r_j - w_j x_{ij}^*|; \forall i, j \text{ için}$$

Eşitlik 16

Bu işlemin ardından her bir alternatifin sıralaması gerçekleştirilir. Bu uzaklık değerleri küçükten büyüğe sıralanarak en iyi seçenek belirlenir. Bu işlem Eşitlik 17'de verilmiştir.

P_i : *i. alternatifin uzaklık değeri*; $\forall i$ için

$$P_i = \min_j (\max_j d_{ij}); \forall i \text{ için}$$

Eşitlik 17

Moora-Referans Noktası yaklaşımı işlemleri Eşitlik 17 ile tamamlanmaktadır. Moora-Referans Noktası yaklaşımının ardından Moora-Tam Çarpım formuna göre hesaplamalar gerçekleştirilmektedir. Moora-Tam Çarpım formunda ilk olarak değerlerin büyük olması istenen kriterler için karar matrisindeki değerler çarpılır. Ardından değerlerin küçük olması istenen kriterler için karar matrisindeki değerler çarpılır ve bu iki çarpım işleminin sonuçları her bir alternatif için sırasıyla birbirine oranlanır. Değerinin büyük olmasının daha iyi durumu yansıttığı kriterler için yapılan işlem Eşitlik 18'de, değerinin küçük olmasının daha iyi durumu yansıttığı kriterler için yapılan işlem Eşitlik 19'da verilmiştir.

A_i : *i. alternatif için değerlerin büyük olması istenen kriterlerdeki değerlerin çarpımı*

B_i : *i. alternatif için değerlerin küçük olması istenen kriterlerdeki değerlerin çarpımı*

$$A_i = \prod_{j=1}^g x_{ij}; \forall i \text{ için}$$

Eşitlik 18

$$B_i = \prod_{j=g+1}^n x_{ij}; \forall i \text{ için}$$

Eşitlik 19

Ardından bu çarpımlar birbirine oranlanarak her bir alternatifin performans değeri bulunur. Moora-Tam Çarpım formuna göre performans değeri hesaplama süreci Eşitlik 20'de gösterilmiştir.

U_i : *i. alternatifin performans değeri*

$$U_i = \frac{A_i}{B_i}; \forall i \text{ için}$$

Eşitlik 20

Bu değerlerin en yükseği Moora-Tam Çarpım formuna göre en iyi alternatifi gösterecektir. Üç farklı yaklaşıma göre bu işlemler gerçekleştirildikten sonra her bir yöntemdeki alternatiflerin sıralamasına bakılarak Multimoora ile baskınlık durumuna göre alternatifler sıralanarak tercih gerçekleştirilir.

Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

Çalışmada kullanılan Multimoora (Multi Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis) yöntemi ile literatürde çok sayıda çalışma yapıldığı görülmüştür. Yapılan çalışmalardan bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Kundakçı (2016) yapmış olduğu çalışmada, Denizli’de faaliyet gösteren bir mermer işletmesinin otomobil seçiminde MACBETH ve MULTI-MOORA yöntemlerini birleşik olarak kullanmıştır. Sekiz adet değerlendirme kriterinin ağırlığını MACBETH yöntemi ile belirlemiş, dokuz adet otomobil alternatifinin sıralamasını da MULTI-MOORA yöntemi ile yapmıştır.

Bulut (2017), yabancı yatırımcılar açısından yatırım yapılacak en uygun Organize Sanayi Bölgesi’nin (OSB) seçilmesi probleminde Multi-Moora yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, on iki adet değerlendirme kriteri kullanılmış ve dört adet OSB’nin sıralaması yapılmıştır.

Kracka, Brauers ve Zavadskas (2010) çalışmalarında, binalarda ısı kaybını en aza indiren pencere ve duvar tasarım alternatiflerinin seçiminde Multimoora yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, altı çeşit pencere ve dış duvar kombinasyonu alternatifi değerlendirilmiştir. Alternatif çiftlerinin, Oran Yaklaşımı, Referans Noktası Yaklaşımı ve Tam Çarpımsal Yaklaşım olmak üzere üç alt teknik ile ayrı ayrı analiz yapılmış ve üç yöntemde de en baskın olan seçilmiştir.

Kildiene (2013) yaptığı çalışmada, Avrupa Birliği üyesi 26 ülkenin inşaat sektöründe faaliyet gösteren KOBİ’lerinin fırsatları değerlendirme ve iş geliştirme potansiyellerini 8 kriter kullanılarak Multimoora yöntemi ile analiz etmiştir. 26 ülke içerisinde inşaat sektöründe iş fırsatlarını en iyi değerlendiren KOBİ’lerin, sırasıyla Danimarka, Birleşik Krallık ve Avusturya ülkelerinin şirketleri olduğunu tespit etmiştir.

Türe, Koçak ve Doğan (2016) çalışmalarında, yatırım yapacak olan birey, işletme ya da ülkeye ışık tutması açısından, yatırım yapılması düşünülen ülkelerin risk durumlarını Multimoora yöntemi ile analiz etmişlerdir. Çalışmada, dünya genelinde 76 ülkenin 2012 yılına ait 22 makroekonomik ve politik risk göstergesi değerlendirilmiş ve ülkelerin risk sıralaması yapılmıştır. Buna göre düşük risk sıralamasında Lüksemburg, Singapur ve Norveç ilk üç sırada yer almıştır.

Brauers, Baležentis ve Baležentis (2011) yapmış oldukları çalışmada, Avrupa Birliği üyesi devletlerin Lizbon Stratejisi 2000 – 2008’in gösterge hedeflerine ulaşmadaki performansları Bulanık Multimoora yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Ülkeler hedeflere ulaşmadaki performanslarına göre üç gruba ayrılmıştır.

Aşkın Özdağoğlu, Murat Kemal Keleş, Fatma Yörük Eren

Erdoğan (2018) yapmış olduğu çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren 5 adet katılım bankasının finansal performanslarını Multimoora yöntemiyle analiz etmiştir. Değerlendirmede 11 adet finansal rasyo, kriter olarak kullanılmıştır. Analiz sonucunda Vakıf Katılım Bankası A.Ş.’nin rasyolarının diğer bankalara üstünlük sağladığı görülmüştür.

Ceyhan ve Demirci (2017)’nin çalışmalarında, Multimoora yöntemi ile Borsa İstanbul’da (BIST) işlem gören, leasing (finansal kiralama) sektöründeki 6 finansal kiralama şirketinin finansal performansları değerlendirilmiştir. Değerlendirmede 7 adet finansal orandan yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda, finansal performans açısından Yapı Kredi Finansal Kiralama A.O. ilk sırada yer alırken, Şeker Finansal Kiralama A.Ş. son sırada yer almıştır.

Kuşakçı, Ayvaz, Öztürk ve Sofu (2019), bir havacılık firmasında istihdam edilmek üzere başvuru yapan üç adayın değerlendirilmesini hem Bulanık Multimoora yöntemi hem de bütünlük AHS-TOPSIS ile yapmışlardır. Değerlendirmede 3 ana kritere bağlı 8 alt kriter kullanılmıştır. Analiz sonuçları karşılaştırılmış ve sonuçların benzer çıktığı görülmüştür.

Özbek (2015) çalışmasında, Kırıkkale MYO’da müdür olarak görev yapacak en uygun yöneticiyi belirleme problemine, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS)-MOORA bütünlük yaklaşımı ile çözüm aramıştır. Yönetici kriter ağırlıklarını AHS ile belirlemiş ve en uygun yöneticinin seçimini de Moora-Multimoora yöntemleri ile yapmıştır. Özbek, değerlendirmede 15 adet kriter kullanmış, 5 adet yönetici arasından seçim yapmıştır.

Özdağoğlu (2014) çalışmasında; literatürde farklı çok kriterli karar verme yöntemlerinde farklı normalizasyon yöntemlerinin kullanıldığını, hatta aynı yöntem için farklı normalizasyon yöntemlerinin kullanıldığını görmüştür. Farklı normalizasyon yöntemleri uygulamasının alınan kararda bir değişiklik yaratıp yaratmadığını görmek amacıyla veri setleri türeterek Moora yöntemi için farklı normalizasyon yöntemleri uygulamıştır. Uygulamada on alternatif, beş değerlendirme kriteri kullanmıştır. Analiz sonucunda, elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır.

Sağlık alanında MULTIMOORA yönteminin kullanıldığı bazı çalışmalar da mevcuttur. Aytekin (2016) yapmış olduğu çalışmada; hastaların, Eskişehir’de faaliyet gösteren hastane tercihlerini tespit edebilmek amacıyla Multimoora yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada, 164 kişiye anket yapılarak, beş kamu, üç özel hastanenin değerlendirilmesi istenmiştir. Değerlendirmede sekiz adet kriter kullanılmıştır.

Liu, You, Lu ve Shan (2014) çalışmasında, sağlık alanında atık artıma teknolojisi seçim probleminde MULTIMOORA yöntemini kullanmışlardır.

Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

UYGULAMA

Nefelometre cihazı ile insan vücuduna giren çeşitli patojen bakterilerin varlığının tespit edildiği enfeksiyon bulguları belirlenmektedir. Ayrıca İç Hastalıkları Anabilim Dalını ilgilendiren çeşitli romatolojik ve immünolojik testlerin yapılması için yine aynı cihaz kullanılmaktadır.

Vücutta bulunan bazı komplemanlar proteinden oluşan immün sistemin (bağışıklık sistemi) önemli bir parçasıdır. Kompleman proteinleri bağışıklık sisteminin takibinde, otoimmün hastalıkların etkinliğinin izlenmesinde ve tedaviye verilen cevabın değerlendirilmesinde kullanılır. Belirli bir değer aralığına sahip komplemanlar, bazı kanserler, enfeksiyonlar ve otoimmün hastalık durumlarında anormal değerlere ulaşmaktadır. Nefelometre cihazı enfeksiyon, romatolojik ve immünolojik hastalık durumlarında teşhisin doğruluğu ve etkili tedavinin sağlanması açısından çok önemlidir.

Sağlık hizmetlerinin sürdürülmesinde yukarıda kısaca açıklanan amaçlara yönelik olarak ihtiyaç duyulan nefelometre cihazı ile ilgili çalışma kapsamında ilk olarak, laboratuvar teknisyenleri, doktorlar, hemşireler ve nefelometre cihazı satış temsilcileri ile görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler sonucunda nefelometre cihazı seçiminde dikkate alınması gereken kriterler ile bu alanda piyasada mevcut olan alternatifler belirlenmiştir.

Söz konusu kriterler Tablo 2’de görülmektedir:

Tablo 2: Kriterler

Kriter Kodu	Kriter Açıklaması
Kriter 1	Hastaya ilişkin kan sonuçları güvenilirliği (kan sonuçlarının, doğru ve güvenilir sonuç çıktısı vermesi)
Kriter 2	Kullanıcı eğitimi- oryantasyonu (cihaz firması eğitim veriyor mu vermiyor mu?)
Kriter 3	Kullanım kolaylığı (ergonomisi, fonksiyonel özellik olarak-tasarım)
Kriter 4	Maliyet- Satın alma (Fiyat)
Kriter 5	Servis bakımları (teknik hizmet-bakım zamanlarında bakımın düzgün olması-teknik destek)
Kriter 6	Aynı anda reaktif yükleme ve yüklenebilecek numune miktarı (Kapasite)
Kriter 7	Saatte kaç test çalışabildiği (Hız)
Kriter 8	İnkübasyon süresi (Cihazda bekleme süresi)
Kriter 9	Kontaminasyon engelleyici özelliklerin olması (atıkların imha edilmesi sırasında kirlenmenin önlenmesi)

Belirlenen dokuz adet değerlendirme kriterinin, nefelometre cihazı özelinde açıklamaları aşağıda verilmiştir:

Aşkın Özdağoğlu, Murat Kemal Keleş, Fatma Yörük Eren

Kriter 1, Hastaya ilişkin kan sonuçları güvenilirliği; Kan tahlilleri laboratuvar analizlerinin en sık başvurulduğu alandır. Bu nedenle cihazların belirli aralıklarla bakım ve kalibrasyon işlemlerinin yapılması, kalite yönetimi açısından doğru ve güvenilir kan sonucu alınması amacıyla oldukça önem arz etmektedir. Aksi halde, kan sonuçlarına göre hastalığa karar verecek olan uzmanlar, hatalı sonuçlar nedeniyle yanlış karar vermeleri söz konusu olabilecektir.

Kriter 2, Kullanıcı eğitimi- oryantasyonu; Firma tarafından cihaz kurulumu gerçekleştirildikten sonra, cihazı kullanacak olan ekibin eğitim süreçlerini kapsar. Gerekli prosedürler, malzemeler ve ekipmanın kullanım talimatlarını kapsayan eğitimde, bireysel ve ekip eğitimi yapılması istenilmektedir.

Kriter 3, Kullanım kolaylığı; Cihazın yapısal, fonksiyonel özellikleri, tasarım şekli ve biçimi açısından kullanıcılara sağladığı kolaylıktan bahsedilmektedir. İşlevsellik açısından kullanıcıyı yormadan fayda sağlanması amaçlanmaktadır.

Kriter 4, Maliyet- Satın Alma; Hastalar için yapılan tahlillerde, test başı maliyet olarak belirlenen fiyat baz alınmaktadır. Cihazlar arasında seçim yapılırken, test maliyeti en düşük olan cihaz tercih edilmektedir.

Kriter 5, Servis bakımları; Bakım- onarım servis hizmetlerinin düzenli olarak yapılması, cihaz sisteminin etkili ve verimli çalışması açısından çok önemlidir. Cihazın ömür süresince herhangi bir arıza durumunda, tahlil hizmetinin aksamaması amacıyla, onarım sürecinin en hızlı şekilde sonlandırılması amaçlanmaktadır. Düzenli aralıklarla yapılacak bakım hizmetleri, oluşabilecek arızalar için de önleyici bir unsur olmaktadır.

Kriter 6, Aynı anda reaktif yükleme ve yüklenebilecek numune miktarı; Tahlil amacıyla cihaz içine belli miktarda tüp koyulmaktadır. Cihazın bir seferde kaç adet numuneyi değerlendirebildiğinin belirlenmesidir. Numune kapasitesinin fazla olması istendik bir durumdur.

Kriter 7, Saatte kaç test çalışabildiği; Cihazın birim zamanda ne kadar test yapabildiği yani "cihazın test çalışma hızı" olarak değerlendirilmeye alınmıştır.

Kriter 8, İnkübasyon süresi; Numune tüplerinin değerlendirme aşamasında, belli ısı ortamında tutulması gerekmektedir. Numuneler için optimum ortamın en kısa sürede oluşturulması ve muhafaza edilmesi gerekmektedir.

Kriter 9, Kontaminasyon engelleyici özelliklerin olması; Cihaz kullanıcıları ve çevre sağlığının korunması açısından son derece önemlidir. Değerlendirilen numunelerin içinde bulunan kan, tıbbi cihaz ve atık mevzuatına uygun olarak imha edilmektedir. İmha esnasında çalışanların

Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

ve çevrenin korunması açısından, cihazda alınan önlemler oldukça fazla öneme sahiptir.

Değerlendirme kriterleri belirlendikten sonra, çok kriterli karar verme yöntemlerinden DEMATEL ve Multimoora bütünleşik yaklaşımı uygulaması yapılmıştır. Belirlenen dokuz adet kriterin ağırlıkları DEMATEL yöntemi algoritmasına göre bulunmuş, daha sonra Multimoora yöntemi algoritmasına göre de üç nefelometre cihazı alternatifi sıralanmıştır. Yapılan analizler Bulgular ve Tartışma bölümünde anlatılmaktadır.

DEMATEL Uygulaması

Sağlık işletmesinde çeşitli testler için ihtiyaç duyulan nefelometre cihazı alternatifleri arasında doğru seçim yapabilmek için bir çok kriterin birarada incelenmesi gerekmektedir. Entropi, Gri entropi gibi bazı yöntemler uzman bilgisi gerektirmeden kriter ağırlıklarını tespit edebilmektedir. Ancak nefelometre cihazı seçiminde cihazı kullanacak olan laboratuvar çalışanları, sonuçları yorumlayacak olan doktorlar gibi uzmanların cihaza özgü değerlendirmeleri söz konusu olabilir. Bu değerlendirmeleri dikkate alabilmek için kriter ağırlıklarını tespit etmek üzere DEMATEL yönteminin entropi veya gri entropi gibi yöntemlere göre daha uygun olduğu düşünülmüştür. Buna yönelik olarak, kriterlerin ve alternatiflerin uzmanlar tarafından belirlenmesinin ardından DEMATEL yöntemine göre kriterlerin ağırlıklarını bulabilmek adına ilk olarak bir soru formu oluşturulmuş ve uzmanların bu formu doldurmaları istenmiştir. Söz konusu formun doldurulmasıyla uzman görüşleri doğrultusunda dokuz adet değerlendirme kriterinin kıyaslandığı başlangıç matrisi Tablo 3'te görülmektedir.

Başlangıç direkt ilişki matrisi yukarıda anlatıldığı şekilde oluşturulduktan sonra Eşitlik 2'nin başlangıç direkt ilişki matrisine uygulanması sonucu normalleştirilmiş direkt ilişki elde edilmiştir. Tablo 4'te normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi görülmektedir.

Tablo 3: Başlangıç Direkt İlişki Matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9
Kriter 1	0	4	4	4	4	4	4	4	4
Kriter 2	2	0	2	2	1	4	4	4	2
Kriter 3	1	1	0	1	2	2	2	2	1
Kriter 4	1	1	1	0	2	2	2	2	2
Kriter 5	4	1	3	3	0	2	3	3	4
Kriter 6	1	1	3	2	1	0	3	4	1
Kriter 7	3	1	1	1	3	4	0	3	1
Kriter 8	2	2	2	1	3	3	4	0	1
Kriter 9	3	2	1	2	4	1	1	1	0

Tablo 4: Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi

S	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9
Kriter 1	0,0000	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250
Kriter 2	0,0625	0,0000	0,0625	0,0625	0,0313	0,1250	0,1250	0,1250	0,0625
Kriter 3	0,0313	0,0313	0,0000	0,0313	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625	0,0313
Kriter 4	0,0313	0,0313	0,0313	0,0000	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625
Kriter 5	0,1250	0,0313	0,0938	0,0938	0,0000	0,0625	0,0938	0,0938	0,1250
Kriter 6	0,0313	0,0313	0,0938	0,0625	0,0313	0,0000	0,0938	0,1250	0,0313
Kriter 7	0,0938	0,0313	0,0313	0,0313	0,0938	0,1250	0,0000	0,0938	0,0313
Kriter 8	0,0625	0,0625	0,0625	0,0313	0,0938	0,0938	0,1250	0,0000	0,0313
Kriter 9	0,0938	0,0625	0,0313	0,0625	0,1250	0,0313	0,0313	0,0313	0,0000

Daha sonra, normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi kullanılarak Eşitlik 4 yardımıyla hesaplanan toplam ilişki matrisi Tablo 5'de verilmiştir.

**Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin
Değerlendirilmesi**

Tablo 5: Toplam İlişki Matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9
Kriter 1	0,1422	0,2191	0,2528	0,2423	0,2760	0,2913	0,2992	0,2990	0,2418
Kriter 2	0,1521	0,0714	0,1529	0,1426	0,1411	0,2374	0,2414	0,2413	0,1398
Kriter 3	0,0884	0,0723	0,0572	0,0819	0,1240	0,1310	0,1346	0,1345	0,0817
Kriter 4	0,0934	0,0759	0,0908	0,0557	0,1302	0,1348	0,1386	0,1384	0,1144
Kriter 5	0,2212	0,1151	0,1922	0,1861	0,1295	0,1919	0,2241	0,2232	0,2136
Kriter 6	0,1008	0,0833	0,1562	0,1195	0,1144	0,0925	0,1822	0,2074	0,0908
Kriter 7	0,1697	0,0950	0,1189	0,1095	0,1820	0,2200	0,1134	0,1997	0,1084
Kriter 8	0,1459	0,1217	0,1452	0,1087	0,1836	0,1973	0,2279	0,1159	0,1083
Kriter 9	0,1658	0,1183	0,1091	0,1340	0,2029	0,1258	0,1316	0,1315	0,0774

Toplam ilişki matrisi kullanılarak hesaplanan satır ve sütun toplamaları ile normalize edilmemiş ve normalize edilmiş ağırlıklar Tablo 6'da görülmektedir. Tablo 6'daki; R_i sütunu Eşitlik 6 ile, C_i sütunu Eşitlik 7 ile, nw_i sütunu Eşitlik 8 ile, w_i sütunu ise Eşitlik 9 yardımıyla hesaplanmıştır.

Tablo 6: Kriter Ağırlıkları

	R_i	C_i	$R_i + C_i$	$R_i - C_i$	nw_i	w_i
Kriter 1	2,2637	1,2796	3,5433	0,9841	3,6775	0,1467
Kriter 2	1,5202	0,9721	2,4923	0,5481	2,5519	0,1018
Kriter 3	0,9057	1,2754	2,1811	-0,3697	2,2122	0,0882
Kriter 4	0,9723	1,1803	2,1526	-0,2080	2,1626	0,0863
Kriter 5	1,6970	1,4838	3,1807	0,2132	3,1879	0,1272
Kriter 6	1,1471	1,6221	2,7692	-0,4750	2,8096	0,1121
Kriter 7	1,3165	1,6930	3,0095	-0,3765	3,0330	0,1210
Kriter 8	1,3546	1,6910	3,0456	-0,3365	3,0641	0,1222
Kriter 9	1,1965	1,1762	2,3727	0,0202	2,3728	0,0946

Bu değerlere göre nefelometre cihazı seçiminde en önemli kriter %14,67 ile hastaya ilişkin kan sonuçları güvenilirliği (kan sonuçlarının, doğru ve güvenilir sonuç vermesi çıkması), en önemsiz kriter ise %8,63 ile maliyeti (fiyat) şeklinde belirlenmiştir.

Multimoora Uygulaması

Kriter ağırlıklarının bulunmasının ardından uzmanların üç nefelometre cihazı alternatifi için yaptıkları değerlendirmeler Multimoora yöntemi ile incelenmiştir. Konunun uzmanları tarafından hazırlanan karar matrisi Tablo 7'dedir. Bu matriste 4 numaralı kriterin ölçüm birimi diğerlerinden farklıdır. Buradaki değerler nefelometre testi başına düşen maliyeti göstermektedir. Ancak Multimoora yöntemi ölçüm birimi farklı olan kriterlerin bir arada incelenmesine olanak sağlamaktadır.

Tablo 7: Karar Matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9
	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum
Alternatif 1	7	7	6	8,50	5	7	7	7	6
Alternatif 2	7	7	7	9,00	5	5	6	6	7
Alternatif 3	7	6	6	10,00	2	6	5	6	7

Eşitlik 11'in karar matrisine uygulanması sonucu elde edilen normalize karar matrisi Tablo 8'deki gibidir.

Tablo 8: Normalize Karar Matrisi

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9
	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum
Alternatif 1	0,5774	0,6047	0,5455	0,5341	0,6804	0,6674	0,6674	0,6364	0,5183
Alternatif 2	0,5774	0,6047	0,6364	0,5655	0,6804	0,4767	0,5721	0,5455	0,6047
Alternatif 3	0,5774	0,5183	0,5455	0,6284	0,2722	0,5721	0,4767	0,5455	0,6047

Eşitlik 14, 15 ve 16 yardımıyla hesaplanan referans noktasına olan uzaklık değerleri Tablo 9'daki gibidir:

**Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin
Değerlendirilmesi**

Tablo 9: Referans Noktasına Uzaklıklar

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter 4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7	Kriter 8	Kriter 9
	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum	Maksimum
Kriter Ağırlıkları	0,1467	0,1018	0,0882	0,0863	0,1272	0,1121	0,1210	0,1222	0,0946
Referans Noktaları	0,5774	0,6047	0,6364	0,5341	0,6804	0,6674	0,6674	0,6364	0,6047
Alternatif 1	0,0000	0,0000	0,0080	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0082
Alternatif 2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0027	0,0000	0,0214	0,0115	0,0111	0,0000
Alternatif 3	0,0000	0,0088	0,0080	0,0081	0,0519	0,0107	0,0231	0,0111	0,0000

Moora-Oran yöntemine göre Eşitlik 13 yardımıyla hesaplanan her bir alternatifin performans değeri ve sıralamada kaçınıcı sırada olduğu Tablo 10'da görülmektedir. Literatür incelendiğinde kriter ağırlıklarının bu kısımda da devreye girdiği görülebilmektedir (Adalı ve Işık, 2017). Kriter ağırlıklarının elde edilen sonuçlar üzerinde etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla Eşitlik 13 içerisinde kriter ağırlıkları kullanılarak hesaplamalar yapılmış ve her iki durumdaki sonuçlar da Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: Moora-Oran Yaklaşımına Göre Performans Değerleri

	Performans Değeri (Ağırlıksız)	Performans Değeri (Ağırlıklı)	Sıralama
Alternatif 1	4,3633	0,5172	1
Alternatif 2	4,1323	0,4866	2
Alternatif 3	3,4839	0,4116	3

Tablo 10'daki değerlerin yorumlanması gerekirse, tüm kriterler bir arada incelendiğinde en iyi alternatif, 1 numaralı alternatiftir. En kötü nefelometre cihazı alternatifi de 3 numaralı cihazdır. Moora-Oran yaklaşımının ardından Moora-Referans Noktası yaklaşımı ile hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Dematel yöntemi yardımıyla bulunan ağırlık değerleri de işte bu noktada devreye girmektedir. Moora-Referans Noktası yaklaşımı ile ilgili kriterlerin ağırlık değerleri, her bir kriter için referans noktaları ve uzaklık değerleri Tablo 9'da gösterildiği şekilde bulunmuştur. Eşitlik 17

Aşkın Özdağoğlu, Murat Kemal Keleş, Fatma Yörük Eren

yardımıyla Moora-Referans Noktası yaklaşımına göre bulunan uzaklık değerleri ve alternatiflerin sıralamaları Tablo 11'dedir.

Tablo 11: Moora-Referans Noktası Yaklaşımına Göre Uzaklık Değerleri

	Uzaklık Değeri	Sıralama
Alternatif 1	0,0082	1
Alternatif 2	0,0214	2
Alternatif 3	0,0519	3

Daha sonra Moora-Tam Çarpım formuna göre işlemler yapılmıştır. Eşitlik 18, 19 ve 20 sonucu bulunan değerler ile sıralama sonuçları Tablo 12'dedir.

Tablo 12: Moora-Tam Çarpım Formuna Göre Hesaplamalar

	A_i	B_i	U_i	Sıralama
Alternatif 1	3025260	8,50	355912,9412	1
Alternatif 2	2160900	9,00	240100,0000	2
Alternatif 3	635040	10,00	63504,0000	3

Multimoora kapsamında bu üç yöntemin sıralama sonuçları birlikte analiz edilmelidir. Multimoora yöntemine göre sıralama sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13: Multimoora Sıralaması

	Moora Oran Yaklaşımı	Moora Referans Noktası Yaklaşımı	Moora Tam Çarpım Formu	Multimoora
Alternatif 1	1	1	1	1
Alternatif 2	2	2	2	2
Alternatif 3	3	3	3	3

Multimoora yönteminde bir alternatifin sıralamasını belirlemek için Moora Oran Yaklaşımı, Moora Referans Noktası Yaklaşımı ve Moora Tam Çarpım Formu sıralamaları incelenmelidir. Bu üç sıralamadan çoğunda aynı sıra değerine sahip olma durumu Multimoora yaklaşımına göre alternatifin sırasını belirlemektedir. Yöntemin aslında bu yönüyle de diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre bir üstünlüğe sahip olduğu düşünülmektedir. Çünkü aynı veri setine üç farklı çok ölçütlü karar verme yöntemi uygulanmış gibi bir işlem yaparak güvenilirliği arttırmaktadır. Üç sıralamanın da farklı olma ihtimalini test etmek için rassal veri türetilerek denemeler yapılmış ve yapılan denemelerde belirtilen durum ile

Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

karşılaşmamıştır. Ancak üç sıralamanın da farklı olma durumunun gerçekleşmesi halinde COPRAS, TOPSIS, MOOSRA gibi farklı çok kriterli karar verme yöntemleri ile de hesaplamalar yapılarak bir karar vermenin en doğrusu olacağı düşünülmektedir.

Tablo 13'teki sıralamalara göre bu üç yaklaşımdan ikisinde aynı sıraya sahip olduğundan alternatif 1 en iyi nefelometre cihazı alternatifi olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna göre tüm kriterler bir arada incelendiğinde 1 numaralı nefelometre cihazının laboratuvara alınması daha uygundur.

SONUÇ

Halk sağlığı açısından sağlık organizasyonlarının diğer sektörlerden farklı bir biçimde incelenmesi gerekmektedir. Hastaneler sağlık hizmeti verirken doktorlar muayeneleri kapsamında çeşitli tahliller istemektedirler. Bu tahlillerin doğru yapılabilmesi, doktorlar tarafından doğru teşhislerin konulması ve buna uygun bir tedaviyi belirlemeleri açısından hayati önemi haizdir. Tahliller için laboratuvarlar farklı cihazlar kullanmaktadırlar. Nefelometre cihazı da bunlardan birisidir.

Tahlillerin doğru yapılabilmesi, doğru cihazlara bağlıdır. Doğru cihazların seçimi ise pek çok kriterin bir arada değerlendirilerek tüm alternatiflerin incelenmesini gerektirmektedir. Ayrıca bazı karar verme problemleri bu çalışmada olduğu gibi hem nitel hem de nicel kriterlerin birarada incelenmesini gerektirebilmektedir. Bu kriterlerin yönleri de farklı olabilmektedir. Örneğin zaman ve maliyet gibi bazı kriterler için değer en küçük olması en iyi durumu simgeleyebilmektedir. Buna ilave olarak bir alternatif belirli bir kriter açısından çok iyi durumda iken başka bazı kriterler açısından kötü durumda olabilmektedir. İşte tüm bu olası durumları dikkate alıp, farklı kriterleri bir arada inceleyerek en uygun alternatifin belirlenmesinde kullanılan yöntemler çok kriterli karar verme yöntemleri olarak adlandırılmaktadır.

Bu amaca yönelik olarak bir sağlık organizasyonunda laboratuvar çalışanları, nefelometre cihazı satış temsilcileri, hemşireler ve doktorlar ile görüşmeler yapılarak nefelometre cihazı seçiminde dikkate alınması gereken kriterler ve hastanenin satın alabileceği nefelometre cihazı alternatifleri belirlenmiştir. Ardından kriter ağırlıklarını ve alternatiflerin her bir kriter açısından durumunu ortaya koymak amacıyla bir form hazırlanmış ve uzmanların görüşleri istenmiştir.

Çalışma kapsamında değerlendirme faktörlerinin ağırlıklarını bulmak amacıyla Dematel yöntemi kullanılmıştır. Alternatif cihazların arasında

Aşkın Özdağoğlu, Murat Kemal Keleş, Fatma Yörük Eren

seçim yapabilmek amacıyla Dematel yöntemi yardımıyla bulunan ağırlıklar Moora-Referans Noktası yaklaşımı içinde kullanılmıştır. Ardından Multimoora yöntemi ile alternatif nefelometre cihazlarının en iyiden en kötüye doğru sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Seçilen yöntemlerin literatüre katkısı incelenecek olursa; Tayvan, Çin gibi ülkelerde DEMATEL yönteminin sağlık sektöründe uygulamaları mevcut iken, Türkiye’de uygulamalara pek rastlanmamıştır. MULTIMOORA yöntemine bakıldığında da sağlık sektörü açısından Türkiye uygulamalarının sınırlı olduğu görülmektedir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalarda; bu çalışmada kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinin farklı laboratuvar cihazlarının seçim süreci için de kullanılabilmesi mümkündür. Buna ek olarak farklı çok kriterli karar verme yöntemleri, aynı cihaz veya farklı cihazlar için uygulanabilir. Ayrıca farklı bir laboratuvar seçimi için alternatiflerin sıralaması yapılacaksa, seçimi yapılacak laboratuvar cihazı özelinde o cihaza yönelik değerlendirme kriterlerinin belirlenerek farklı çok kriterli karar verme yöntemleri de uygulanabilir.

KAYNAKÇA

- Adalı, E.A. ve Işık, A.T. (2016). Integration of DEMATEL, ANP and DEA Methods for Third Party Logistics Providers’ Selection. *Management Science Letters*, 6, 325–340.
- Adalı, E.A. ve Işık, A.T. (2017). The Multi-Objective Decision Making Methods based on MULTIMOORA and MOOSRA for the Laptop Selection Problem. *Journal of Industrial Engineering International*, 13, 229-237.
- Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL Yöntemleri İle Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), 905-913.
- Ar, İ.M., Gökşen, H. ve Tuncer, M.A. (2015). Kablo Sektöründe Tedarikçi Seçimi İçin Bütünleşik DEMATEL-AAS-VIKOR Yönteminin Kullanılması. *Ege Akademik Bakış*, 15(2), 85-300.
- Asan, U., Kadaifci, C., Bozdağ, E., Soyer, A. ve Serdarasan, S. (2018). A New Approach to DEMATEL based on Interval-Valued Hesitant Fuzzy Sets. *Applied Soft Computing*, 66, 34-49.
- Aytekin, A. (2016). Hastaların Hastane Tercihinde Etkili Kriterler ve Hastanelerin MULTIMOORA ile Sıralanması: Eskişehir Örneği. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 4(4), 134-143.

Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

- Battal, Ü. (2018). Türkiye’de Havayolu Taşımacılığının Finansman Sorunları: Dematel Yöntemi Uygulaması. Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(2), 96-111.
- Brauers, W.K.M. ve Zavadskas E.K. (2010). Project Management by Multimoora as an Instrument for Transition Economies. Technological and Economic Development of Economy, 16(1), 5-24.
- Brauers, W.K.M., Baležentis, A. ve Baležentis, T. (2011). MULTIMOORA for the EU Member States Updated with Fuzzy Number Theory. Technological and Economic Development of Economy, 17(2), 259–290.
- Bulut, T. (2017). MULTIMOORA Yöntemi ile Farklı İllerdeki Organize Sanayi Bölgelerinin Yabancı Yatırımcılar Açısından Optimal Yer Seçimi Olarak Değerlendirilmesi. Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, 54(624), 41-51.
- Can, M. (2015). Karar Teorisi. B.F. Yıldırım ve E. Önder (Der.), Operasyonel, Yönetimsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ss. 1-11). Bursa: Dora Yayınları.
- Çelikbilek, Y. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri-Açıklamalı ve Karşılaştırmalı Sağlık Bilimleri Uygulamaları ile. M. Özdemir (Ed.), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- Ceyhan, İ.F. ve Demirci, F. (2017). MULTIMOORA Yöntemiyle Finansal Performans Ölçümü: Leasing Şirketlerinde Bir Uygulama. Bartın Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 8(15), 277-296.
- Erdoğdu, A. (2018). Katılım Bankalarının Performans Analizlerine Multimoora Yöntemi ile Bir Bakış. İstanbul Arel Üniversitesi, İktisadi-İdari Bilimler Fakültesi, Ekonomi, Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 3(2), 99-111.
- Erkayman, B., Khorshidi, M. ve Usanmaz, B. (2018). An Integrated Fuzzy Approach for ERP Deployment Strategy Selection under Conflicting Criteria. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 32(3), 807-823.
- Gürbüz, F. ve Çavdarıcı, S. (2018). Geri Dönüşüm Sektörüne İlişkin Sorun Alanlarının Dematel ve Gri Dematel Yöntemiyle Değerlendirilmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(2), 285-301.
- Ho, L-H., Feng, S-Y., Lee, Y-C. ve Yen T-M. (2012). Using Modified IPA to Evaluate Supplier’s Performance: Multiple Regression Analysis and DEMATEL Approach. Expert Systems with Applications, 39, 7102-7109.

Aşkın Özdağoğlu, Murat Kemal Keleş, Fatma Yörük Eren

- Hornig, J-S., Liu, C-H., Chou, S-F. ve Tsai, C-Y. (2013). Creativity as a Critical Criterion for Future Restaurant Space Design: Developing a Novel Model with DEMATEL Application. *International Journal of Hospitality Management*, 33, 96-105.
- Hwang, C.L. ve Lin, M.J. (1987). *Group Decision Making under Multiple Criteria*. Berlin: Springer.
- Karaoğlan, S. (2016). Dematel ve Vikor Yöntemleriyle Dış Kaynak Seçimi: Otel İşletmesi Örneği. *İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası Kırgız – Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, Akademik Bakış Dergisi*, (55), 9-24.
- Kildiene, S. (2013). Assessment of Opportunities for Construction Enterprises in European Union Member States Using the MULTIMOORA Method. *Procedia Engineering*, 57, 557-564.
- Kracka, M., Brauers, W.K.M. ve Zavadskas, E.K. (2010). Ranking Heating Loses in a Building by Applying the Multimoora. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 21(4), 352-359.
- Kundakcı, N. (2016). Combined Multi-Criteria Decision Making Approach Based on Macbeth and Multi-Moora Methods. *Alphanumeric Journal*, 4(1), 17-26.
- Kuşakcı, A.O., Ayvaz, B., Öztürk, F. ve Sofu, F. (2019). Bulanık Multimoora ile Personel Seçimi: Havacılık Sektöründe Bir Uygulama. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 8(1), 96-110.
- Liang, H., Ren, J., Gao, Z., Gao, S., Luo, X., Dong, L. ve Scipion, A. (2016). Identification of Critical Success Factors for Sustainable Development of Biofuel Industry in China Based on Grey Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL). *Journal of Cleaner Production*, 131, 500-508.
- Liu, H-C., You, J-X., Lu, C. ve Shan, M-M. (2014). Application of Interval 2-tuple Linguistic MULTIMOORA Method for Health-Care Waste Treatment Technology Evaluation and Selection. *Waste Management*, 34, 2355–2364.
- Mahmoudi, S., Jalali, A., Ahmadi, M., Abasi, P. ve Salari, N. (2019). Identifying Critical Success Factors in Heart Failure Self-Care Using Fuzzy DEMATEL Method. *Applied Soft Computing Journal*, 84, 1-16.
- Muhammad, M.N. ve Cavus, N. (2017). Fuzzy DEMATEL Method for Identifying LMS Evaluation Criteria. *Procedia Computer Science*, 120, 742-749.
- Nilashi, M., Samad, S., Manaf, A.A., Ahmadi, H., Rashid, T.A., Munshi, A., Almkadi, W., Ibrahim, O. ve Ahmed, O.H. (2019). Factors

Sağlık İşletmelerinde Nefelometre Cihazı Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

- Influencing Medical Tourism Adoption in Malaysia: A DEMATEL Fuzzy TOPSIS Approach. *Computers & Industrial Engineering*, 137, 1-11.
- Özbek, A. (2015). Akademik Birim Yöneticilerinin Moora Yöntemiyle Seçilmesi: Kırıkkale Üzerine Bir Uygulama. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 38(1), 1-18.
- Özbek, A. (2017). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Özdağoğlu, A. (2014). Normalizasyon Yöntemlerinin Çok Ölçütlü Karar Verme Sürecine Etkisi–Moora Yöntemi İncelemesi. *Ege Akademik Bakış*, 14(2), 283-294.
- Sarı, İ., U., Ervural, B.Ç. ve Bozat, S. (2017). Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetiminde DEMATEL Yöntemiyle Tedarikçi Değerlendirme Kriterlerinin İncelenmesi ve Sağlık Sektöründe Bir Uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23(4), 427-485.
- Shieh, J-I., Wu, H-H. ve Huang, K-K. (2010). A DEMATEL Method in Identifying Key Success Factors of Hospital Service Quality. *Knowledge-Based Systems*, 23, 277–282.
- Supeekit, T., Somboonwivat, T. ve Kritchanai, D. (2016). DEMATEL-Modified ANP to Evaluate Internal Hospital Supply Chain Performance. *Computers & Industrial Engineering*, 102, 318–330.
- Turan, G. (2015). Çok Kriterli Karar Verme. B.F. Yıldırım ve E. Önder (Der.), Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ss.15-20). Bursa: Dora Yayınları.
- Türe, H., Koçak, D. ve Doğan, S. (2016). Multi-MOORA Yöntemi ile Ülke Riski Değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), 824-844.
- Vujanovic, D., Momcilovic, V., Bojovic, N. ve Papic, V. (2012). Evaluation of Vehicle Fleet Maintenance Management Indicators by Application of DEMATEL and ANP. *Expert Systems with Applications*, 39, 10552-10563.
- Wang, Y.L. ve Tzeng, G.H. (2012). Brand Marketing for Creating Brand Value Based on a MCDM Model Combining DEMATEL With ANP and VIKOR Methods. *Expert Systems with Applications*, 39, 5600–5615.