

Bir Laboratuvarda Tam Kan Sayım Cihazı Alternatiflerinin SWARA, WPM, TODIM ve AHS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

Murat Kemal KELEŞ¹, Aşkın ÖZDAĞOĞLU², Fatma YÖRÜK EREN³

Özet

Tıbbi cihaz satın alımı, kullanılacak en uygun tıbbi cihazın seçimi, sağlık kurumları yöneticileri tarafından verilmesi gereken stratejik ve kritik kararlardan biridir. Bu tür kararların verilmesinde çok farklı yöntemler kullanılmaktadır. Çok kriterli karar verme bunlardan birisidir. Bu çalışmada, bir laboratuvarda kullanılacak tam kan sayım cihazı seçimi problemi ele alınmıştır. Tam kan sayım cihazı hastaların genel sağlık durumlarının tespitinde çok yaygın olarak kullanılan bir cihazdır. Cihaz seçiminde etkili olan kriterler konunun uzmanı kişilerle belirlenip puanlandıktan sonra kriter ağırlıkları SWARA yöntemiyle tespit edilmiştir. WPM, TODIM ve AHS yöntemleri ile de alternatif cihazların değerlendirilmesi yapılarak en uygun tam kan sayımı cihazı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Tam Kan Sayım Cihazı, Çok Kriterli Karar Verme, SWARA, WPM, TODIM, AHS

Jel Kodu: C44, C61, I10, H51

Evaluation of Complete Blood Count Device Alternatives in A Laboratory with SWARA, WPM, TODIM and AHP

Abstract

The selection of the most appropriate medical device to be used in the purchase of medical devices is one of the strategic and critical decisions that should be given by the healthcare organizations. Many different methods are used in making such decisions. Multi-criteria decision-making is one of them. In this study, the problem of the selection of a complete blood count device to be used in a laboratory is taken into consideration. The complete blood counting device is widely used in the general health status of patients. The criteria that are effective in the selection of devices are determined by the experts and the scales are determined by the SWARA method. WPM, TODIM and AHP methods were used to evaluate alternative devices and the most suitable whole blood count was determined.

Keywords: Complete Blood Count Device, Multi Criteria Decision Making, SWARA, WPM, TODIM, AHP

Jel Codes: C44, C61, I10, H51

1. GİRİŞ

Hastaneler, sağlık hizmeti verebilmek için çeşitli tıbbi teknolojilere ihtiyaç duymaktadır. Gelişen ve değişen koşullar, hastalık ve hasta sayısının artması, teknolojilerin de değişmesine ve gelişmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla teknolojiye olan ihtiyaç da gün geçtikçe artmaktadır. Hastaneler, hastalarına hizmet verirken yüksek kalite standartlarında hizmet için rekabet etmektedirler. Alanında uzman hekimler, hemşireler ve diğer sağlık çalışanları, hizmet rekabetinin en etkili unsurlarıdır. Kişisel bilgi, beceri ve

deneyimlerin yanı sıra, teknoloji ve cihazlar da rekabet ortamının tetikleyicileri arasında görülmektedir. Yeni cihazların hastanelerdeki varlığı, hasta potansiyelinin artmasına, dolayısıyla hastane gelirlerinin artmasına pozitif yönde katkı sağlayacaktır.

Tam kan sayım cihazı, hastane laboratuvarlarında hastaların genel sağlık durumlarının tespitinde çok yaygın olarak kullanılan bir cihazdır. Hastada yorgunluk, bitkinlik veya halsizlik gibi bulgular; enfeksiyon, iltihap, berelenme, morarma veya kanama gibi durumlar mevcutsa, nedeninin

¹ Dr., Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Keçiborlu Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Keçiborlu / İSPARTA, **EMAIL:** muratkemalk@gmail.com, **ORCID:** 0000-0003-0374-6839

² Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi İşletme Bölümü, Üretim Yönetimi ve Pazarlama Anabilim Dalı, Tınaztepe Kampüsü Buca / İZMİR, **EMAIL:** askin.ozdagoglu@deu.edu.tr, **ORCID:** 0000-0001-5299-0622

³ Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Muhasebe ve Finansal Yönetim Bölümü, Cünür / İSPARTA, **EMAIL:** yoruk.fatma@hotmail.com, **ORCID:** 0000-0003-0687-8749

tanımlanmasına ve hastalık tanısının koyulmasına yardımcı olmak için, hekimler tam kan sayımı isteyebilmektedir. Tam kan sayımı cihazı ile insan vücudundaki kan bileşenleri olan kırmızı kan hücresi (eritrosit), beyaz kan hücresi (lökosit) ve kan pulcukları (trombosit) sayımı yapılmaktadır. Kansere, enfeksiyon, kanama, bazı ilaçlar gibi birçok durum, bu hücre popülasyonunda artış ya da azalışa sebep olmaktadır

(http://www.kanhastaliklari.org.tr/icerik.php?id=535&alt_id=536&tab=120, 2019). Tıbbi cihaz seçim kararı, hasta sağlığı, bakım hizmeti kalitesi üzerindeki etkileri nedeniyle, çok kritik bir öneme sahiptir. Tıbbi cihaz alımlarında alım süreci, bu cihazı kullanacak sağlık personeli ve tahlil istemini yapacak uzman hekimlerden oluşan bir ekiple koordineli olarak yapılmalıdır.

Bu çalışmada, bir laboratuvarında kullanılması planlanan tam kan sayımı cihazı seçimi problemi ele alınmıştır. Cihaz seçiminde kullanılan değerlendirme kriterleri uzmanlar tarafından belirlenmiş ve puanlanmıştır. Kriter ağırlıkları, SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis-Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi) yöntemiyle bulunmuş ve cihaz alternatifleri WPM (Weighted Product Method-Ağırlıklı Çarpım Yöntemi) yöntemi ile sıralanmıştır. Daha sonra elde edilen sonuçların doğruluğunu test etmek amacıyla aynı problem için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemine uygun soru formu hazırlanarak alternatifler karşılaştırılarak hesaplamalar yapılmış ve WPM yönteminde kullanılan karar matrisi için TODIM yöntemi ile hesaplamalar gerçekleştirilerek karşılaştırmalı analizler yapılmıştır.

Çalışmada, sırayla önce çalışma konusu ve çalışmada kullanılan yöntemlerin uygulandığı çalışmalardan örnekler içeren literatür incelemesi verilmiş, takip eden aşamada çalışmada kullanılan SWARA, WPM, TODIM ve AHS yöntemlerinin algoritmaları anlatılmış, daha sonra uygulama kısmında analizler yapılmış, son olarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Özüdoğru (2018) yaptığı çalışmada, İstanbul'da bir özel hastane için ultrason cihazı seçim kriterlerinin önem düzeyini AHS yöntemiyle değerlendirmiştir. Üç adet ana kriter ve bunlara bağlı olarak on dört adet alt kriterin değerlendirilmesi sonucunda, "fiyat" kriterinin en önemli kriter olduğu ortaya çıkmıştır. İkinci sıradaki önemli kriter, "ultrason cihazının görebileceği derinlik", üçüncü sırada ise; "ultrason cihazının zoomlama özelliği" kriterinin olduğu belirlenmiştir.

Taka vd. (2017) çalışmalarında, tornalama işleminde daha iyi yüzey kalitesi elde edebilmek için alternatif takım uçlarından en iyi takım ucunu seçme probleminde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden SAW (Simple Additive Weighting) ve WPM (Weighted Product Method) kombinasyonunu uygulamışlardır. Dokuz alternatif, beş kriter ile değerlendirmişlerdir.

Güdük ve Güdük (2017) çalışmalarında, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemini kullanarak 2016 yılı verilerine göre üç farklı hastanenin palyatif bakım merkezlerinin performanslarını kıyaslamışlardır. Merkezlerin performansını değerlendirmede; sevk edilen hasta oranı, ölen hasta oranı, ortalama yatış gün süresi, taburcu edilen hasta oranı, yatak başına düşen personel oranı ve yatak doluluk oranı kriterlerini kullanmışlardır.

Bozdemir ve Öcel (2016), Bolu İzzet Baysal Eğitim ve Araştırma Hastanesinde Manyetik Rezonans (MR) çekimi hizmetinin hastanenin kendi MR cihazıyla yapılmasıyla, MR çekme hizmetinin dış kaynaktan sağlanmasını ekonomik açıdan karşılaştırmışlardır. Çalışmada ekonomik değerlendirme yöntemi olan maliyet minimizasyon yöntemini kullanarak söz konusu hastanenin MR çekme hizmetinin dış kaynaktan kullanımı ile tedarik edilmesinin maliyeti düşüreceği tespit edilmiştir.

Kalkan vd. (2015) yaptıkları çalışmada, Ankara Halk Sağlığı Müdürlüğü'ne bağlı olarak faaliyet

gösteren tüm sağlık birimlerinde verilen hizmetlerle ilgili dış kaynak kullanımını detaylı olarak incelemişlerdir. Yapılan araştırmada, bu birimler için gerekli olan, temizlik, veri hazırlama, güvenlik, yemek hizmetleri ihtiyacı gibi temel yetenekleri dışındaki alanların yanında laboratuvar hizmetleri, kit karşılığı cihaz alımı hizmeti gibi asıl faaliyetleri ile ilgili alanlarda da dış kaynaklardan yararlandığı görülmüştür. Dış kaynaklardan yararlanma şeklinde kaynak kullanımı yöntemi ile Ankara Halk Sağlığı Müdürlüğü'nün ciddi oranlarda maliyet avantajı sağladığı tespit edilmiştir.

Cihan vd. (2017) yaptıkları çalışmada, ekokardiyografi (EKG) cihazı seçiminde AHS ve TOPSIS yöntemlerini beraber kullanmışlardır. Değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarını AHS yöntemiyle bulmuşlar, üç adet EKG cihazından en uygun olanını TOPSIS yöntemiyle bulmuşlar ve sıralama yapmışlardır.

Alakaş vd. (2019) yapmış oldukları çalışmada, ambulans tedarikçisi seçiminde AHS, TOPSIS ve VIKOR yöntemlerini kullanmışlardır. 4 ana kriter ve bunlara bağlı alt kriterlerin ağırlığını AHS yöntemiyle bulmuşlar, 4 tedarikçiyi de TOPSIS ve VIKOR yöntemiyle ayrı ayrı sıralamışlardır.

İnce vd. (2016), Tuzla ilçesinde faaliyete geçirilmesi düşünülen hastanenin kuruluş yerini belirlemede AHS'yi kullanmışlardır. Belirlenen 5 değerlendirme kriterinin ağırlığını ve 4 alternatif kuruluş yerinin sıralamasını AHS yöntemi ile yapmışlardır.

Girginer vd. (2008), Eskişehir Osmangazi Hastanesi pediatri bölümü için tıbbi cihaz satın alma karar sürecini AHS ile değerlendirmişlerdir. Tıbbi cihaz alımında etkili olan çok sayıda nicel ve nitel kriterlerin ağırlıkları ve beş adet alternatif tıbbi cihazın sıralaması AHS yöntemiyle yapılmıştır.

Ivlev vd. (2015), Çek Cumhuriyeti'nde faaliyet gösteren bölge hastaneleri için belirsiz koşullarda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) sistemlerinin seçimi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada AHS ve Delphi yöntemlerini kullanmışlardır.

Değerlendirmede on dört kriter baz alınmıştır. On üç alternatif MRG cihazı değerlendirilmiştir. Puanlamalar yedi uzman tarafından yapılmıştır.

Tadić vd. (2014) yaptıkları çalışmada tıbbi cihaz tedarikçilerinin sıralama problemini ele almışlardır. Yedi adet tıbbi cihaz tedarikçisini bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak değerlendirmişlerdir. Değerlendirmede; birim maliyet, teslim süresi, iletişim, finansal güç, ürünlerin güvenilirliği ve uygunluğu olmak üzere beş adet kriter kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, yöneticilere tıbbi cihazların tedarik edilmesi ile ilgili tedarik giderlerinin azaltılmasına yönelik en uygun stratejiyi önermişlerdir.

Taş ve Selvi (2014), tıbbi cihaz kullanıcılarının, tıbbi cihaz kalibrasyon ve bakım/onarım hizmetleri ve hastanelerde, tıbbi cihazların yönetimi için bir biyomedikal birimi bulunmasına ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu kapsamda İstanbul'da Beyoğlu Kamu Hastaneleri Birliği Genel Sekreterliği'ne bağlı iki devlet hastanesinde görev yapan tıbbi cihaz kullanıcılarına anket uygulamışlardır.

Bahadori vd. (2012), yaptıkları çalışmada Tahran Üniversitesi tıp fakültesinde tıbbi malzeme kullanan tıbbi ekipman yöneticilerinin tutumunu etkileyen faktörleri incelemişlerdir. Bunun için 31 adet tıbbi ekipman yöneticisine anket uygulamışlardır. Verilerin analizinde SPSS programını kullanmışlardır. Belirlenen dört ana kriter ve on dört alt kriter baz alınarak AHS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Tıbbi malzeme satın alımında en önemli ana kriterin "kalite", en önemsiz ana kriterin de "fiyat" olduğu ortaya çıkmıştır.

Mela vd. (2012), bina tasarımının değerlendirilmesinde, Ağırlıklı Toplam yöntemi, Ağırlıklı Çarpım yöntemi, VIKOR, TOPSIS, PROMETHEE II ve PEG (Pareto-Edgeworth-Grierson) olmak üzere altı adet ÇKKV yöntemi kullanmışlardır. Söz konusu altı

yönteme göre yapılan analizler karşılaştırılmış, çözüm önerileri sunulmuştur.

Ekin vd. (2012), İstanbul'da faaliyet gösteren bir eğitim ve araştırma hastanesinde dışardan satın alınan tıbbi olmayan ve tıbbi hizmetlerin belirlenmesi ve ekonomik açıdan değerlendirmesinin yapılması amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Hastane için gerekli olan hizmetlerin dışardan satın alınarak mı tedarik edilmesi yoksa bu hizmetlerin kurum tarafından sağlanması yolu ile mi karşılanmasının uygun olacağı, maliyet karşılaştırması yöntemi uygulanarak belirlenmeye çalışılmıştır. Hastane için gerekli olan tıbbi olmayan hizmetler; yemek, teknik bakım onarım, özel güvenlik, temizlik, bilgi işlem hizmetleri ve tıbbi hizmet olarak ise; bilgisayarlı tomografi hizmetleri dışardan satın alınmaktadır. Çalışma sonucunda, hastane yönetiminin dışardan satın aldığı hizmetlerin daha ekonomik olduğu belirlenmiştir.

Selvi (2009) çalışmasında, sağlık kuruluşlarında tıbbi cihaz teknolojisinin uygun olarak seçilip tedarik edilmesini sağlayacak olan tıbbi cihaz yönetimi konusunu ele almıştır. Sağlık kuruluşlarında verimliliğin artırılmasında, tıbbi cihaz teknolojisinin doğru ve maksimum kapasitede uzun süre kullanılabilir olmasında etkili ve verimli tıbbi cihaz yönetiminin kilit rol oynadığından ve sağlık kuruluşlarında Biyomedikal ve Klinik Mühendisliği Birimi oluşturulmasının öneminden bahsetmiştir.

Erdoğan (2019) yapmış olduğu doktora tez çalışmasında, bitkisel ve hayvansal atıklardan üretilen dokuz adet biyodizel yakıt türünden en iyi yakıt türünü iki farklı senaryo ile değerlendirmiştir. İlk senaryoda, Analitik Ağ Süreci (AAS) ve SWARA yöntemleri ile üç ana kriter ve buna bağlı on adet alt kriterin ağırlığını bulmuş ve Multimoora ile alternatif biyodizel yakıt türlerini sıralamıştır. İkinci senaryoda, altı adet kriterin ağırlıklarını AHS ve SWARA yöntemleri ile tespit etmiş, Multimoora ile en iyi yakıt türünü bulmuştur. Her iki senaryoda da test sonuçlarına göre en iyi yakıt karışımının VOB20 olduğu görülmüştür.

Vesković vd. (2018) çalışmalarında, Bosna Hersek'te demiryolu yönetim modellerinin değerlendirmesini yapmışlardır. Bu modelleri, Delphi, SWARA ve MABAC yöntemlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Kriterlerin sıralaması, on altı uzman görüşünde göre Delphi yöntemiyle, belirlenen altı adet kriterin ağırlıkları da SWARA yöntemiyle bulunmuştur. Dört adet değerlendirme alternatifi, MABAC yöntemi ile sıralanmıştır.

Ayyıldız ve Demirci (2018), Türkiye'deki 81 ilin yaşam kalitelerini SWARA ve TOPSIS yöntemiyle belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Bu amaçla kırk bir adet indeks, on bir kriter başlığında toplanmıştır. Değerlendirmede baz alınan sağlık, eğitim, güvenlik, altyapı hizmetlerine erişim, konut, çalışma hayatı, gelir ve servet, çevre, sivil katılım, sosyal yaşam, yaşam memnuniyeti şeklindeki on bir kriterin ağırlığı SWARA yöntemiyle bulunmuş, illerin sıralaması ise TOPSIS yöntemiyle yapılmıştır. Çalışma sonucunda, ekonomik anlamda gelişmiş olan şehirlerin yaşam kalitesinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Bilge (2018) yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında işletmelerin Aydın ilinde faaliyet gösteren banka tercihlerini değerlendirmiştir. Banka müşterisi konumundaki kurumsal firmaların çalışacakları bankayı tercihlerinde etkili olan sekiz ana kriter ve bu kriterlere bağlı yirmi dokuz alt kriter belirlenmiş, bu kriterlerin ağırlıkları SWARA ile bulunmuş, on yedi adet alternatif banka Multimoora yöntemiyle sıralanmıştır.

Çakır (2018) yaptığı çalışmada, Aydın Nazilli'de faaliyet gösteren müşteri yoğunluğu fazla olan altı adet fitness merkezinin tercih edilirliliğini ÇKKV yöntemlerinden SWARA-EDAS bütünleşik yaklaşımıyla değerlendirmiştir. Çalışmada, fitness merkezlerinin değerlendirilmesinde etkili olan on bir adet kriterin ağırlıkları SWARA yöntemi ile tespit edilmiş, fitness merkezleri EDAS yöntemi ile sıralanarak, ilçedeki en yüksek puana sahip fitness merkezi belirlenmiştir.

Çakır (2017), Aydın Nazilli'de dışı imalatı yapan bir imalat işletmesinin CNC makinesi satın alma problemini ele almıştır. Çalışmada, yedi kriterin ağırlıklarının bulunması amacıyla beş karar vericinin görüşlerine göre grup kararlarını içeren kriter ağırlıklandırılması yapılarak öncelikle SWARA yöntemi, daha sonra geliştirilen SWARA – Copeland bütünleşik yöntemine göre çözümler yapılmış ve her iki yöntemden elde edilen kriter ağırlığı sonuçları karşılaştırılmıştır.

Mavi vd. (2017), Üçüncü parti tersine lojistik hizmet sağlayıcısı seçimi probleminde Bulanık SWARA ve Bulanık MOORA bütünleşik yaklaşımını plastik endüstrisine uygulamışlardır. Dört kriter ve bunlara bağlı kırk üç alt kriterin ağırlıkları Bulanık SWARA ile bulunmuş, dokuz adet alternatif firma da Bulanık MOORA ile sıralanmıştır.

Juodagalvienė vd. (2017) çalışmalarında, herhangi bir ailenin oturacağı konut planlarının değerlendirilmesi problemini ele almışlardır. Sekiz farklı mimari projede yapılmış olan konut, dört kritere göre değerlendirilmiştir. Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında SWARA yöntemi, alternatiflerin sıralamasında EDAS yöntemi kullanılmıştır.

Shukla vd. (2017), yaptıkları çalışmada, ERP sistemlerinin seçimi probleminde SWARA ve PROMETHEE yöntemlerini entegre olarak kullanarak çözüm aramışlardır. Kriter ağırlıkları SWARA yöntemiyle bulunmuş, ERP sistemi alternatifleri PROMETHEE yöntemi ile sıralanmıştır.

Zolfani vd. (2015), İran'da faaliyet gösteren şirketlerin iç ve dış tedarikçilerini seçebilmeleri için en iyi tedarik zinciri yönetim stratejisini belirlemelerine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Oyun teorisi kapsamında çoklu Nash Dengesi alternatifleri, SWARA-WASPAS hibrit modeli ile değerlendirilmiştir. Dört kritere ait ağırlıklar SWARA yöntemiyle bulunmuş, üç alternatif Nash Dengesi stratejisi, WASPAS yöntemiyle sıralanmıştır.

Durmuş (2015) yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında, otomobil seçimi ile ilgili

değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarını bulmaya yönelik bir uygulama yapmıştır. Söz konusu kriter ağırlıklarını, Max100, İkili Karşılaştırma ve SWARA yöntemlerini kullanarak bulmuş ve sonuçları karşılaştırmıştır. Bu bağlamda Uşak Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi akademisyenleri ve İşletme Bölümü öğrencilerinden oluşan 139 kişiye anket uygulamıştır.

Adalı (2016) yaptığı çalışmada, bir hastane için servis hemşiresi seçim probleminde AHS, EWAMIX ve TODIM yöntemlerini uygulamıştır. AHS yöntemi ile 6 adet değerlendirme kriterinin ağırlığını bulmuştur. EWAMIX ve TODIM yöntemleri ile de 5 adet hemşirenin sıralamasını yapmış, sonuçları karşılaştırmıştır.

Tolga ve Turgut (2018), güneş, rüzgar, hidroelektrik ve çöp gazı olmak üzere 4 adet yenilenebilir enerji santralinin değerlendirmesini, 22 adet değerlendirme kriterini baz alarak Bulanık TODIM yöntemiyle yapmışlardır.

Ruzgys vd. (2014) yapmış oldukları çalışmada, 6 farklı konut projesini, 5 adet kriteri baz alarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden SWARA ve TODIM yöntemleri birleşik kullanımıyla değerlendirmişlerdir.

Sen vd. (2015) yaptıkları çalışmada, gri sayılar kümesi teorisiyle TODIM yöntemini bütünleşik kullanarak robot seçim probleminde uygulamışlardır. 6 değerlendirme kriterini esas alarak 5 adet robot alternatifini sıralamışlardır.

3. ADIM ADIM AĞIRLIK DEĞERLENDİRME ORAN ANALİZİ (SWARA)

SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) Kersulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından 2010'da geliştirilmiş olan bir yöntemdir. SWARA yönteminin işleyişi aşağıda denklemler eşliğinde sunulmaktadır (Özbek, 2017:46; Karabasevic vd., 2015:118-119):

SWARA yönteminin ilk aşamasında problemin çözümünde etkisi olan kriterler konu hakkında

yetkin kişi veya kişiler tarafından en önemli faktörden en önemsiz doğru sıralanır.

j : en önemliden en önemsiz doğru kriter; $j = 1, 2, 3, \dots, n$

Sıralama işleminin ardından her bir kriterin kendinden sonra gelen kriter göre ne kadar daha önemli olduğu yine yetkin kişi veya kişiler tarafından saptanır.

s_j : j . kriterin $(j + 1)$. kriter göre önemi

Önceki aşamada uzman görüşleri olan s_j değerleri yardımcı ile k_j değerleri Eşitlik 1'deki koşullu fonksiyon ile hesaplanır.

$$k_j = \begin{cases} j = 1 \Rightarrow 1 \\ j > 1 \Rightarrow s_j + 1 \end{cases} \quad \text{Eşitlik 1}$$

Daha sonra Eşitlik 1'den elde edilen k_j değerleri yardımıyla Eşitlik 2'deki koşullu fonksiyon q_j değerlerini verir.

$$q_j = \begin{cases} j = 1 \Rightarrow 1 \\ j > 1 \Rightarrow \frac{q_{j-1}}{k_j} \end{cases} \quad \text{Eşitlik 2}$$

w_j : j . faktörün önem düzeyi; $j = 1, 2, 3, \dots, n$

k : faktör; $k = 1, 2, 3, \dots, n$

Son aşamada Eşitlik 2'den elde edilen q_j değerleri yardımıyla her bir kriterin ağırlık değeri Eşitlik 3'teki gibi hesaplanır.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum_{k=1}^n q_k} \quad \text{Eşitlik 3}$$

Bu değerler arasındaki en yüksek değer karar verme problemi üzerinde en çok etkisi olan değerlendirme faktörünü göstermektedir.

4. AĞIRLIKLIL ÇARPIM YÖNTEMİ (WPM)

WPM (Weighted Product Method) yönteminin işleyişi aşağıda denklemler eşliğinde gösterilmiştir (Taka vd., 2017: 1201-1202; Nezhad vd., 2015: 1124-1125):

WPM yönteminin ilk adımında karar matrisi oluşturulmaktadır. Karar matrisi Eşitlik 4'teki gibi oluşturulur.

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

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

x_{ij} : i . alternatifin, j . değerlendirme kriteri

açısından değeri

$$\begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{1m} & x_{2m} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 4}$$

Uzman görüşleri ile karar matrisi oluşturulduktan sonra normalizasyon işlemi yapılarak karar matrisi, normalize karar matrisine dönüştürülür. Maksimizasyon yönlü kriterler için normalizasyon işlemi Eşitlik 5 kullanılarak, minimizasyon yönlü kriterler için normalizasyon işlemi Eşitlik 6 kullanılarak gerçekleştirilir.

\bar{x}_{ij} : i . alternatifin j . kriter açısından normalize edilmiş değeri

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_j x_{ij}}; \text{maksimizasyon yönlü } \forall i, j \text{ için} \quad \text{Eşitlik 5}$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min_j x_{ij}}{x_{ij}}; \text{minimizasyon yönlü } \forall i, j \text{ için} \quad \text{Eşitlik 6}$$

Eşitlik 5 ve 6'nın karar matrisindeki ilgili hücrelere uygulanması sonucu normalize karar matrisi Eşitlik 7'deki gibi oluşur.

$$\begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \bar{x}_{1m} & \bar{x}_{2m} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 7}$$

Bu işlemin ardından her bir alternatif için ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulabilir. Bu işlem Eşitlik 8'de gösterilmiştir.

w_j : j . değerlendirme faktörünün ağırlığı

$$\bar{x}_{ij}^{w_j}; \forall i, j \text{ için} \quad \text{Eşitlik 8}$$

Son aşamada her bir alternatif için performans değeri hesaplanır. Bu aşamada tüm kriterler tek potada eritilmiş olmaktadır. Performans değerinin hesaplanması Eşitlik 9'da gösterilmiştir.

WPM_i : i . alternatifin WPM yöntemine göre performans değeri

$$WPM_i = \prod_{j=1}^n \bar{x}_{ij}^{w_j}; \forall i \text{ için} \quad \text{Eşitlik 9}$$

Bu performans puanları arasındaki en yüksek değer WPM yöntemine göre en iyi alternatifi gösterecektir.

5. TODIM YÖNTEMİ

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TODIM (Iterative multi-criteria decision making) yönteminin işleyişi aşağıda açıklanmıştır (Adalı, 2016, 75-76):

TODIM yöntemine göre öncelikle bir karar matrisinin hazırlanması gereklidir. Karar matrisinin yapısı WPM yöntemi açıklamalarında gösterilen Eşitlik 4 ile aynıdır. Ardından, normalizasyon işlemleri gerçekleştirilmelidir. TODIM yöntemine göre fayda kriterleri için normalizasyon işlemi Eşitlik 10 kullanılarak gerçekleştirilir.

r_{ij} : *i. alternatifin j. kritere göre normalize edilmiş performans değeri*

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad \text{Eşitlik 10}$$

TODIM yönteminde maliyet kriterleri için normalizasyon işlemi Eşitlik 11 kullanılarak gerçekleştirilir.

$$r_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad \text{Eşitlik 11}$$

Bu işlemlerin ardından karar verme problemindeki referans kriter belirlenir. Referans kriter karar verme problemindeki en önemli kriter olarak ifade edilmektedir. Genellikle ağırlık değeri en yüksek olan kriter referans kriter olarak seçilmektedir. Bu seçimin ardından her bir kriterin göreceli ağırlığı Eşitlik 12 kullanılarak hesaplanır.

w_j : *j. kriterin ağırlığı*

w_r : *referans kriterin ağırlığı*

w_{jr} : *j. kriterin göreceli ağırlığı*

$$w_{jr} = \frac{w_j}{w_r} \quad \text{Eşitlik 12}$$

Bir kriter açısından her bir alternatif çifti için kısmi baskınlık değeri Eşitlik 13 kullanılarak hesaplanır.

A_i : *i. alternatif*

θ : *kayıptan kaçınma katsayısı*

$\varphi_j(A_i, A_{i^l})$: *i. alternatifin i^l . alternatifine göre*

j. kriter açısından kısmi baskınlık değeri

$\varphi_j(A_i, A_{i^l}) =$

$$\begin{cases} r_{ij} > r_{i^l j} \Rightarrow \sqrt{\frac{w_{jr}(r_{ij} - r_{i^l j})}{\sum_{j=1}^n w_{jr}}} \\ r_{ij} = r_{i^l j} \Rightarrow 0 \\ r_{ij} < r_{i^l j} \Rightarrow -\frac{1}{\theta} \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n w_{jr}(r_{i^l j} - r_{ij})}{w_{jr}}} \end{cases}$$

Eşitlik 13

Bu eşitlikteki kayıptan kaçınma katsayısı olarak genellikle 1 değeri tercih edilmektedir.

Her bir kriter için bu işlemler tekrarlandıktan sonra Eşitlik 14'teki gibi birleştirilerek her alternatif çifti için baskınlık değeri hesaplanabilir.

$\delta(A_i, A_{i^l})$: *i. alternatifin i^l . alternatifine göre baskınlık değeri*

$\delta(A_i, A_{i^l}) = \sum_{j=1}^n \varphi_j(A_i, A_{i^l}), \forall (i, i^l)$ için

Eşitlik 14

Son olarak her alternatif için genel baskınlık değeri Eşitlik 15 kullanılarak hesaplanır.

ξ_i : *i. alternatifin genel baskınlık değeri*

$$\xi_i = \frac{\sum_{i^l=1}^m \delta(A_i, A_{i^l}) - \min \sum_{i^l=1}^m \delta(A_i, A_{i^l})}{\max \sum_{i^l=1}^m \delta(A_i, A_{i^l}) - \min \sum_{i^l=1}^m \delta(A_i, A_{i^l})}$$

Eşitlik 15

Eşitlik 15'teki işlem karar verme problemindeki her alternatif için tekrarlanır. Bulunan genel baskınlık değerleri arasındaki en yüksek değer tüm kriterler birarada düşünüldüğünde en iyi alternatifi göstermektedir.

6. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) YÖNTEMİ

AHS yöntemi Saaty tarafından geliştirilmiş bir yöntemdir. En önemli avantajları hem nitel hem de nicel verileri değerlendirmeye imkan tanıması ve verilen cevapların doğruluğunun tutarlılık oranı vasıtasıyla kontrol

edilebilmesidir. Yöntemin işleyişi aşağıda sırasıyla verilmiştir (Rajak ve Shaw, 2019, 3):

Öncelikle uzman görüşlerinden yararlanılarak ikili karşılaştırma matrisi hazırlanır. İkili karşılaştırma matrisinin yapısı Eşitlik 16'da gösterilmiştir.

i, j : kriterler veya alternatifler;

$i, j = 1, 2, 3, \dots, n$

a_{ij} : satırdaki kriter veya alternatifin

sütundakine göre önemi

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 16}$$

$$i = j \Rightarrow a_{ij} = 1; a_{ij} = x \Rightarrow a_{ji} = \frac{1}{x}; a_{ij} \neq 0$$

Satırdaki kriter veya alternatifin aynısı sütuna da yazıldığı için oluşan ikili karşılaştırma matrisi her zaman kare matristir. Matristeki her hücre kendi sütun toplamına oranlanır. Yapılan işlem Eşitlik 17'de gösterilmiştir.

$$\frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad \text{Eşitlik 17}$$

Daha sonra her bir satırdaki değerlerin ortalaması hesaplanır. Bu değer ilgili satırdaki kriter veya alternatifin önem düzeyini ifade etmektedir. Yapılan işlem Eşitlik 18'de gösterilmiştir.

w_i : i . kriter veya alternatifin önem düzeyi

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}}{n} \quad \text{Eşitlik 18}$$

Bu işlemler sonucunda bulunan değerlerin güvenilir olup olmadığını kontrol etmek için tutarlılık oranı hesaplanmalıdır. Tutarlılık oranı hesaplama sürecinde ilk olarak uzman görüşleri ile oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi ile önem düzeylerini gösteren matris çarpılır. Yapılan işlem Eşitlik 19'da gösterilmiştir.

$$\begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \dots \\ \lambda_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix} \quad \text{Eşitlik 19}$$

Eşitlik 19'da bulunan değerlerin ortalaması alınır. Yapılan işlem Eşitlik 20'de gösterilmiştir.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n} \quad \text{Eşitlik 20}$$

Ardından tutarlılık indeksi Eşitlik 21 yardımıyla hesaplanır.

CI : tutarlılık indeksi

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad \text{Eşitlik 21}$$

Son olarak tutarlılık indeks değeri rassal indeks değerine oranlanarak tutarlılık oranı bulunur. Rassal indeks değeri matris boyutuna bağlı olan bir tablo değeridir. Tutarlılık oranı hesaplaması Eşitlik 22 kullanılarak gerçekleştirilir.

RI : rassal indeks değeri

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad \text{Eşitlik 22}$$

Bulunan değer 0,1 değerinden küçük ise sonuçlar tutarlıdır.

7. UYGULAMA

Değerlendirme çalışmalarının ilk aşamasında, tam kan sayımı cihazı konusunda bilgi ve yetkinliğe sahip uzman kişilerle görüşme yapılmıştır. Bu uzmanlar, laboratuvarlar sorumlusu başteknisyen, hematoloji laboratuvarı sağlık teknisyeni, biyomedikal birimi teknisyeni ve tıbbi cihaz firması teknik sorumlusundan oluşmaktadır. Tam kan sayımı cihazında olması gereken özelliklerin ve Tıbbi Cihaz Yönetmeliği'ne uygun standartların birlikte değerlendirildiği, dört kişiden oluşan bu uzman ekip ile ilk görüşmede cihaz tercih kriterleri belirlenmiştir.

Aşağıda, uzman görüşleri doğrultusunda belirlenen sekiz adet kriterin açıklamaları yapılmıştır:

Güvenilir ve doğru kan sonuçları; kalite kontrol programları sayesinde, hastaya yapılan tetkik sonuçlarının doğru güvenilir ve kaliteli şekilde alınması gerekliliğidir.

Kullanıcı oryantasyonu; cihaz teslimatından sonra kullanıcılara verilecek eğitim ve adaptasyon hizmeti olduğu ifade edilmiştir.

Tasarım özellikleri, fonksiyonel özellikler; cihaz sistemini oluşturan parçaların ve bileşenlerin estetik, dayanıklı ve kullanım kolaylığına sahip olması istenmiştir.

Tam Kan Sayım Testi Finansmanı; cihaz ve tıbbi sarf malzeme toplam maliyetinin ekonomik ve ucuz olması, kamu kaynakları kullanımı açısından önem arz etmektedir.

Teknik servis; cihazın kurulumundan sonra kullanım esnasında meydana gelebilecek arıza durumlarında, bakım onarım hizmetinin en kısa süre içinde gerçekleştirilmesi istenmiştir.

Yükleme kapasitesi; cihazın aynı anda kaç adet numune tüpünü bünyesine alabildiğini ifade etmektedir.

Tahlil hızı; tıbbi cihazın birim zamanda çıkarabildiği maksimum tahlil sonucu olarak tanımlanmıştır. Tahlil sonucu elde edilmesi ne kadar hızlı ise, değerlendirilen numune sayısı da o kadar fazla olacaktır.

Kontaminasyon engelleyici özellikler; cihaz bünyesine alınan numune tüplerindeki kanların imhası esnasında, kullanıcılara ve çevreye zarar vermemesi zorunluluğudur.

Laboratuvarın ihtiyaç duyduğu tam kan sayım cihazı için ilk adımda değerlendirmede dikkate alınması gereken kriterler ve olası alternatifler belirlenmiştir. Ardından bu kriter ve alternatifleri incelemek üzere bir form hazırlanmış ve yetkililer tarafından doldurulmuştur. Kriterler ile ilgili verilen cevaplar kullanılarak SWARA yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Eşitlik 1,2, ve 3 kullanılarak bulunan değerler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Kriter Ağırlıkları

Kriter Kodu	s_j	k_j	q_j	w_j
Kriter 1		1,000000	1,000000	0,403599
Kriter 2	0,600000	1,600000	0,625000	0,252249
Kriter 3	0,800000	1,800000	0,347222	0,140139
Kriter 5	0,600000	1,600000	0,217014	0,087587
Kriter 7	0,700000	1,700000	0,127655	0,051522
Kriter 6	0,600000	1,600000	0,079785	0,032201
Kriter 8	0,600000	1,600000	0,049865	0,020126
Kriter 4	0,600000	1,600000	0,031166	0,012578

Her bir kriterin açıklaması ile beraber ağırlık değerleri Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2: Kriter Açıklamaları ve Ağırlıkları

Kriter Kodu	Değerlendirme Faktörü	w_j
Kriter 1	Güvenilir ve Doğru Kan Sonuçları	0,403599
Kriter 2	Kullanıcı Oryantasyonu	0,252249
Kriter 3	Tasarım Özellikleri, Fonksiyonel Özellikler	0,140139
Kriter 4	Tam Kan Sayım Testi Finansmanı	0,012578
Kriter 5	Teknik Servis	0,087587
Kriter 6	Yükleme Kapasitesi	0,032201
Kriter 7	Tahlil Hızı	0,051522
Kriter 8	Kontaminasyon Engelleyici Özellikler	0,020126

Yetkili kişilerin doldurduğu forma göre SWARA yöntemi ile hesaplamalar yapılmıştır. Buna göre tam kan sayım cihazı seçiminde dikkate alınması gereken en önemli kriter %40,3599 ile güvenilir ve doğru kan sonuçlarının elde edilebilmesi iken, en önemsiz kriter %1,2578 ile tam kan sayım testinin finansmanıdır. Kriter ağırlıkları bulunduktan sonra ölçüm cihaz alternatifleri arasında seçim yapabilmek için uygun olabilecek bir yöntem belirlenmesi gerekmektedir. Kriterlerin ölçüm birimleri birbirinden farklı olduğundan dolayı çok kriterli karar verme yöntemlerinden yararlanılması uygundur. Bu noktada yöntem seçiminde karar matrisindeki veriler incelenmiştir. Karar matrisi hiç negatif değer ve sıfır değeri içermediği için Eşitlik 5 ve Eşitlik 6’da gösterilen normalizasyon işlemleri açısından WPM yönteminin uygulanabilir olduğu görülmüştür. Bu nedenle ilk yöntem olarak WPM ile tam kan sayım cihazı alternatifleri incelenmiştir. Ancak yöntemin doğru sonuçlar verip vermediğini teyit etmek amacıyla WPM işlemlerinden sonra aynı karar matrisine TODIM yöntemine göre de işlemler uygulanmıştır.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinin başlangıç noktası olarak, bu aşamada öncelikle Eşitlik 4’teki karar matrisi oluşturulmuştur. Karar matrisi Tablo 3’te verilmiştir. Bu karar matrisinde tam kan sayım testi maliyeti kriteri dışındaki tüm kriterler nitel olduğu için uzmanların 1 en kötü 7 en iyi olacak şekilde değerlendirme yapması istenmiştir. 4 numaralı kriter ise nicel bir kriter olduğu için bu tıbbi

cihazın satışında yer alan bir uzmandan bilgi elde edilmiştir. Bu kriterin ölçüm birimi, standart bir tam kan sayım testi başına düşen maliyetin Türk Lirası cinsinden ifadesidir.

Tablo 3: Karar Matrisi

Kriter Kodu	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kriter 1	6	7	5
Kriter 2	7	7	5
Kriter 3	6	7	5
Kriter 4	2,50	2,55	2,00
Kriter 5	7	7	5
Kriter 6	7	7	5
Kriter 7	7	7	5
Kriter 8	7	7	5

Bu işlemten sonra Eşitlik 5 ve 6'dan kriterlere göre uygun olan kullanılarak karar matrisi normalize karar matrisine dönüştürülmüştür. Normalize karar matrisi Tablo 4'tedir.

Tablo 4: WPM için Normalize Karar Matrisi

Kriter Kodu	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kriter 1	0,857143	1,000000	0,714286
Kriter 2	1,000000	1,000000	0,714286
Kriter 3	0,857143	1,000000	0,714286
Kriter 4	0,800000	0,784314	1,000000
Kriter 5	1,000000	1,000000	0,714286
Kriter 6	1,000000	1,000000	0,714286
Kriter 7	1,000000	1,000000	0,714286
Kriter 8	1,000000	1,000000	0,714286

Daha sonra Eşitlik 8'deki işlemin normalize karar matrisindeki tüm hücrelere uygulanması gerekmektedir. Bu işlem sonucu ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilir. Ağırlıklı normalize karar matrisi Tablo 5'te verilmiştir. Normalize karar matrisinin ağırlıklı normalize karar matrisine dönüştürülmesinde SWARA yönteminden elde edilen ağırlıklar kullanılmıştır.

Tablo 5: Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

Kriter Kodu	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kriter 1	0,939681	1,000000	0,873017
Kriter 2	1,000000	1,000000	0,918627
Kriter 3	0,978629	1,000000	0,953942
Kriter 4	0,997197	0,996949	1,000000
Kriter 5	1,000000	1,000000	0,970960
Kriter 6	1,000000	1,000000	0,989224
Kriter 7	1,000000	1,000000	0,982814
Kriter 8	1,000000	1,000000	0,993251

Son adımda Eşitlik 9 ile her bir alternatifin WPM yöntemine göre performans puanı hesaplanmaktadır. WPM yöntemine göre performans değerleri ve bu değerlere göre her bir alternatifin çözüm problemindeki tercih sırası Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Alternatiflerin Performans Değerleri (WPM)

	Performans Değeri	Sıralama
Alternatif 1	0,917022	2
Alternatif 2	0,996949	1
Alternatif 3	0,717315	3

Tablo 6'deki değerlere yorumlamak gerekirse, WPM yöntemine göre 3 tam kan sayım cihazı içerisindeki en iyi alternatif 0,996949 değeri ile 2 numaralı alternatif iken en kötü tam kan sayım cihazı alternatifi 0,717315 performans değeri ile 3 numaralı alternatiftir. WPM yöntemine ilişkin hesaplamaların ardından elde edilen sonuçların doğruluğunu test etmek amacıyla bir başka çok kriterli karar verme yöntemi olan TODIM ile hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. TODIM yöntemi de WPM gibi ilk adımda Tablo 3'teki karar matrisi ile işlemlere başlamaktadır. Daha sonra normalizasyon işlemleri yapılması gerekmektedir. 4 numaralı kriter olan "Tam Kan Sayım Testi Finansmanı" maliyet yönlü bir kriter olduğu için Eşitlik 11 kullanılarak diğer kriterler ise Eşitlik 10 yardımıyla normalize edilir. TODIM yöntemine göre normalize karar matrisi Tablo 7'deki gibi oluşmaktadır.

Tablo 7: TODIM için Normalize Karar Matrisi

Kriter Kodu	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Kriter 1	0,500000	1,000000	0,000000
Kriter 2	1,000000	1,000000	0,000000
Kriter 3	0,500000	1,000000	0,000000
Kriter 4	0,090909	0,000000	1,000000
Kriter 5	1,000000	1,000000	0,000000
Kriter 6	1,000000	1,000000	0,000000
Kriter 7	1,000000	1,000000	0,000000
Kriter 8	1,000000	1,000000	0,000000

Bu işlemlerin ardından karar verme problemindeki referans kriter belirlenir. Referans kriter SWARA yönteminden elde edilen değerlere göre 1 numaralı kriter olan güvenilir ve doğru kan sonuçları kriteridir. Bu

seçimin ardından her bir kriterin göreceli ağırlığı Eşitlik 12 kullanılarak hesaplanır. Bulunan değerler Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8: Kriter Göreceli Ağırlıkları

Kriter Kodu	w_{jr}
Kriter 1	1,000000
Kriter 2	0,625000
Kriter 3	0,347222
Kriter 5	0,031166
Kriter 7	0,217014
Kriter 6	0,079785
Kriter 8	0,127655
Kriter 4	0,049865

Bu işlemin ardından tüm kriterler açısından her bir alternatif çifti için kısmi baskınlık değeri Eşitlik 13 kullanılarak hesaplanır. 1 numaralı alternatif için kısmi baskınlık değerleri Tablo 9’da, 2 numaralı alternatif için kısmi baskınlık değerleri Tablo 10’da ve 3 numaralı alternatif için kısmi baskınlık değerleri Tablo 11’deki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 9: Kısmi Baskınlık Değerleri (Alternatif 1)

Kriter Kodu	(1;2)	(1;3)
Kriter 1	-1,113038	0,449221
Kriter 2	0,000000	0,502244
Kriter 3	-1,888888	0,264706
Kriter 4	0,033816	-8,501378
Kriter 5	0,000000	0,295950
Kriter 6	0,000000	0,179446
Kriter 7	0,000000	0,226984
Kriter 8	0,000000	0,141865

Tablo 10: Kısmi Baskınlık Değerleri (Alternatif 2)

Kriter Kodu	(2;1)	(2;3)
Kriter 1	0,449221	0,635294
Kriter 2	0,000000	0,502244
Kriter 3	0,264706	0,374351
Kriter 4	-2,688372	-8,916320
Kriter 5	0,000000	0,295950
Kriter 6	0,000000	0,179446
Kriter 7	0,000000	0,226984
Kriter 8	0,000000	0,141865

Daha sonra tüm bu değerler Eşitlik 14’teki gibi birleştirilerek her alternatif çifti için baskınlık değeri hesaplanabilir. Son olarak her alternatif için genel baskınlık değeri Eşitlik 15 kullanılarak hesaplanır. Her alternatif için baskınlık ve genel baskınlık değerleri ile genel

baskınlık değerlerine göre sıralama Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 11: Kısmi Baskınlık Değerleri (Alternatif 3)

Kriter Kodu	(3;1)	(3;2)
Kriter 1	-1,113038	-1,574073
Kriter 2	-1,991063	-1,991063
Kriter 3	-1,888888	-2,671291
Kriter 4	0,106935	0,112154
Kriter 5	-3,378946	-3,378946
Kriter 6	-5,572700	-5,572700
Kriter 7	-4,405606	-4,405606
Kriter 8	-7,048970	-7,048970

Tablo 12: Alternatiflerin Genel Baskınlık Değerleri (TODIM)

Alternatif	Baskınlık Değeri	Genel Baskınlık Değeri	Sıralama
Alternatif 1	-9,409072	0,979800	2
Alternatif 2	-8,534630	1,000000	1
Alternatif 3	-51,822771	0,000000	3

Buradan elde edilen sonuçlara göre de en iyi alternatif 2 numaralı alternatif olarak bulunmuş ve sıralamanın WPM yöntemi ile birebir örtüştüğü görülmüştür.

Karar verme probleminde yer alan 4 numaralı kriter yani “Tam Kan Sayım Testi Finansmanı” kriteri dışında tüm kriterler öznel kriterlerdir. Bundan dolayı, Tablo 3’te gösterilen karar matrisinde 4 numaralı kriter dışındaki bütün değerlendirmeler uzman görüşlerine göre yapılmıştır. Bu öznel görüşlerin doğruluğunu kontrol edebilmek amacıyla tutarlılık hesaplamalarına imkan veren ayrıca hem nitel hem de nicel verileri kullanabilen bir diğer çok kriterli karar verme yöntemi olan AHS yönteminin de kullanımının uygun olacağı düşünülmüştür. Bu amaçla, AHS’deki ikili karşılaştırma matrislerini oluşturacak şekilde yeni bir form hazırlanmış ve sağlık görevlileri tarafından doldurulması istenmiştir. Sağlık görevlilerinin verdikleri cevaplar yardımıyla tüm kriterler için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri ile AHS yöntemine uygun biçimde yapılan hesaplar ve tutarlılık oranlarına ilişkin

hesaplama sonuçları aşağıdaki tablolarda sırasıyla verilmiştir.

Tablo 13, 1 numaralı değerlendirme kriterine ilişkin oluşturulan ikili karşılaştırma matrisini, bu matristen elde edilen önem düzeylerini, tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranlarını göstermektedir.

Bu işlemlere göre “Güvenilir ve Doğru Kan Sonuçları” kriteri açısından en iyi alternatif 0,557143 değeri ile 2 numaralı alternatiftir. Bulunan tutarlılık oranı 0,015797 değeri de eşik değeri olan 0,1’den küçük olduğu için sonuçların tutarlı olduğu ve güvenli bir şekilde değerlendirmelerde kullanılabileceği anlaşılmaktadır.

Tablo 14, 2 numaralı değerlendirme kriterine ilişkin oluşturulan ikili karşılaştırma matrisini, bu matristen elde edilen önem düzeylerini, tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranlarını göstermektedir.

Tablo 15, 3 numaralı değerlendirme kriterine ilişkin oluşturulan ikili karşılaştırma matrisini, bu matristen elde edilen önem düzeylerini, tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranlarını göstermektedir.

Tablo 16, 4 numaralı değerlendirme kriterine ilişkin oluşturulan ikili karşılaştırma matrisini, bu matristen elde edilen önem düzeylerini, tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranlarını göstermektedir.

Tablo 13: 1 Numaralı Kriter için AHS Önem Düzeyleri ve Tutarlılık Oranı

Kriter 1	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Önem Düzeyi		
Alternatif 1	1,000000	0,500000	3,000000	0,320238	λ_{max}	3,018325
Alternatif 2	2,000000	1,000000	4,000000	0,557143	CI	0,009162
Alternatif 3	0,333333	0,250000	1,000000	0,122619	CR	0,015797

Tablo 14: 2 Numaralı Kriter için AHS Önem Düzeyleri ve Tutarlılık Oranı

Kriter 2	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Önem Düzeyi		
Alternatif 1	1,000000	1,000000	3,000000	0,428571	λ_{max}	3,000000
Alternatif 2	1,000000	1,000000	3,000000	0,428571	CI	0,000000
Alternatif 3	0,333333	0,333333	1,000000	0,142857	CR	0,000000

Tablo 15: 3 Numaralı Kriter için AHS Önem Düzeyleri ve Tutarlılık Oranı

Kriter 3	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Önem Düzeyi		
Alternatif 1	1,000000	0,333333	3,000000	0,272099	λ_{max}	3,074134
Alternatif 2	3,000000	1,000000	4,000000	0,607962	CI	0,037067
Alternatif 3	0,333333	0,250000	1,000000	0,119939	CR	0,063909

Tablo 16: 4 Numaralı Kriter için AHS Önem Düzeyleri ve Tutarlılık Oranı

Kriter 4	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Önem Düzeyi		
Alternatif 1	1,000000	2,000000	0,500000	0,285714	λ_{max}	3,000000
Alternatif 2	0,500000	1,000000	0,250000	0,142857	CI	0,000000
Alternatif 3	2,000000	4,000000	1,000000	0,571429	CR	0,000000

Tablo 17, 5 numaralı değerlendirme kriterine ilişkin oluşturulan ikili karşılaştırma matrisini, bu matristen elde edilen önem düzeylerini, tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranlarını göstermektedir.

Tablo 18, 6 numaralı değerlendirme kriterine ilişkin oluşturulan ikili karşılaştırma matrisini, bu matristen elde edilen önem düzeylerini, tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranlarını göstermektedir.

Tablo 17: 5 Numaralı Kriter için AHS Önem Düzeyleri ve Tutarlılık Oranı

Kriter 5	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Önem Düzeyi		
Alternatif 1	1,000000	1,000000	3,000000	0,428571	λ_{max}	3,000000
Alternatif 2	1,000000	1,000000	3,000000	0,428571	CI	0,000000
Alternatif 3	0,333333	0,333333	1,000000	0,142857	CR	0,000000

Tablo 18: 6 Numaralı Kriter için AHS Önem Düzeyleri ve Tutarlılık Oranı

Kriter 6	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Önem Düzeyi		
Alternatif 1	1,000000	1,000000	3,000000	0,428571	λ_{max}	3,000000
Alternatif 2	1,000000	1,000000	3,000000	0,428571	CI	0,000000
Alternatif 3	0,333333	0,333333	1,000000	0,142857	CR	0,000000

Tablo 19, 7 numaralı değerlendirme kriterine ilişkin oluşturulan ikili karşılaştırma matrisini, bu matristen elde edilen önem düzeylerini, tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranlarını göstermektedir.

Tablo 20, 8 numaralı değerlendirme kriterine ilişkin oluşturulan ikili karşılaştırma matrisini, bu matristen elde edilen önem düzeylerini, tutarlılık indeksi ve tutarlılık oranlarını göstermektedir.

SWARA yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları ile AHS yöntemi kapsamında oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen önem düzeyleri birleştirilerek her bir alternatifin tüm kriterlere göre ağırlıklı önem düzeyi hesaplanabilmektedir. Her bir alternatifin tüm kriterlere göre ağırlıklı önem düzeyleri ve bu değerlere göre yapılan sıralama Tablo 21’de gösterilmiştir.

Tablo 19: 7 Numaralı Kriter için AHS Önem Düzeyleri ve Tutarlılık Oranı

Kriter 7	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Önem Düzeyi		
Alternatif 1	1,000000	1,000000	3,000000	0,428571	λ_{max}	3,000000
Alternatif 2	1,000000	1,000000	3,000000	0,428571	CI	0,000000
Alternatif 3	0,333333	0,333333	1,000000	0,142857	CR	0,000000

Tablo 20: 8 Numaralı Kriter için AHS Önem Düzeyleri ve Tutarlılık Oranı

Kriter 8	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Önem Düzeyi		
Alternatif 1	1,000000	1,000000	3,000000	0,428571	λ_{max}	3,000000
Alternatif 2	1,000000	1,000000	3,000000	0,428571	CI	0,000000
Alternatif 3	0,333333	0,333333	1,000000	0,142857	CR	0,000000

Tablo 21: Alternatiflerin Ağırlıklı Önem Düzeyleri (AHS)

Alternatif	Ağırlıklı Önem Düzeyi	Sıralama
Alternatif 1	0,361123	2
Alternatif 2	0,502008	1
Alternatif 3	0,136868	3

WPM, TODIM ve AHS yöntemlerinden elde edilen sonuçların karşılaştırılması için sonuçlar

tek bir tabloda toplanmıştır. Bu değerler ile buna uygun sıralamalar Tablo 22’dedir.

Tablo 22’deki sonuçlardan görüleceği üzere güvenilir sonuçlar elde edilmiş ve birebir aynı sıra değerlerine ulaşılmıştır. Buna bağlı olarak laboratuvarın tam kan sayım cihazı ihtiyacının giderilmesi için 2 numaralı alternatif güvenle seçilebilecektir.

Tablo 22: Yöntemlerin Karşılaştırılması

Alternatif	WPM Değer	WPM Sıra	TODIM Değer	TODIM Sıra	AHS Değer	AHS Sıra
Alternatif 1	0,917022	2	0,979800	2	0,361123	2
Alternatif 2	0,996949	1	1,000000	1	0,502008	1
Alternatif 3	0,717315	3	0,000000	3	0,136868	3

8. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden SWARA, WPM, TODIM ve AHS yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmada, bir laboratuvarında kullanılacak olan tam kan sayımı cihazı analiz edilmiştir. Tam kan sayımı cihazları performansı sekiz kriter (güvenilir ve doğru kan sonuçları, kullanıcı oryantasyonu tasarım özellikleri, fonksiyonel özellikler, tam kan sayım testi finansmanı, teknik servis, yükleme kapasitesi, tahlil hızı, kontaminasyon engelleyici özellikler) açısından değerlendirilmiştir. Söz konusu sekiz kriterin ağırlıkları SWARA yöntemi ile bulunmuştur. Tam kan sayımı cihazı seçiminde etkili olan kriterlerden; cihazın güvenilir ve doğru kan sonuçları vermesi, kullanıcı oryantasyonu, cihazın tasarım özellikleri ve fonksiyonel özellikleri kriterlerinin karar verme sürecinde daha fazla ağırlığa sahip olduğu görülmüştür.

Kriter ağırlıkları bulunduktan sonra, cihaz alternatiflerine ait veriler WPM, TODIM ve AHS

yöntemi ile analiz edilmiş, performans değerleri bulunmuş, alternatif tam kan sayımı cihazlarının sıralaması yapılmıştır. Cihazlar; Alternatif 1, Alternatif 2, Alternatif 3 olarak numaralandırılmıştır. Analiz sonucunda, en iyi cihaz alternatifinin Alternatif 2 olduğu, ikinci sırada Alternatif 1'in geldiği ve son sırada da Alternatif 3'ün yer aldığı görülmüştür. Aynı karar verme problemi için üç farklı yöntem denenmiş ve sıralamaların birebir örtüştüğü görülmüştür. Üç farklı yöntemin aynı sıralamayı göstermesinden hareketle sonuçların güvenle kullanılabilceği düşünülmektedir.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda belirlenecek farklı veya benzer kriterler baz alınarak, farklı çok kriterli karar verme yöntemleri uygulanarak, tıbbi cihaz alternatifleri değerlendirilip, tıbbi cihaz satın alımı problemlerinde kullanılabilceği düşünülmektedir.

REFERANSLAR

Adalı, E.A. (2016). Personnel Selection In Health Sector with EVAMIX and TODIM Methods. Alphanumeric Journal The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems, 4 (2), 69-83. DOI: 10.17093/aj.2016.4.2.5000194528

Alakaş, H.M., Bucak, M.Y., Kızıldaş, Ş. (2019). AHP-TOPSIS ve AHP-VIKOR Yöntemleri ile Ambulans Tedarikçisi Seçimi. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi, 4(1), 93-101.

Ayyıldız, E. ve Demirci, E. (2018). Türkiye'de Yer Alan Şehirlerin Yaşam Kalitelerinin Swara Entegreli Topsis Yöntemi ile Belirlenmesi.

Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (30), 67-87.

Bahadori, M., Sadeghifar, J., Ravangard, R., Salimi, M., Mehrabian, F. (2012). Priority of Determinants Influencing the Behavior of Purchasing the Capital Medical Equipments Using AHP Model. World Journal of Medical Sciences, 7(3), 131-136.

Bilge, E. (2018). Kurumsal Müşterilerin Banka Tercihinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri: Aydın İlinde Bir Uygulama. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

- Bozdemir, E. ve Öcel, Y. (2016). Hastanelerde Dış Kaynak Kullanımının Maliyet Minimizasyonu Açısından Analizi: Bolu İzzet Baysal Eğitim ve Araştırma Hastanesi Manyetik Rezonans (MR) Cihazı Örneği. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20 (3), 1051-1070.
- Çakır, E. (2017). Kriter Ağırlıklarının SWARA-Copeland Yöntemi ile Belirlenmesi: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama. *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (1), 42-56.
- Çakır, E. (2018). Bütünleşik Swara ve Edas Yöntemi Kullanarak Fitness Merkezlerinin Değerlendirilmesi: Örnek Bir Uygulama. *Hitit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 1907-1923. Doi: 10.17218/hititsosbil.408916.
- Cihan, Ş., Ayan, E., Eren, T., Topal, T., Yıldırım, E.K. (2017). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Ekokardiyografi Cihazı Seçiminin Yapılması. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi (HSP)*, 4 (1), 41-49, DOI: 10.17681/hsp.285651.
- Durmuş, M. (2015). Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Uşak Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İşletme Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Ekin, A., Yanık, A., Kıyak, M. (2012). Bir Eğitim ve Araştırma Hastanesinde Dışardan Satın Alınan Hizmetlerin Ekonomik Değerlendirmesi. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 15 (1), 1-23.
- Erdoğan, S. (2019). Bitkisel ve Hayvansal Biyodizel Kullanılan Bir Dizel Motorun Performans, Emisyon ve Yanma Karakteristiklerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile İncelenmesi. *Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Makine Mühendisliği (Türkçe) Programı, Doktora Tezi*.
- Girginer, N., Uçkun, N., Erken Çelik, A. (2008). Usage of Analytic Hierarchy Process in Medical Equipment Purchasing Decisions: A University Hospital Case. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 26, 138-153.
- Güdük, Ö. ve Güdük, Ö. (2017). Palyatif Bakım Üniteleri Performansının TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Adıyaman Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2), 511-527.
- İnce, Ö., Bedir, N., Eren, T. (2016). Hastane Kuruluş Yeri Seçimi Probleminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile Modellenmesi: Tuzla İlçesi Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(3), 08-21.
- Ivlev, I., Vacek, J., Kneppo, P. (2015). Multi-criteria decision analysis for supporting the selection of medical devices under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 247(1), 216-228, doi.org/10.1016/j.ejor.2015.05.075.
- Juodagalvienė, B., Turskis, Z., Šaparauskas, J., Endriukaiytė, A. (2017). Integrated multi-criteria evaluation of house's plan shape based on the EDAS and SWARA methods. *Engineering Structures and Technologies*, 9(3), 117-125.
- Kalkan, M., Sökmen, A., Bıyık, Y. (2015). Sağlık Hizmetlerinde Dış Kaynak Kullanımı: Ankara Halk Sağlığı Müdürlüğü Uygulaması. *Gazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 17(2), 35-56.
- Karabasevic, D., Stanujkic, D., Urosevic, S., Maksimovic, M. (2015). Selection of candidates in the mining industry based on the application of the SWARA and the MULTIMOORA methods. *Acta Montanistica Slovaca*, 20(2), 116-124.
- Kaya, Z. (2013). Tam kan sayım çıktılarının yorumlanması. *Dicle Tıp Dergisi*, Diyarbakır 40 (3), 521-528.
- Mavi, R.K., Goh, M., ZARBAKHSHNIA, N. (2017). Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 91(5-8), 2401-2418.
- Mela, K., Tiainen, T., Heinisuo, M. (2012). Comparative study of multiple criteria decision making methods for building design. *Advanced Engineering Informatics*, 26, 716-726.

Nezhad, M.R.G., Zolfani, S. H., Moztarzadeh, F., Zavadskas, E. K., Bahrami, M. (2015). Planning the priority of high tech industries based on SWARA-WASPAS methodology: The case of the nanotechnology industry in Iran, *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja*, 28:1, 1111-1137. DOI: 10.1080/1331677X.2015.1102404.

Özbek, A. (2017). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Özüdoğru, A.G. (2018, Kasım), Biyomedikal Cihaz Seçiminde Kriterlerin Önem Düzeylerinin Belirlenmesi. Tıp Teknolojileri Kongresi, Gazi Magosa, Kıbrıs, 50-53.

Rajak, M. ve Shaw, K. (2019). Evaluation and selection of mobile health (mHealth) applications using AHP and fuzzy TOPSIS. *Technology in Society*, 59, 1-17. doi:10.1016/j.techsoc.2019.101186.

Ruzgys, A., Volvačiovas, R., Ignatavičius, Č., TURSKIS, Z. (2014). Integrated evaluation of external wall insulation in residential buildings using SWARA-TODIM MCDM method. *Journal of Civil Engineering and Management* 20(1), 103–110. <http://dx.doi.org/10.3846/13923730.2013.843585>.

Selvi, Y. (2009). Sağlık Kuruluşlarında Tıbbi Cihaz Yönetimi. *Yönetim Dergisi*, 20(63): 99-118.

Sen, D.K., Datta, S., Mahapatra, S.S. (2015). Extension of TODIM combined with grey numbers: an integrated decision making module. *Grey Systems: Theory and Application*, 5(3), 367-391.

Shukla, S., Mishra, P.K., Jain, R., Yadav, H.C. (2016). An integrated decision making approach for ERP system selection using SWARA and PROMETHEE method. *International Journal of Intelligent Enterprise*, 3(2), 120–147.

Tadić, D., Stefanović, M., Aleksić, A. (2014). The Evaluation and Ranking of Medical Device Suppliers by Using Fuzzy Topsis Methodology. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(4): 2091-2101.

Taka, M., Raygor, S.P., Purohit, R., Parashar, V. (2017) Selection of tool and work piece combination using Multiple Attribute Decision Making Methods for Computer Numerical Control turning operation. *Materials Today: Proceedings 4. 5th International Conference of Materials Processing and Characterization (ICMPC 2016)*, 1199–1208.

Tam Kan Sayımı, http://www.kanhastaliklari.org.tr/icerik.php?id=535&alt_id=536&tab=120, (22.05.2019)

Taş, D. ve Selvi, Y. (2014, Eylül). Tıbbi Cihaz Kullanıcılarının Alınan Tıbbi Cihaz Kalibrasyon ve Bakım/Onarım Hizmet Sunumuna İlişkin Görüşleri. Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi, Klinik Mühendisliği 1, Perissia Hotel & Convention Center, Kapadokya.

Tolga, A.Ç. ve Turgut, Z.K. (2018). Sürdürülebilir ve Yenilenebilir Enerji Santrallerinin Bulanık TODIM Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Alphanumeric Journal The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 6 (1), 49-68. DOI: 10.17093/alphanumeric.371754.

Vesković, S., Stević, Ž., Stojić, G., Vasiljević, M., Milinković, S. (2018). Evaluation of the railway management model by using a new integrated model DELPHI-SWARA-MABAC. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(2), 34-50, DOI: doi:10.31181/dmame1802034v.

Zolfani, S.H., Maknoon, R., Zavadskas, E. K. (2015). Multiple Nash Equilibriums and Evaluation of Strategies. New application of MCDM Methods. *Journal of Business Economics and Management*, 16(2), 290-306. doi:10.3846/16111699.2014.967715.