

Bütünleşik Smart-TOPSIS Yöntemi ile Veteriner Kliniklerinde En Uygun Ultrason Cihazının Belirlenmesi

Hakan Murat Arslan¹

Özet

Veteriner kliniklerinde ve hekimler tarafından mobil kullanılan ultrason cihazları oldukça maliyetlidir ve bu ultrason cihazlarının belirlenme sürecinde birçok ölçütü dikkate almak gerekir. Bu cihazların optimum seçimi, çeşitli kriterlerin değerlendirilmesini içerdiğinden karar verme problemleri arasında karmaşık problemler sınıfındadır. Bu çalışma, özellikle alternatifler var olduğunda aynı türden ultrason cihazları arasında ilgili veteriner kliniği için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri ile en uygun cihazı belirleyebilmektir. İlgili karar probleminin çözümü Smart-TOPSIS yöntemleri ile bütünleşik bir yapı kullanılarak modellenmiştir. Değerlendirme süreçlerinin temelinde (ÇKKV) yöntemlerinin uygulanabilirliği vardır. Oluşturulan çözüm modelinin kriter ve alternatifleri, alanda çalışan veteriner hekimlerin görüşleri ve literatürden faydalanılarak belirlenmiştir. Düzce ilinde ki bir veteriner kliniğinde gerekli olan en uygun ultrason cihazının belirlenebilmesi üzerinde bir vaka çalışması yapılmıştır. Sonuçlar, Smart-TOPSIS yöntemleri ile en uygun ve en kötü ultrason cihazının tespit edilebildiğini ortaya koymuştur. Analiz bulguları ilgili veteriner hekimler ve işletmeler ile paylaşılmıştır.

1. GİRİŞ

Son yüzyılda, inovasyonlar ve teknolojideki ilerlemeler tarafından şekillenen küresel ekonomi, tıbbi cihaz endüstrisinde dikkate değer bir büyüme göstermiş ve bu da şirketler ve üreticiler arasında yüksek bir rekabet ortamına neden olmuştur. Ürünlerin farklı markaları, farklı kalite seviyeleri ve fiyatları, ilgili sağlık kuruluşlarının uygun bir ürün satın almasını zorlaştırmaktadır. Birden çok alternatif mevcut olduğunda, en uygun seçimi yapmak için

1 Doç. Dr., Düzce Üniversitesi İşletme Fakültesi, muratarслан@duzce.edu.tr,
Orcid: 0000-0002-3515-5358

dikkate alınması gereken çok sayıda kriter olduğundan, en uygun alternatifini belirlemek çok karmaşık hale gelir. Bu tür karar probleminin karmaşıklığı, çatışan ve çelişen amaçlardan kaynaklanır. Alınan karardan sonra pişmanlığı en az seviyeye indirmeyi garantileyen sistemli bir analizin gerekliliği ortaya çıkar. Bu nedenle, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, alınan kararları desteklemek ve seçilen çözümün güvenilirliğini artırmak için ortaya çıkmıştır (Marsh vd., 2017).

Hayvan sağlığı sektörü işletmelerinin karşılaştığı karar problemlerinden biri de optimum özellikteki ultrason cihazlarının belirlenmesidir. Karar vericinin, bireysel veya grup olarak, hangi cihazın satın alınacağına karar vermesi gerekmektedir. Üreticiler tarafından sunulan aynı fonksiyona sahip ekipmanın farklı modellerinin mevcut olması, veteriner hekimlerin en uygun cihazı seçmelerini zorlaştırmaktadır. Bu durum, bir karar verme sürecinde birçok kriterin dikkate alınması gerektiğinde ortaya çıkar ve kriterler arasında çatışma unsurları var demektir. Bu nedenle, hayvan sağlığı sektörü işletmelerinin doğru ve yerinde kararlar vermeleri elzemdir aksi takdirde alınan kararlardan sonra pişmanlığın maliyeti çok daha fazladır.

Veteriner hekimlik mesleğinin ekonomik refah seviyesinin yükselmesi ve müşterilerin veteriner hekimlik hizmetleri için istekli bir şekilde ödeme yapması, toplumun ihtiyaçlarının iyi bir şekilde karşılanması ve etkili hizmet sunumunun sağlanmasıyla yakından ilişkilidir. Ayrıca, veteriner hekim sayısının piyasada talep edilen sayıyla dengeli olması, aşırı rekabet ortamına yol açacak uygulamalardan kaçınılması önemlidir. Aksi takdirde, veteriner hekimler arasında etik kuralların ihlal edildiği bir rekabet ortamı oluşabilir ve veteriner hekimler ile hasta sahipleri arasında istenmeyen sorunlar yaşanabilir, bu da mesleğe zarar verebilir. Mesleki ve ekonomik başarı, kişisel eğitim, bilgi birikimi, teknoloji kullanımı, müşteri ilişkileri, kariyer düşüncesi, yetenekler ve tutumlar gibi faktörlere dayanmaktadır (Lloyd, 2006).

Veteriner kliniklerinin yönetiminde, temel prensipler arasında işletme planının hazırlanması ve güncellenmesi, bilgisayar destekli hasta kayıt ve takip programlarının kullanımı, hizmet etkinliğinin artırılması, geniş bir hizmet yelpazesinin sunulması, çalışanların görevlerinin belirlenmesi ve performanslarının değerlendirilmesi, mesleki eğitime öncelik verilmesi ve sürekliliğinin sağlanması yer almaktadır (Matthew, 1995).

Veteriner kliniklerinin sahipleri ve yöneticileri, teknik bilgi ve uygulamaların yanı sıra muhasebe, bilgisayar, iletişim teknolojileri, yasal mevzuat, işletme yönetimi, finansman, insan kaynakları, organizasyon gibi konularda da bilgi ve beceri sahibi olmalıdır. Veteriner klinik işletmelerinde sağlıklı ve etkin bir yönetim anlayışı benimsenmeli ve işletme performansı

ölçülmeli ve kontrol edilmelidir. Klinik yöneticileri, geleceğe yönelik uzun vadeli kararlar alırken finansal göstergeleri kullanmalı ve bu göstergelerin basit, hızlı, etkili ve gerçekçi bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanınmalıdır (Richardson ve Osborne, 2006).

Bu sebeplerle, çalışmada birçok alternatif arasından en uygun ultrason cihazının seçimi bir karar problemi olarak kabul edilmiş ve çözümü ÇKKV yöntemleri ile ele alınmıştır. Bu problemin çözümünde, birçok benzer seçenek arasından veteriner klinikleri için en uygun ultrason cihazının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada hem Smart hem de TOPSIS yöntemi bütünlüklük bir yapıda kullanılmıştır. Bu çalışmanın literatüre temel katkılarının aşağıdaki gibi sıralanacağı düşünülmektedir;

- ✓ Birbiri ile çatışan kriterlerle en uygun ultrason cihazının belirlenmesi problemi için Smart ve TOPSIS yöntemlerini bütünlüklük yapıda birleştiren bir ÇKKV modeli önermek.
- ✓ Bu alanda çalışan veteriner hekimlere ve ilgili araştırmacılara ultrason cihazlarının belirlenmesi sürecinde ÇKKV yöntemlerinin kullanılabilirliğini göstermek.
- ✓ Hayvan sağlığı açısından daha doğru ve yerinde ultrason cihazı tespit ederek, en güvenilir teşhisin konulabilmesinde ilgili hekimlere rehberlik etmek.

Çalışmanın giriş kısmından sonra sırası ile gelen bölümlerinde, literatür taramasına, çalışmanın yöntemine, bulgularına ve sonuçlarının değerlendirilmesine yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Yerli ve yabancı literatürü inceleyerek, özellikle tıbbi cihaz seçimi gibi farklı sağlık alanlarında ÇKKV yöntemleri ve bu yöntemlerin hibrit uygulamalarıyla ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmalar, konularına ve karar verme yöntemlerinin özelliklerine göre sınıflandırılmıştır.

(Glaize vd., 2019) çalışmasında, sağlık kuruluşlarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin nasıl uygulandığına dair pratik bir bakış açısı sunulmuştur. Aynı şekilde (Glaize vd., 2019) tarafından önerilen bir model, tıbbi cihaz seçimi dahil olmak üzere farklı sağlık alanlarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin nasıl uygulandığını göstermektedir.

Öte yandan (Ivlev vd., 2015) çalışmasında, belirsizlik koşullarında en uygun tıbbi cihaz seçimi için yeni bir çok kriterli karar verme yöntemi modeli sunulmuştur.

(Ivlev vd., 2016) çalışmasında ise Çek Cumhuriyeti'ndeki bölgesel hastaneler için en uygun Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR) sistemi belirlenmiştir. Araştırmacılar, AHP, TOPSIS, PROMETHEE II ve Simple Additive Weighting (SAW) gibi farklı çok kriterli karar verme yöntemlerini karşılaştırarak, tıbbi ekipman seçimi için en uygun olanını önermişlerdir.

(Büyüközkan ve Göçer, 2019) çalışması, belirsizlik koşulları altında akıllı tıbbi cihaz seçim sürecini değerlendirmek için yeni bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmada, belirsizlik ve muğlaklık ele alınarak intuitionistic fuzzy Choquet integral (IFCI) yaklaşımı kullanılmıştır.

(Tadic vd., 2014) çalışmasında ise tek bir tıbbi cihaz tedarikçisini değerlendirmek için bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımını önermişlerdir.

(Abdel-Basset vd., 2019) çalışmasında ise bulanık bir karar ortamında akıllı tıbbi cihazların seçim sürecini optimize etmek için Neutrosophic TOPSIS yöntemini içeren yeni bir yaklaşım önerilmiştir.

(Frazão vd., 2018) çalışmasında ise AHP ve bulanık mantığın literatürdeki diğer yöntemlere göre baskınlığını ifade etmişlerdir.

(Gomez, 2019) çalışmasında, medikal gaz tedarik cihazlarının optimal seçimi için MACBETH ve FAHP yöntemlerini ayrı ayrı kullanmışlardır.

AHP ve bulanık VIKOR yöntemleri ise (Emec vd., 2019) tarafından bir bilimsel araştırma laboratuvarında en uygun protein izolasyon cihazının seçimi için kullanılmıştır.

(Liu vd., 2013) çalışmasında ise tıbbi atık bertarafı için mevcut alternatiflerin değerlendirilmesi probleminde bulanık VIKOR tabanlı bulanık çok kriterli karar verme yöntemi kullanılmıştır.

En uygun tıbbi cihaz üreticisi firmanın seçimi için ise (Lee vd., 2017) tarafından bulanık AHP yöntemi ve bulanık TOPSIS yönteminden oluşan hibrit bir bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımı kullanılmıştır.

Sağlık sektöründeki tedarikçi seçim sürecini geliştirmek için ise (Goh vd., 2018) tarafından bulanık çok kriterli karar verme ortamında bulanık AHP ve bulanık TOPSIS'e dayalı çok kriterli bir karar verme yaklaşımı kullanılmıştır.

Yukarıda ifade edilen şekilde kriterlere sahip, hayvan sağlığı sektöründe en uygun tıbbi cihazların belirlenmesine yönelik, Smart ve TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilmiş bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu sebeple çalışmada, ilgili veteriner klinikleri için en uygun ultrason cihazı seçimi üzerine Smart ve TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılarak bütünleşik bir model önermek amaçlanmıştır. Araştırmada, kriterlerin ağırlıklarını tespit

etmek için Smart yöntemi kullanılmış, Smart ve TOPSIS yöntemleri ile de en uygun alternatif sıralaması belirlenmiştir.

2.1. Veteriner Kliniklerinde Kullanılan Ultrason Cihazları

Veteriner kliniklerinde sıklıkla kullanılan ultrason cihazları, hayvan sağlığı alanında önemli birer araçlardır. Ultrasonografi, iç organların ve dokuların ayrıntılı görüntülerini elde etmek için yüksek frekanslı ses dalgalarını kullanır. Bu teknoloji, veteriner hekimlere, birçok hastalığın teşhis ve tedavisinde değerli bilgiler sağlar. Ultrason cihazları, gebelik teşhisi, iç organların incelenmesi, tümörlerin değerlendirilmesi ve kalp hastalıklarının tespit edilmesi gibi birçok alanda kullanılabilir (veterinermalzeme.com).

Veteriner kliniklerinde ultrason cihazlarının önemi, hızlı ve doğru teşhis imkânı sağlamasıyla açıklanabilir. Ultrasonografi, vücudun iç yapısını görüntülemek için non-invaziv bir yöntemdir, yani hayvanlara herhangi bir cerrahi müdahale gerektirmez. Veteriner hekimler, ultrason cihazları aracılığıyla hayvanların iç organlarını gerçek zamanlı olarak gözlemleyebilir ve sorunlu bölgeleri hızlı bir şekilde teşhis edebilir. Bu da doğru tedavi planlaması için hayati bir adımdır (vetart.com).

Ultrasonografi aynı zamanda veteriner cerrahide de büyük bir öneme sahiptir. Veteriner cerrahlar, ultrason cihazlarını ameliyat öncesinde ve sonrasında kullanarak organların durumunu ve işlevini değerlendirebilir. Bu bilgi, cerrahi prosedürlerin planlanmasına ve gerektiğinde revizyonların yapılmasına yardımcı olur. Ultrasonografi ayrıca biyopsi veya sıvı örneği alımı gibi işlemler sırasında da rehberlik sağlar, böylece invaziv müdahalelerin doğru noktalara yapılmasını sağlar (Şengöz vd., 2021).

Bahsedilen ultrason cihazları sayesinde veteriner hekimler müşterilerle daha iyi iletişim kurabilirler. Hayvan sahipleri, evcil hayvanlarının sağlık durumuyla ilgili endişelerini iletildiğinde, ultrasonografi sonuçları görsel olarak sunulabilir ve anlaşılması kolay bir şekilde açıklanabilir. Bu, hayvan sahiplerinin teşhis ve tedavi süreçlerine daha iyi katılımını sağlar ve daha bilinçli kararlar almalarını destekler. Ultrason cihazlarının kullanımı, veteriner kliniklerinde hem hayvanların hem de sahiplerinin sağlık ve refahına katkıda bulunur.

2.2. Veteriner Kliniklerinin Yönetimi

Veteriner kliniklerinin etkin bir şekilde yönetilmesi, başarılı bir işletme ve kaliteli veteriner hizmetleri sunma açısından büyük önem taşır. Bilimsel bir çalışmaya göre, veteriner kliniklerinin etkin yönetiminin, işletmenin karlılığı, müşteri memnuniyeti ve çalışanların performansı üzerinde olumlu etkileri

olduğunu göstermektedir (Park vd., 2018). Yönetim, finansal kaynakların planlanması, tedarik zinciri yönetimi, stok kontrolü, personel yönetimi ve pazarlama stratejilerinin belirlenmesi gibi bir dizi alanı içerir.

Veteriner kliniklerinin etkin yönetimi için iş süreçlerinin optimize edilmesi önemlidir. Yapılan bir araştırmada, kliniklerdeki süreç iyileştirmelerinin, hasta akışını düzenlemek, bekleme sürelerini azaltmak ve hizmet kalitesini artırmak için kullanılabileceği belirtilmektedir (Dallolio vd., 2015). Bu süreçler arasında randevu yönetimi, hastane otomasyonu, kaynak planlaması ve verimlilik analizleri yer alabilir. İş süreçlerinin düzgün bir şekilde yönetilmesi, klinikteki iş akışını iyileştirir ve hem hasta hem de personel memnuniyetini artırır.

Veteriner kliniklerindeki yönetim aynı zamanda etkili liderlik becerilerini gerektirir. Liderlik, veteriner hekimlerin ve yöneticilerin ekibi yönetme, motive etme ve geliştirme yeteneklerini içerir. Araştırmalar, etkili liderliğin çalışanların bağlılığını artırdığını, iş performansını iyileştirdiğini ve müşteri memnuniyetini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Morrow et vd., 2015). İyi bir lider, klinik vizyonunu iletebilir, takım çalışmasını teşvik edebilir ve çalışanların yeteneklerini geliştirecek eğitim ve geliştirme fırsatları sunabilir.

Veteriner kliniklerinin yönetimi için veri analitiği ve performans ölçütlerinin kullanılması da önemlidir. Veri analitiği, kliniklerin işletme performansını izlemesine, trendleri belirlemesine ve karar verme süreçlerini desteklemesine yardımcı olur. Bir çalışma, veteriner kliniklerindeki performans ölçütlerinin (örneğin, müşteri memnuniyeti, geri dönüş oranı, randevu sürekliliği) klinik başarısıyla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Kogan vd., 2018). Bu nedenle, yöneticilerin veri analitiği ve performans ölçütlerini kullanarak klinik performansını izlemesi ve iyileştirmeler yapması önemlidir.

3. METEDOLOJİ

Hayvan sağlığı harcamalarının aşırı artması, ilgili sağlık sorunlarını daha karmaşık hale getirerek, karşılaşılan karar problemlerinin çözümünde bilimsel yöntemlere, özellikle de çok kriterli karar verme yöntemlerine ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı karar verme problemleri içine dahil olan hayvan sağlığı işletmelerinde en uygun ultrason cihazının belirlenmesi problemidir. Problemin modellenmesi, kriter ve alternatiflerinin belirlenmesi tamamen ilgili sektör içinde halen çalışan veteriner hekimlerin görüşleri ve literatürün incelenmesi ile oluşturulmuştur. Kriterlerin ağırlıkları Smart yöntemi ile

alternatiflerin öncelik sıralaması hem Smart hem de TOPSIS yöntemi ile ayrı ayrı tespit edilmiştir. Çalışmanın hiyerarşik çözüm modeline ve ilgili ÇKKV yöntemlerinin çözüm aşamalarına uygun olarak analizler gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analizin toplu sonuçları bulguların yorumlanması kısmında detaylı bir şekilde ifade edilmiştir.

3.1. Smart Yöntemi

Basit Çoklu Özellik Değerlendirme Tekniği (SMART), Edwards tarafından 1977 yılında kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi ve tüm alternatiflerin sıralanması süreci olarak tanımlanmıştır (Edwards, 1977). Yöntemin ilk iki adımında, karar ortamı ve sorunlar tanımlanır. Üçüncü ve dördüncü adımlarda, alternatifler ve değerlendirilecek kriterler belirlenir ve beşinci adımda kriterler önem sırasına göre sıralanır. Altıncı adımda, en az önemli olduğu düşünülen kritere 10 puan verilir ve daha önemli kriterler, kendisinden önce gelen kriterlerle karşılaştırılarak 10'dan daha yüksek puanlar alacak şekilde (puan için üst sınır yoktur) göreceli önemleri belirlenir. Yedinci adımda, altıncı adımda verilen puanların her biri, toplam puanlara bölünerek kriter ağırlıkları elde edilir. Bu işlem sonucunda kriter ağırlıklarının toplamı 1'e eşit olur. Eşitlik 1'de görüldüğü gibi, "n" kriter sayısını temsil ederken, "w_j" j. kriterin göreceli ağırlığını temsil etmektedir. "w_j" ise j. kriterin normalleştirilmiş ağırlığını ifade etmektedir.

$$w_j = \frac{w_j^*}{\sum_{j=1}^n w_j^*} \quad (1)$$

Sekizinci adımda, kriterlere göre değerlendirilen alternatiflerin puanları 0-100 aralığında belirlenir. Dokuzuncu ve onuncu adımlarda ise, $U_k = \sum_j w_j u_{kj}$ formülü ile normalize edilmiş kritere göre alternatiflerin U_k değerleri tespit edilir. En yüksek değere sahip olan alternatif tercih edilir (Edwards, 1977:328-330; Olson, 1996:35-36). Edwards ve Barron, 1994 yılında yaptıkları çalışmada, SMARTS ve SMARTER adlı iki yöntem geliştirmişlerdir. SMART' tan farklı olarak, karar vericiye kriterleri kıyaslatmadan ve sıralama yaptırmadan işlemler yürütülür. SMARTS yönteminde salınım değerler yaklaşımı, SMARTER yönteminde ise derece sıralama merkezi (ROC) kullanılarak kriterlere ağırlıklandırma işlemi gerçekleştirilir (Edwards ve Barron, 1994; Wang vd., 2009; Riabacke vd., 2012:13).

3.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi, tıpkı AHP yöntemi gibi anlaşması kolay ve uygulanması kolay bir yöntem olarak değerlendirilir. Her bir kriter için en uygun seçeneği belirlemek için basit matematiksel hesaplamalar kullanılır ve güvenilir bir tercih sıralaması sunar. Bu nedenle, TOPSIS yöntemi sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Aynı zamanda, TOPSIS yöntemi, öncelik değerlerini içeren karşılaştırmaları yapabilme yeteneği ve farklı ölçekler ile farklı bilgi tipleri (sözel değerlendirmeler, deneysel veriler) üzerinde çalışabilme esnekliği sağlar (Gomez vd., 2009).

TOPSIS yöntemi, Olson (2004) tarafından belirtilen toplam altı adımdan oluşan bir süreçle gerçekleştirilir. Aşağıda bu süreç sırası ile ifade edilmiştir.

Karar matrisinin oluşturulması: Değerlendirilecek alternatifler ve bu alternatiflere ait kriterlerin bir matris şeklinde düzenlenmesi.

Standart karar matrisinin oluşturulması: Karar matrisinin normalize edilerek, kriterlerin ağırlıklarını dikkate alan bir matrise dönüştürülmesi.

Ağırlıklı standart karar matrisinin oluşturulması: Standart karar matrisinin her bir kriterin önemine göre ağırlıklarının çarpılmasıyla hesaplanan ağırlıklı matrisin elde edilmesi.

İdeal ve negatif ideal çözümlerin oluşturulması: Ağırlıklı standart karar matrisindeki her kriter için en iyi ve en kötü değerlerin belirlenerek ideal çözüm ve negatif ideal çözüm vektörlerinin oluşturulması.

Ayrım ölçülerinin hesaplanması: Her bir alternatifin ideal çözüme olan benzerliği ve negatif ideal çözümden olan farklılığı dikkate alınarak, ayrım ölçülerinin hesaplanması.

İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması: Ayrım ölçülerinin kullanılarak, her bir alternatifin ideal çözüme göreli yakınlığının hesaplanması ve sonuçların tercih sıralamasını belirlemek için kullanılması.

4. UYGULAMA

Bütünleşik Smart-TOPSIS Yöntemi ile En Uygun Ultrason Cihazının Belirlenmesi

Çalışma dahilinde analiz edilen karar problemi, veteriner kliniklerinde ihtiyaç haline gelen optimum özelliklerdeki ultrason cihazlarının belirlenmesine yöneliktir. Hedef, belirlenen kriterler çerçevesinde tüm alternatiflerin önüne geçen ultrason cihazının tespit edilmesidir. Bu analiz sürecinde ilgili ÇKKV yöntemlerinin çözüm adımlarına tamamen bağlı kalmıştır. Çalışma Düzce ilinde faaliyet gösteren üç veteriner kliniğinde

gerçekleştirilmiş ve ilgili kliniklerdeki üç hekimin görüşleri doğrultusunda kriterler ve alternatifler oluşturulmuştur. Hekimlerin kriterleri önem sırasına göre değerlendirmeleri sonucunda elde edilen verilere göre ilk altı kriter seçilmiştir.

Bu çalışmada altı alternatif ultrason cihazı değerlendirilmiştir. Bu cihazların isimleri verilerin gizliliği esasına dayanarak kısa kodlar ile ifade edilmiştir. Bu cihazların kodları HSV, SV7, WT01, SV20, SV21 ve SVS5 dir. Ayrıca çalışmanın ilerleyen kısımlarında tabloların sayfalara sığdırılması açısından Kriterler K1, K2... diye sadece kodları ile ifade edilmiştir. Örneğin, K1 “Fiyat” kriteridir.

4.1. Smart Yöntemi ile Kriterlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi

Smart yönteminin analiz aşamaları uygulayabilmesi için öncelikle temel veri değerlerinin matris halinde ifade edilmesi gerekmektedir. Tablo 1’de temel veri matrisi verilmiştir.

Tablo 1. Temel Veri Matrisi

	K1:Fiyat (TL)	K2: Tarama Derinliği (mm)	K3: Görüntü rotasyonu Miktarı (Decece)	K4: Ebat (dm ³)	K5: Ağırlık (kg)	K6: Görüntüleme Frekans Boyu (Mhz)
A1: HSV	58000	250	90	12,96	0,8	2,5
A2: SV7	30000	190	80	22,93	1,3	2
A3: WT01	45000	210	85	18,45	1,1	1,5
A4: SV20	30000	180	75	6,86	0,95	1,5
A5: SV21	30000	190	80	16,32	0,85	2,5
A6: SVS5	25000	180	80	13,54	0,25	1,5

Temel veri matrisi verilerine dayanarak karar verici niteliğindeki veteriner hekimler her bir kriteri diğerlerine göre 25 puan üzerinden değerlendirmişler ve elde verilerin geometrik ortalamaları alınarak her bir kriterin nihai değerlendirme puanı tespit edilmiştir. Ardından toplam değerlendirme puanı elde edilmiştir. Son olarak ta her bir kriter değeri toplam puana bölünerek nihai ağırlık değerleri belirlenmiştir. Tablo 2’de her bir kritere ait nihai ağırlık değerleri ifade edilmiştir.

Tablo 2. Karar Vericilerin Kriterleri Puanlamaları ve Nihai Ağırlık Değerleri

	Karar vericilerin 25 Puan Üzerinden değerlendirilmeleri	Nihai Ağırlıklar
K1:Fiyat (TL)	23	0,232
K2: Tarama Derinliği (mm)	15	0,152
K3: Görüntü rotasyonu Miktarı (Decece)	20	0,202
K4: Ebat (dm ³)	18	0,182
K5:Ağırlık (kg)	13	0,131
K6: Görüntüleme Frekans Boyu (Mhz)	10	0,101
TOPLAM	99	1,000

4.2. Smart Yöntemine Göre Alternatiflerin Sıralanması

Smart yöntemine göre her bir kritere ait ağırlıklar tespit edildikten sonra temel veri matrisine dayanarak kriterlere göre her bir alternatifin performans değerleri 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme karar verici konumundaki veteriner hekimler ve ilgili literatür dikkate alınarak yapılmıştır. Tablo 3'te bu değerlendirmelerin ayrıntıları ifade edilmiştir.

Tablo 3. Alternatiflerin Kriterler Bazında 100 Puan Üzerinden Değerlendirilmesi

	K1:Fiyat (TL) Min.	K2: Tarama Derinliği (mm) Max.	K3: Görüntü rotasyonu Miktarı (Decece) Max.	K4: Ebat (dm ³) Min	K5: Ağırlık (kg) Min.	K6: Görüntüleme Frekans Boyu (Mhz) Max.
Ağırlıklar	0,2323	0,152	0,202	0,182	0,131	0,101
A1: HSV	39	90	90	48	28	90
A2: SV7	75	68	80	27	17	72
A3: WT01	50	76	85	33	20	54
A4: SV20	75	65	75	90	24	54
A5: SV21	75	68	80	38	26	90
A6: SVS5	90	65	80	46	90	54

Her bir alternatif kriterler bazında 100 puan üzerinden değerlendirildikten sonra her bir kriterin ağırlıkları dikkate alınarak ağırlıklı değerlendirme matrisi oluşturulmuştur. Bahsedilen veriler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Ağırlıklı Değerlendirme Matrisi

	K1: Fiyat (TL) Min.	K2: Tarama Derinliği (mm) Max.	K3: Görüntü rotasyonu Miktarı (Decece) Max.	K4: Ebat (dm ³) Min	K5: Ağırlık (kg) Min.	K6: Görüntüleme Frekans Boy (Mhz) Max.	Satır Toplamları
Ağırlıklar	0,2323	0,152	0,202	0,182	0,131	0,101	
A1: HSV	9,060	13,680	18,180	8,670	3,684	9,090	62,364
A2: SV7	17,423	10,397	16,160	4,900	2,267	7,272	58,419
A3: WT01	11,615	11,491	17,170	6,090	2,680	5,454	54,500
A4: SV20	17,423	9,850	15,150	16,380	3,103	5,454	67,359
A5: SV21	17,423	10,397	16,160	6,885	3,468	9,090	63,422
A6: SVS5	20,907	9,850	16,160	8,299	11,790	5,454	72,459

Tablo 4'te her bir satırın toplamı bulunarak alternatiflerin birbirleri arasında öncelik oluşturabilecek değerleri elde edilmiştir. Bu değerler Tablo 5'te ifade edilmiş ve alternatiflerin Smart yöntemine göre nihai sıralamaları belirlenmiştir.

Tablo 5. Smart Yöntemine Göre Alternatiflerin Nihai Sıralaması

Sıralama	Alternatif	Satır Toplam Değeri
1.	SVS5	72,4595
2.	SV20	67,3587
3.	SV21	63,4222
4.	HSV	62,3644
5.	SV7	58,4190
6.	WT01	54,5001

4.3. TOPSIS Yöntemine Göre Alternatiflerin Sıralanması

TOPSIS yönteminin analiz aşamalarına geçebilmek için öncelikle temel veri matrisi ifade edilmelidir. Ancak Tablo 1'de gösterildiği için tekrar burada ifade edilmemiştir. Temel veri matrisini değerlerinin işleme uygun hale getirilebilmesi için normalize edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla normalize edilmiş veri matrisi Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Normalize Edilmiş Temel Veri Matrisi

	K1: Fiyat (TL)	K2: Tarama Derinliği (mm)	K3: Görüntü rotasyonu Miktarı (Decece)	K4: Ebat (dm ³)	K5: Ağırlık (kg)	K6: Görüntüleme Frekans Boyu (Mhz)
A1: HSV	0,6213	0,5065	0,4492	0,3312	0,3499	0,5185
A2: SV7	0,3214	0,3850	0,3993	0,5860	0,5686	0,4148
A3: WT01	0,4821	0,4255	0,4242	0,4715	0,4811	0,3111
A4: SV20	0,3214	0,3647	0,3743	0,1753	0,4155	0,3111
A5: SV21	0,3214	0,3850	0,3993	0,4171	0,3718	0,5185
A6: SVS5	0,2678	0,3647	0,3993	0,3461	0,1093	0,3111

Normalize edilmiş matris, kriterler arasındaki farklı ölçekleri dikkate alır. Farklı kriterler genellikle farklı ölçeklerde ifade edilir. Kriterlerin doğrudan karşılaştırılabilmesi için, normalize edilmiş matris kullanılır. Bu matriste her kriter, ölçeklendirme işlemiyle [0, 1] aralığına dönüştürülür. Bu sayede, alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılması daha uygun hale gelir. Tablo 7'de her bir kriterin ağırlığı dikkate alınarak oluşturulmuş ağırlıklı normalize matris ifade edilmiştir.

Tablo 7. Ağırlıklı Normalize Matris

	K1: Fiyat (TL) Min.	K2: Tarama Derinliği (mm) Max.	K3: Görüntü rotasyonu Miktarı (Decece) Max.	K4: Ebat (dm ³) Min.	K5: Ağırlık (kg) Min.	K6: Görüntüleme Frekans Boyu (Mhz) Max.
Ağırlıklar	0,2323	0,152	0,202	0,182	0,131	0,101
A1: HSV	0,1443	0,0770	0,0907	0,0603	0,0458	0,0524
A2: SV7	0,0747	0,0585	0,0806	0,1067	0,0745	0,0419
A3: WT01	0,1120	0,0647	0,0857	0,0858	0,0630	0,0314
A4: SV20	0,0747	0,0554	0,0756	0,0319	0,0544	0,0314
A5: SV21	0,0747	0,0585	0,0806	0,0759	0,0487	0,0524
A6: SVS5	0,0622	0,0554	0,0806	0,0630	0,0143	0,0314
İdeal + değerler	0,0622	0,0770	0,0907	0,0319	0,0143	0,0524
İdeal - değerler	0,1443	0,0554	0,0756	0,1067	0,0745	0,0314

TOPSIS yönteminde, ideal (+) çözüm ve ideal (-) çözüm belirlenir. İdeal çözüm, her bir kriter için en yüksek değeri içeren bir çözümdür (maksimizasyon için) veya en düşük değeri içeren bir çözümdür

(minimizasyon için). Bu çözüm, diğer tüm çözümlerden en iyi şekilde ayrışır. İdeal çözüme yakın olan alternatifler, tercih edilen alternatifler olarak kabul edilir. Bu doğrultuda Tablo 8’de her bir alternatife ait ideal çözüme yakınlık değerleri ifade edilmiştir.

Tablo 8. İdeal Çözüme Yakınlık Değerleri

Alternatifler	İdeal Çözüme Yakınlık Değerleri
A1: HSV	0,4094
A2: SV7	0,4152
A3: WT01	0,3167
A4: SV20	0,6593
A5: SV21	0,5774
A6: SVS5	0,7141

TOPSIS yöntemine göre alternatiflerin öncelik sıralamasının tespit edilebilmesi için her bir alternatifin ideal çözüme yakınlıkları belirlenmelidir. Tablo 9’da her bir alternatifin ideal çözüme yakınlık değerleri dikkate alınarak sıralaması belirlenmiştir.

Tablo 9. TOPSIS Yöntemine Göre Alternatiflerin Nihai Sıralaması

Sıralama	Alternatifler	İdeal Çözüme Yakınlık Değerleri
1.	SVS5	0,7141
2.	SV20	0,6593
3.	SV21	0,5774
4.	SV7	0,4152
5.	HSV	0,4094
6.	WT01	0,3167

5. TARTIŞMA

Hayvan sağlığı sektöründe faaliyet gösteren işletmeler, en uygun ekipman seçimini belirlemek için her zaman farklı kriterleri içeren problemlerle karşılaşabilirler. Ancak, sadece kişisel deneyimlere dayanarak karar vermek, optimal bir seçim yapıldığından emin olmayı garantilemez. Tablo 9’ da ve Tablo 5’teki açık sonuçlara göre, A6 alternatifinin diğer alternatiflere göre belirtilen kriterler çerçevesinde daha üstün olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada bütünlük bir yaklaşımın kullanılması, analizlerin güvenilirliğini artırmıştır. Sonuç olarak, veteriner hekimlerin ortak görüşleri ve belirlenen kriterler dikkate alınarak A6 alternatifinin diğerlerine göre daha üstün olduğu belirlenmiştir. Smart yönteminin hem kriter ağırlıklarının

belirlenmesinde hem de alternatiflerin önceliklerinin belirlenmesinde kullanılması, hesaplamaların objektifliği ve sonuçların güvenilirliği açısından önemlidir. Analiz sonuçları ilgili veteriner hekimler ve klinik yöneticileri ile paylaşılmıştır.

6. BULGULARIN YORUMLANMASI

Bütünleşik ÇKKV yöntemi ile elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en uygun alternatifin A6 olduğu görülmektedir. Bütünleşik bir yapının kullanılması diğer ÇKKV yöntemlerine göre daha güvenilir sonuçlar vermesi içindir. Elde edilen verilere göre, bütünleşik yöntemle elde edilen sıralamalar literatürdeki diğer çalışmalar ile kıyaslandığında geçerliği doğrulanmaktadır. Analizlerin sonuçları ilgili veteriner hekimler ile derinlemesine incelenmiştir. Bütünleşik ÇKKV yöntemleri ile gerçekleştirilen analizler aracılığıyla en uygun ultrason cihazın belirlenmesinin mümkün olabileceği konusunda ilgililere tavsiyede bulunulmuştur. Ayrıca Tablo 10'da her iki yöntemle elde edilen sonuçlar verilmiştir. İlgili tablo dikkatle incelendiğinde ilk üç sıralamanın değişmediği görülmektedir. Bu durum hem hesaplamaların güvenilirliğini hem de sıra korelasyon katsayı değerinin yüksek olduğunu işaret etmektedir.

Tablo 10. Her İki Yönteme Göre Sıralamanın Karşılaştırılması

TOPSIS'e Göre Nihai Sıralama		Smart 'a Göre Sıralama		
Sıralama	Alternatifler	İdeal Çözüme		Ağırlıklı Satır Toplam Değerleri
		Yakınlık Değerleri	Alternatifler	
1.	SVS5	0,7141	SVS5	72,4595
2.	SV20	0,6593	SV20	67,3587
3.	SV21	0,5774	SV21	63,4222
4.	SV7	0,4152	HSV	62,3644
5.	HSV	0,4094	SV7	58,4190
6.	WT01	0,3167	WT01	54,5001

Tablo 11'de ki veriler ve her bir alternatifin her iki yönteme göre sıralama sonuçları dikkate alınarak Spearman sıra korelasyonu katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayının 0,942 olması her iki yöntemle elde edilen sıralamalar arasında pozitif yönde çok yüksek derecede bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Tablo 11. Spearman Sıra Korelasyonu Hesaplama Tablosu

	TOPSIS Sıralama	Smart Sıralama	d	d ²
A1: HSV	5	4	1	1
A2: SV7	4	5	-1	1
A3: WT01	6	6	0	0
A4: SV20	2	2	0	0
A5: SV21	3	3	0	0
A6: SVS5	1	1	0	0
			Toplam	2

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Çalışmada, veteriner kliniklerinde en uygun ultrason cihazının belirlenmesine yönelik bir karar problemi için, bütünlük ÇKKV yöntemin uygulanabileceği gösterilmiştir. Alanında uzman veteriner hekimler; modelin oluşturulmasında, kriterlerin belirlenmesinde ve alternatiflerin tespit edilmesi aşamalarında sürece dâhil olmuşlardır. İki ÇKKV yöntemi bütünlük bir yapıda kullanılarak altı kritere göre altı alternatifin öncelik sıralaması tespit edilmiştir.

Gerçekleştirilen analizler neticesinde, ultrason cihazı tedarik etmek isteyen veteriner hekim veya kliniklerin ÇKKV yöntemleri ile objektif, doğru ve yerinde karar vermeleri mümkündür. Çalışmaya katılan veteriner hekimlere ellerinde ki hâli hazırda kullandıkları ultrason cihazlarını nasıl temin ettikleri sorulduğunda “*Diğer veteriner hekim arkadaşlara sordum, ona göre aldım*” şeklinde cevap vermeleri, veteriner kliniklerinde yönetim açısından bir yanlış olduğunu göstermektedir. Çünkü veteriner hekimlerin kullanacağı ultrason cihazlarının tedarikinde mutlaka ilgili hekimler sürece dâhil edilmeli ve bilimsel karar verme yöntemleri kullanılmalıdır.

Bu çalışmanın iki temel amacı vardır; birincisi, mevcut ÇKKV yöntemlerinin kullanılabilirliğini hayvan sağlığı sektörü literatürüne yerleştirebilmek, ikincisi de bu konuda ileride yapılacak çalışmalara rehberlik etmektir. Ancak, bu çalışma gerçekleştirilirken bir kısım sınırlılıklar ile karşılaşmıştır. Bunlar;

- ✓ İlgili veteriner hekimlerin çalışma yoğunluğu açısından sürece dâhil edilmesinde yaşanan zorluklar,
- ✓ Alternatifleri oluşturan ultrason cihazı firmalarının verilerin gizliliği açısından isimlerini çalışmada beyan etmek istememeleri,
- ✓ Analizlere katılan alternatif sayısının az olması,

- ✓ Smart ve TOPSIS yöntemlerinin analizini yapabilen yazılımların yetersizliği,
- ✓ Veteriner hekimlerin ekipman temininde bilimsel yolları kullanma konusunda isteksiz oluşları,

Çalışmanın elde edilen bulguları incelendiğinde; öncelikle kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Buna göre en etkin kriter 0,232 değeri ile “*Fiyat*” ardından 0,202 değeri ile “*Görüntü rotasyon miktarı*” olmuştur. Ayrıca hem Smart hem de TOPSIS yöntemi ile hesaplanan alternatiflerin öncelik sıralamasında “*A6: SVS5*” birinci olmuştur. En son sırada ise “*A3: WT01*” bulunmaktadır. Bu sonuçlar literatürde yapılmış benzer çalışmalar ile örtüşmektedir.

Gelecekteki çalışmalarda, özellikle kriterlerin tespiti ve kıyaslanmasında veteriner hekimlerin yanı sıra cihazların teknik yapısından anlayan personelinde dâhil edilmesi uygun olacaktır. Oluşturulan ÇKKV modelinin analizinde daha güncel, hibrit, yapay zekâ temalı metotların kullanılması uygun olacaktır. Ayrıca benzer konuda gelecekte yapılacak araştırmalarda kriterlerin ağırlıklandırılması sürecinde AHP, Critic ve Entropi yöntemleri kullanılabilir.

Kaynakça

- Abdel-Basset, M., Manogaran, G., Gamal, A., & Smarandache, F. (2019). A group decision making framework based on neutrosophic TOPSIS approach for smart medical device selection. *Journal of Medical Systems*, 43(2), 38. <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1156-1>.
- Büyükközkcan, G., ve Göçer, F. (2019). Smart medical device selection based on intuitionistic fuzzy Choquet integral. *Soft Computing*, 23(20), 10085–10103. <https://doi.org/10.1007/s00500-018-3563-5>. Carnero, M. C., & Dallolio, L., Rucci, P., Bontempi, K., Barbieri, G., & Fantini, M. P. (2015). Improving quality in veterinary healthcare organizations: A systematic review. *BMC veterinary research*, 11(1), 59.
- Edwards, W. & Barron, F. H. (1994). SMARTS and SMARTER: improved simple methods for multi-attribute utility measurement. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 60(4), 306–25.
- Edwards, W. (1977). How to use multi attribute utility measurement for social decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 7(5), 326-340.
- Emec, S., Turanoglu, B., Oztas, S., & Akkaya, G. (2019). An integarted MCDM for a medical company selection in health sector. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5(4), 77–89. <https://doi.org/10.7176/JSTR/5-4-09>.
- Frazão, T. D. C., Camilo, D. G. G., Cabral, E. L. S., & Souza, R. P. (2018). Multicriteria decision analysis (MCDA) in health care: A systematic review of the main characteristics and methodological steps. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 18(1), 90. <https://doi.org/10.1186/s12911-018-0663-1>.
- Glaize, A., Duenas, A., Martinelly, C. D., & Fagnot, I. (2019). Healthcare decision-making applications using multi criteria decision analysis: A scoping review. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 26(1–2), 62–83. <https://doi.org/10.1002/mcda.1659>
- Goh, M., Zhong, S., & De Souza, R. (2018). Operational framework for healthcare supplier selection under a fuzzy multi-criteria environment. *Proceedings of the 23rd International Symposium on Logistics (ISL 2018)*, Bali, Indonesia. <https://doi.org/10.17863/CAM.54027>.
- Gomez, A. (2019). Optimization of decision making in the supply of medicinal gases used in health care. *Sustainability*, 11(10), 2952. <https://doi.org/10.3390/su11102952>.
- Gómez, L.M., Bayo, J., García, C.M., Angosto, J. (2009). Decision support in disinfection technologies for treated wastewater reuse, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17, Issue 16, Pages 1504-11. <https://vetart.com.tr/ultrasonografi/>

<https://www.veterinermalzeme.com/blog/icerik/veteriner-ultrason-cihazı>

- Ivlev, I., Jablonsky, J., & Kneppo, P. (2016). Multiple criteria comparative analysis of magnetic resonance imaging systems. *International Journal of Medical Engineering and Informatics*, 8(2), 124–141. <https://doi.org/10.1504/IJMEI.2016.075757>.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.05.075>.
- Kogan, L. R., Schoenfeld-Tacher, R., ve Viera, A. R. (2018). Pilot investigation of performance metrics for private small animal veterinary practices. *Veterinary Medicine and Science*, 4(3), 207-215.
- Lee, Y.-C., Chung, P.-H., ve Shyu, J. Z. (2017). Performance evaluation of medical device manufacturers using a hybrid fuzzy MCDM. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 76(1), 28–31. <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/39298/1/JSIR%2076%281%29%2028-31.pdf>
- Liu, H.-C., Wu, J., ve Li, P. (2013). Assessment of health-care waste disposal methods using a VIKOR-based fuzzy multi-criteria decision-making method. *Waste Management*, 33(12), 2744–2751. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.08.006>
- Lloyd JW (2006). Current economic trends affecting the veterinary medical profession. *Vet Clin Small Anim*, 36, 267-279.
- Marsh, K., Goetghebeur, M., Thokala, P., ve Baltussen, R. (Eds.). (2017). *Multi-criteria decision analysis to support health care decisions*. Springer International Publishing.
- Matthew B (1995). Ten key principles of veterinary management. *Veterinary Practice Management, Can Vet J*, 36, 51-54.
- Morrow, R. M., Hancock, D. D., ve Thomas, J. G. (2015). Leadership in veterinary medicine: A need for relevant veterinary management curriculum. *Journal of Veterinary Medical Education*, 42(4), 285-293.
- Olson, D. L. (1996). *Decision Aids for Selection Problems*. Springer-Verlag, New York.
- Olson, D.L. (2004). Comparison of weights in TOPSIS models, *Mathematical and Computer Modelling, Elsevier*, Vol. 40, Issue 7-8, Pages, 721- 727.
- Park, K. W., Lee, J. G., Choi, J. K., ve Cho, K. H. (2018). Effect of management capability on business performance and customer satisfaction in animal hospital. *Journal of the Korean Society of Veterinary Service*, 41(3), 183-191.
- Riabacke, M., Danielson, M. ve Ekenberg, L. (2012). State of the art prescriptive criteria weight elicitation. *Hindawi Publishing Corporation Advances in Decision Sciences*, Volume 1-24.

- Richardson, F ve Osborne, D. (2006). Veterinary manager. *Veterinary Practice Management, Can Vet J*, 47, 702-706,
- Şengöz Şirin Ö, Fidan M, Bumin A. (2021). Acil veteriner hekimliğinde ultrasonografik muayene yöntemleri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(1): 57-61.
- Tadic, D., Stefanovic, M., ve Aleksic, A. (2014). The evaluation and ranking of medical device suppliers by using fuzzy topsis methodology. *Journal of Intelligent ve Fuzzy Systems*, 27(4), 2091–2101. <https://doi.org/10.3233/IFS>.
- Wang, J. J., Jing, Y. Y., Zhang, C. F ve Zhao, J. H. (2009). Review on multi-criteria decision aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 2263–2278.