

AMELİYATHANELERDE IOT DESTEKLİ ATIK YÖNETİM STRATEJİLERİNİN AAS VE TOPSİS YÖNTEMLERİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Şeyda GÜR ^{*} 

Alınma: 29.04.2025; düzeltme: 16.02.2026 ; kabul: 10.04.2026

Öz: Günümüzde sağlık sektöründe dijital dönüşüm, sürdürülebilirlik ve kaynak verimliliği hedefleri doğrultusunda yeni yaklaşımlar geliştirildiği görülmektedir. Özellikle atık üretiminin yoğun olduğu ameliyathanelerde, geleneksel atık yönetimi yöntemleri çevresel riskleri ve operasyonel maliyetleri artırmakta; bu da daha bütüncül ve teknolojik çözümlerin uygulanmasını gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada da ameliyathanelerde nesnelerin interneti teknolojileri destekli atık yönetim stratejilerinin etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada öncelikle, karar kriterleri arasındaki karşılıklı bağımlılık ilişkileri Analitik Ağ Süreci yöntemiyle modellenmiş; ardından, belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak alternatif atık yönetim stratejileri TOPSIS yöntemiyle sıralanmıştır. Elde edilen sonuçlarda, yalnızca teknolojik altyapıların değil, insan faktörünü merkeze alan yaklaşımların da dijital atık yönetimi performansını önemli ölçüde etkilediği görülmektedir. Bu kapsamda bu çalışma ameliyathanelerde çevresel sürdürülebilirliği ve operasyonel etkinliği artırmak adına nesnelerin interneti tabanlı atık yönetimi stratejilerini inceleyerek yöneticilere bir stratejik yol haritası oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Nesnelerin İnterneti, Ameliyathanelerde Atık Yönetimi, AAS, TOPSIS

Evaluation Of IoT-Supported Waste Management Strategies in Operating Rooms with ANP And TOPSIS Methods

Abstract: Currently, new approaches are being developed in the healthcare sector in line with the goals of digital transformation, sustainability, and resource efficiency. Especially in operating rooms where waste production is intense, traditional waste management methods increase environmental risks and operational costs; this necessitates the implementation of more holistic and technological solutions. This study aims to evaluate the effectiveness of waste management strategies supported by Internet of Things (IoT) technologies in operating rooms. In the study, firstly, the interdependence relationships between decision criteria were modeled using the Analytical Network Process method; then, alternative waste management strategies were ranked with the TOPSIS method, utilizing the determined criteria weights. The results obtained show that not only technological infrastructures but also approaches centered on the human factor significantly affect digital waste management performance. In this context, this study examines IoT-based waste management strategies in order to increase environmental sustainability and operational efficiency in operating rooms and create a strategic roadmap for managers.

Keywords: IoT, Waste Management in Operating Rooms, ANP, TOPSIS

* Şeyda Gür, Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye, 63000
İletişim Yazarı: Şeyda Gür (seydagur@harran.edu.tr)

1. GİRİŞ

Sağlık hizmetleri, teknolojik dönüşümün sunduğu olanakları sağlık sistemlerine entegre etme sürecinde oldukça büyük bir yol kat etmiştir. Özellikle yüksek hassasiyet ve kaynak tüketimi gerektiren ameliyathane ortamları, yalnızca tıbbi sonuçlar açısından değil, aynı zamanda çevresel etkiler ve atık yönetimi açısından da stratejik öneme sahiptir. Ameliyathaneler, hastanelerde toplam atık üretiminin %20'sinden fazlasını oluşturmakta ve bu atıkların önemli bir kısmı, enfeksiyon riski taşıyan tehlikeli atık sınıfında değerlendirilmektedir (Chandrapa ve Das, 2012; Windfeld ve Brooks, 2015).

Ameliyathanelerde oluşan atıklar; enfekte atıklar, kesici-delici atıklar, patolojik atıklar, farmasötik atıklar ve geri dönüştürülebilir nitelikteki tehlikesiz atıklar olmak üzere farklı kategorilerde sınıflandırılmaktadır. Bu atık türleri, içerdiği biyolojik, kimyasal ve fiziksel riskler nedeniyle yalnızca çevresel açıdan değil, aynı zamanda hasta ve sağlık çalışanı güvenliği açısından da kritik bir risk alanı oluşturmaktadır (Windfeld ve Brooks, 2015). Özellikle kesici-delici ve enfekte atıkların uygunsuz yönetimi; enfeksiyon zincirinin yayılması, mesleki yaralanmalar ve çevresel kontaminasyon gibi ciddi sonuçlara yol açabilmektedir.

Ameliyathane atıklarının yönetiminde karşılaşılan temel sorunlardan biri, atıkların kaynağında doğru ayrıştırılamamasıdır. Literatürde, cerrahi işlemler sırasında oluşan atıkların önemli bir bölümünün aslında tehlikesiz nitelikte olmasına rağmen, yanlış sınıflandırma nedeniyle yüksek maliyetli tehlikeli atık süreçlerine dâhil edildiği belirtilmektedir (Eckelman ve diğ., 2012; Lee ve diğ., 2002). Bu durum hem bertaraf maliyetlerini artırmakta hem de geri dönüşüm potansiyelinin etkin biçimde kullanılmasını engellemektedir.

Bununla birlikte, ameliyathanelerde atık yönetimi süreçleri çoğunlukla manuel takip, personel farkındalığına dayalı uygulamalar ve sınırlı izlenebilirlik ile yürütülmektedir. Bu yapı; atık miktarlarının doğru ölçülememesi, yasal raporlama süreçlerinde eksiklikler ve denetim zorlukları gibi yapısal problemlere neden olmaktadır. Özellikle artan çevresel sürdürülebilirlik baskıları ve sağlık mevzuatındaki izlenebilirlik gereksinimleri, ameliyathane atık yönetiminin daha sistematik, veri temelli ve dijital çözümlerle ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Geleneksel atık yönetim sistemleri, manuel veri toplama, sınırlı izlenebilirlik gibi yapısal kısıtlarla çevrili olup, sürdürülebilirlik hedefleriyle örtüşmeyen bir yapıya sahiptir. Bu bağlamda, Nesnelerin İnterneti (Nİ) teknolojisi, sağlık hizmetlerinin dijital dönüşüm sürecinde atık yönetimini yeniden yapılandırma potansiyeli taşımaktadır. Nİ destekli sistemler, atık üretim noktalarının gerçek zamanlı izlenmesi, sensör tabanlı veri toplama, otomatik sınıflandırma ve karar destek mekanizmalarının güçlendirilmesi gibi avantajlar sunarak, entegre bir yönetim modeli oluşturmaktadır (Al-Turjman, 2018; Thanigaivelu ve diğ., 2024).

Yapılan çalışmalarda, cerrahi işlemler sırasında oluşan tıbbi atıkların büyük bir kısmının aslında tehlikesiz olmasına rağmen yanlış sınıflandırma nedeniyle tehlikeli atık sınıfında değerlendirildiği, dolayısıyla gereksiz maliyet artışlarına ve çevresel yükümlülükler nedeniyle belirtmektedir (Eckelman ve diğ., 2012; Lee ve diğ., 2002). Windfeld ve Brooks (2015), hastane atık yönetimi süreçlerinin hâlen manuel biçimde sürdürüldüğünü, bu durumun hem operasyonel verimliliği düşürdüğünü hem de izlenebilirliği sınırladığını vurgulamaktadır.

Nİ teknolojilerinin atık yönetimi süreçlerine entegrasyonu, son yıllarda artan çevresel baskılar ve kaynak verimliliği hedefleri doğrultusunda gündeme gelmiştir. Bu bağlamda, atıkların oluşum noktasında sınıflandırılması ve kaynak bazlı yönetim modellerinin geliştirilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır. Al-Turjman (2018) ise Nİ'nin sunduğu veri akışı sayesinde atık yönetiminin proaktif bir yapıya kavuştuğunu ve karar destek sistemleriyle entegre edilebildiğini ifade etmiştir.

Mevcut literatürde, Nİ teknolojilerinin sağlık sektöründeki uygulamalarına ilişkin çeşitli çalışmalar bulunmakla birlikte (Naresh ve diğ., 2020; Islam ve diğ., 2015), ameliyathanelerde atık yönetimi özelinde çok ölçütlü bir karar verme çerçevesiyle değerlendirilmiş Nİ tabanlı strateji analizleri sınırlıdır. Bu çalışma, bu literatür boşluğunu doldurmayı amaçlamakta ve çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yaklaşımlarından biri olan Analitik Ağ Süreci (AAS) ile TOPSİS

(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemlerini entegre bir biçimde kullanarak bütüncül bir değerlendirme sunmaktadır. Atık yönetimi gibi çok boyutlu sorun alanlarında, karar vericilerin çeşitli teknik, çevresel, ekonomik ve yasal faktörleri aynı anda dikkate alması gerekmektedir. Bu bağlamda, AAS ve TOPSIS yöntemleri bu karar verme sürecinin yönetilebilmesi için önemli birer araçtır.

Bu çalışmanın temel amacı, Nİ teknolojisiyle entegre atık yönetim stratejilerinin sürdürülebilirlik, yasal uyum, siber güvenlik gibi kriterler çerçevesinde değerlendirilmesi ve bu stratejilerin ideal çözüme olan yakınlığına göre sıralanmasıdır. AAS yöntemi, kriterler arası etkileşimi modellendirerek daha gerçekçi bir karar ağı oluştururken (Saaty, 1996), TOPSIS yöntemi ise alternatiflerin ideal ve negatif ideal çözüme uzaklıklarını dikkate alarak rasyonel bir tercih sıralaması yapmaktadır (Hwang ve Yoon, 1981).

Bu bağlamda, çalışma şu katkıları sunmayı hedeflemektedir:

- Nİ teknolojilerinin atık yönetim stratejilerine entegrasyonuna yönelik özgün bir karar verme modeli önermek,
- Ameliyathane ortamlarında sürdürülebilirlik ve dijital dönüşüm ekseninde yönetsel farkındalık oluşturmak,
- Sağlık yöneticilerine stratejik karar alma süreçlerinde yol gösterecek bilimsel temelli bir değerlendirme çerçevesi sunmak.

Sonuç olarak, bu çalışma yalnızca teorik bir katkı sunmakla kalmayıp, aynı zamanda hastane yöneticileri ve politika yapıcılar için uygulamaya dönük somut öneriler üretme potansiyeline sahiptir. Tablo 1’de literatürde Nİ teknolojilerinin kullanımı ile ilgili çalışmaların özeti yer almaktadır ve bu çalışmanın farkı gösterilmektedir.

Tablo 1. Literatür özeti

Yazar(lar) ve Yıl	Odak Konu	Kullanılan Yöntem	Ana Katkı	Nİ Kullanımı	ÇÖKV Entegrasyonu
Lee ve diğ. (2002)	Medikal plastik atıkların geri dönüşümü	Analitik değerlendirme	Plastik atıkların geri kazanım potansiyeli	×	×
Eckelman ve diğ. (2012)	Ameliyathane atıkları	Yaşam döngüsü analizi (LCA)	Yeniden kullanılabilir malzemelerin çevresel faydası	×	×
Windfeld ve Brooks (2015)	Tıbbi atıkların genel yönetimi	Literatür taraması	Atıkların çevresel etkisi ve sınıflandırma sorunları	×	×
Al-Turjman (2018)	Akıllı şehirlerde Nİ uygulamaları	Kavramsal modelleme	Nİ’nin karar destek süreçlerine katkısı	✓	×
Shahhosseini ve diğ. (2018)	Tıbbi atık yönetimi stratejileri	AAS & TOPSIS	Hastane düzeyinde atık stratejisi seçimi	×	✓
Ishaq ve diğ. (2023)	Biyomedikal atık yönetimi	Analitik değerlendirme	Biyomedikal atık yönetiminde Nİ potansiyel kullanımı inceleme	✓	×

Tablo 1. (devamı)

Arputharaj ve diğ. (2024)	Nİ ve atık yönetimi arasındaki bağlantı	İnceleme ve literatür taraması	IoT'nin atık yönetimi ve geri dönüşüm uygulamalarında kullanımının incelenmesi	✓	×
Beheshtinia ve diğ. (2025)	Tıbbi atık yönetimi stratejileri	ELECTOR	En iyi sağlık atığı bertaraf yöntemini seçmek	×	✓
Bu Çalışma	Nİ destekli ameliyathane atık stratejileri	AAS TOPSIS	& Ameliyathaneler için Nİ destekli atık yönetimi stratejisi seçimi	✓	✓

Sağlık Sektöründe AAS'nin Kullanım Alanları:

- Sağlık bilgi sistemi değerlendirilmesi (Huang ve Chang, 2012; Attari ve diğ. 2023),
- Nİ uygulamalarının değerlendirilmesi (Karakuş ve diğ., 2019),
- Performans yönetimi (Gür ve diğ., 2023),
- Hastane seçimi (Yurdakul ve diğ. 2021).

Sağlık Hizmetlerinde TOPSIS'in Kullanımı:

- Hastane yönetim bilgi sistemi seçimi (Yeşilyurt ve diğ. 2019),
- Tedarikçi değerlendirme (Awasthi ve diğ., 2010; Tadić ve diğ. 2014),
- Sağlık merkezi değerlendirilmesi (Hajrahimi ve diğ. 2013),
- Hizmet kalitesi değerlendirilmesi (Akdag vd 2014).
- Giyilebilir sağlık teknolojisi seçimi (Deringöz ve diğ. 2021)
- Sahra hastanesi kuruluş yer seçimi (Müsüroğlu, 2025).

Ameliyathanelerde atık yönetimi, teknik altyapı, operasyonel süreçler, enfeksiyon riski, yasal uyum, veri güvenliği ve insan faktörü gibi birbiriyle etkileşim hâlindeki çok sayıda kriteri aynı anda içeren karmaşık bir karar problemidir. Bu tür problemlerde, kriterlerin birbirinden bağımsız kabul edilmesi karar sonuçlarının gerçekçi olmamasına yol açabilmektedir. Bu nedenle çalışmada, kriterler arasındaki karşılıklı bağımlılıkları ve geri besleme ilişkilerini dikkate alabilen Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemi tercih edilmiştir. AAS, klasik hiyerarşik yapıya dayalı yöntemlerin aksine, karar problemini daha esnek ve gerçekçi bir ağ yapısı içerisinde modelleyebilme imkânı sunmaktadır.

Bununla birlikte, karar vericilerin belirlenen kriterler çerçevesinde alternatif stratejiler arasında rasyonel bir sıralama yapabilmesi amacıyla TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. TOPSIS, alternatiflerin ideal ve negatif ideal çözümlere olan göreceli uzaklıklarını dikkate alarak karar vermeyi sağlayan, sonuçları kolay yorumlanabilir ve uygulamada yaygın olarak tercih edilen bir yöntemdir. AAS yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıklarının TOPSIS yöntemiyle bütünleşik olarak kullanılması, hem kriterler arası etkileşimlerin hem de alternatif performanslarının birlikte değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Bu bağlamda, AAS ve TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanımı, ameliyathane atık yönetimi gibi çok boyutlu, etkileşimli ve stratejik karar problemlerinin değerlendirilmesinde bütüncül ve güçlü bir analitik çerçeve sunmaktadır.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde çalışmada kullanılan yöntemlerinde hesaplama adımlarından bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmanın çözüm süreci anlatılmıştır. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

2. MATERYAL METOT

2.1. Analitik Ağ Süreci Yöntemi

ANP yöntemi, karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olup, klasik Analitik Hiyerarşi Süreci (ANP) yönteminin geliştirilmiş bir versiyonudur. Saaty tarafından geliştirilen bu yöntem, karar kriterleri ve alternatifler arasındaki karşılıklı bağımlılık ve geri bildirim ilişkilerini hesaba katarak daha gerçekçi ve dinamik bir karar modeli sunar. ANP yöntemi, ardışık beş aşamadan oluşur (Saaty, 1996);

- **Problem Tanımı:** Çözüm için seçilecek veya değerlendirmeye alınacak kriterler, alt kriterler ve alternatifler uzman görüşleri alınarak belirlenir (Gür ve diğ. 2017; Dağdeviren ve diğ. 2004).
- **Ağ Yapısının Oluşturulması:** Bu aşamada belirlenen kriterler ve alt kriterler arasındaki bağımlılıklar, ilişkiler ve etkileşimler bir diyagram oluşturularak gösterilir (Dağdeviren ve diğ. 2004).
- **İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması:** İkili karşılaştırma matrisleri, belirlenen kriterler arasındaki önem düzeylerini belirlemek için oluşturulur. Kriterlerin birbirlerine göre üstünlükleri uzman görüşleri ile belirlenir. İkili karşılaştırma matrislerindeki üstünlük puanlaması, Saaty'nin 1-9 skalası kullanılarak yapılır (Dağdeviren ve diğ. 2004). Saaty'nin 1-9 skalası Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Saaty'nin 1-9 skalası (Saaty, 2008)

Önem Düzeyi	Tanım
1	Aynı derecede önemli
3	Orta derecede önemli
5	Yüksek derece önemli
7	Son derece önemli
9	Kesinlikle önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

- **Önem Düzeylerinin Hesaplanması ve Tutarlılık Analizlerinin Yapılması:** Bu adım, alternatiflerin seçimini veya değerlendirilmesini etkileyen kriterlerin önemini belirlemeyi amaçlamaktadır. Uzmanlar tarafından verilen kararların tutarlılığı, oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak ölçülür. 0.1'in altındaki bir değer, kararların tutarlı olduğunu gösterir (Lin ve diğ. 2025).
- **Süper Matris Yapısının Oluşturulması:** Tüm ikili karşılaştırmaları içeren ağırlıksız bir süper matris yapısı oluşturulduktan sonra, ilgili alt kriterlerin ağırlıkları çarpılarak ağırlıklı bir süper matris yapısı oluşturulur. Bu işlemden sonra, satırlar aynı değere sahip olana kadar süper matris en yüksek kuvvete yükseltilir ve böylece bir limit-zaman matris yapısı oluşturulur. Bu matris yapısı, kriterlerin karar verme süreci üzerindeki etkisini göstermektedir (Sari ve diğ. 2025).

ANP yönteminde kriter ağırlıkları, ağırlıklandırılmamış, ağırlıklandırılmış ve limit süpermatrisler aracılığıyla elde edilmektedir. Bu matris yapıları, karar problemine özgü ağ ilişkilerine bağlı olarak değişken boyutlara sahip olup, genel geçer tek bir kapalı form denklemle temsil edilememektedir. Bu nedenle çalışmada hesaplamalar Super Decisions yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilmiş ve limit süpermatris üzerinden nihai ağırlıklar elde edilmiştir.

Sağlık Sektöründe ANP'nin Kullanım Alanları:

- Sağlık bilgi sistemi değerlendirilmesi (Huang ve Chang, 2012; Attari ve diğ. 2023),
- İot uygulamalarının değerlendirilmesi (Karakuş ve diğ., 2019),

- Performans yönetimi (Gür ve diğ., 2023),
- Hastane seçimi (Yurdakul ve diğ. 2021).

2.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), ÇÖKV yöntemlerinden biridir ve ilk olarak Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilmiştir. Yöntemin temel varsayımı, en iyi seçeneğin pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan alternatif olduğudur (Taş ve diğ. 2018; Yurtlu ve diğ. 2024).

Adım 1. Karar matrisinin oluşturulması: Alternatifler ve kriterlerden oluşan bir karar matrisi tanımlanır. Bu matris, her alternatifin her bir kriter açısından sahip olduğu nicel veya nitel puanları içerir.

Adım 2. Normalizasyon işleminin yapılması: Farklı ölçü birimlerine sahip kriterleri karşılaştırılabilir hale getirmek için karar matrisi normalize edilir. Bu işlem genellikle vektör normalizasyonu kullanılarak yapılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

Adım 3. Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulması: Her bir kriterin karar üzerindeki etkisini temsil eden ağırlıklar belirlenir ve normalleştirilmiş değerlere uygulanır.

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (2)$$

Adım 4. Pozitif ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi

- Pozitif İdeal Çözüm (A^+): Her kriter için en iyi değer.
- Negatif İdeal Çözüm (A^-): Her kriter için en kötü değer.

$$\begin{aligned} A^+ &= \{(\max v_{ij} | j \in J), (\min v_{ij} | j \in J)\}, A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\} \\ A^- &= \{(\min v_{ij} | j \in J), (\max v_{ij} | j \in J)\}, A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\} \end{aligned} \quad (3)$$

Adım 5. İdeal çözümlere uzaklığın hesaplanması: Her alternatif için ideal çözümlere olan uzaklıklar hesaplanır.

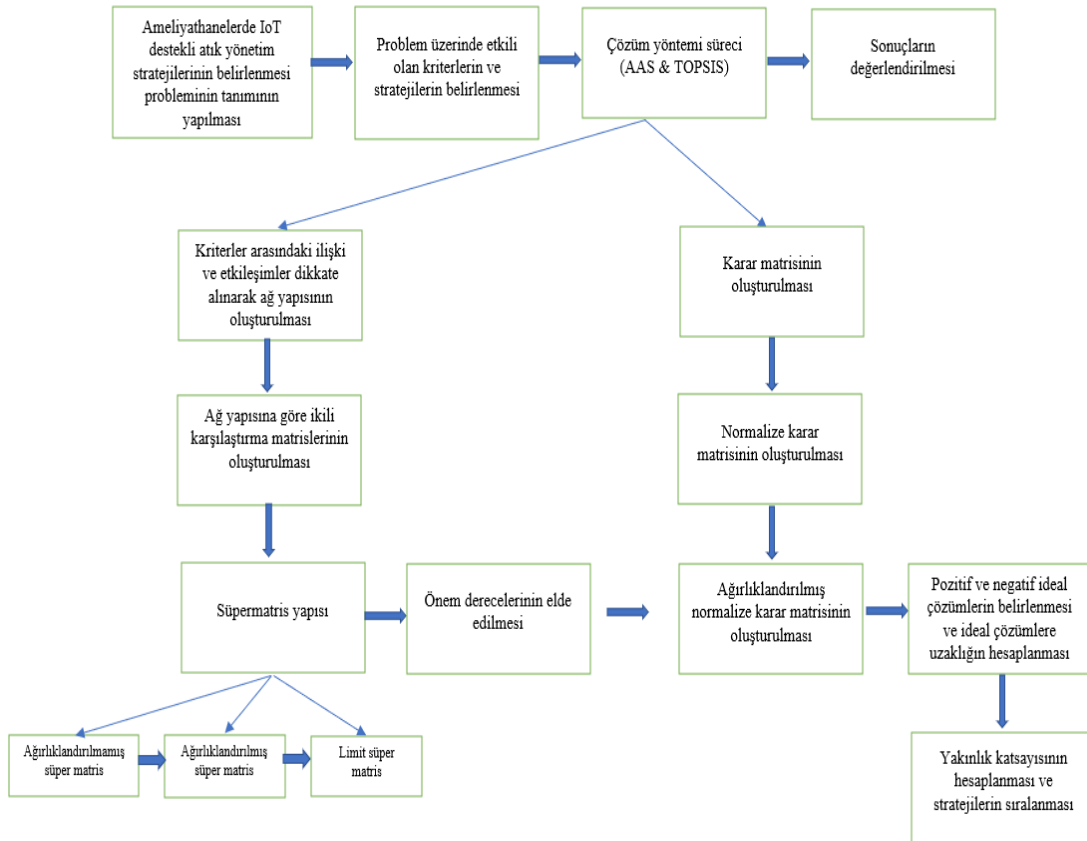
$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (4)$$

Adım 6. Yakınlık katsayısının hesaplanması: Her alternatif için pozitif çözüme yakınlık değeri (C_i) hesaplanır. Bu değer 0 ile 1 arasında değişir; 1'e ne kadar yakınsa, alternatif o kadar iyidir.

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (5)$$

3. BULGULAR

Bu çalışmada çözüm sürecinde AAS ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Şekil 3'te çalışmanın akış şeması gösterilmektedir. Çözüm süreci bu akış şemasına göre yürütülmüştür.



Şekil 3:
Akış şeması

Çözüm süreci Şekil 3'teki akış şeması takip edilerek gerçekleştirilmiştir. İlk adım problemin tanımlanmasıdır.

3.1. Problemin Tanımlanması

Günümüzde sağlık sektörü hasta yoğunluğunun artmasıyla sürdürülebilirlik ve kaynak verimliliği konularında ciddi sorunlar yaşamaya başlamıştır. Teknolojik gelişmelerinde etkisiyle çevresel sorumluluk alanlarında ciddi bir dönüşüm sürecine girilmiştir. Özellikle ameliyathaneler, hastane atıklarının %20'sinden fazlasını üreten ve yüksek riskli biyomedikal atıkların önemli bir kısmını oluşturan kritik operasyonel merkezlerdir. Geleneksel atık yönetimi süreçleri yürütülen ameliyathanelerde manuel takip, düşük veri görünürlüğü, reaktif müdahale yaklaşımları gibi eksiklikler hem operasyonel verimlilik hem de çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasını engellemektedir. Bu bağlamda, Nİ teknolojileri, ameliyathanelerde atık yönetim süreçlerine gerçek zamanlı veri izleme, otomatik sınıflandırma, kaynak bazlı analiz ve anlık müdahale yetenekleri kazandırarak, süreçlerin dijitalleşmesini ve akıllı yönetimini mümkün kılmaktadır. Bu çalışmada da ameliyathanelerde Nİ destekli atık yönetim stratejileri AAS ve TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilmiştir. AAS yöntemi ile kriterler arasındaki

karşılıklı bağımlılık ilişkileri sistematik olarak modellenmekte; ardından TOPSİS yöntemi ile alternatif stratejilerin optimum sıralaması gerçekleştirilmektedir. Çalışmada çözüm sürecinde değerlendirilen kriterler Zheng ve diğ. (2018), Rama ve diğ. (2020) Beheshtinia ve diğ. (2025) çalışmaları; stratejiler ise Bamakan ve diğ. (2022), Ishaq ve diğ. (2023) ve Arputharaj ve diğ. (2024) çalışmaları başta olmak üzere detaylı bir literatür taraması ile belirlenmiştir. Değerlendirme sırasında üç cerrahi ekip üyesi ve iki akademisyenden oluşan bir uzman grubundan yardım alınmıştır. Uzman ekip, hepsi bir hastanede çalışan cerrah, hemşire ve anesteziyistten oluşmaktadır. Akademisyenler ise, uzmanlığı genel cerrahi olan bir profesör ve endüstri mühendisliğinden bir profesördür. Bu uzman grup bir araya gelerek ikili karşılaştırma matrislerinin değerlendirmelerini yapmışlardır. Belirlenen kriterler ve açıklamaları Tablo 3'te verilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan değerlendirme kriterleri, kapsamlı bir literatür taraması ile belirlenmiş ve ardından ameliyathane uygulamalarına özgü koşullar dikkate alınarak uzman görüşleriyle netleştirilmiştir. Literatürde sıklıkla ele alınan gerçek zamanlı izleme, veri analitiği, enfeksiyon riski ve yasal uyum gibi kriterler; IoT tabanlı atık yönetimi çalışmalarında ortak unsurlar olarak öne çıkmaktadır (Windfeld ve Brooks, 2015; Bamakan ve diğ., 2022; Ishaq ve diğ., 2023).

Bununla birlikte, ameliyathane ortamlarının yüksek operasyonel hassasiyeti nedeniyle, teknolojik uygunluk ve uyarlanabilirlik, kriz durumu yönetimi ve operasyonel süreç otomasyonu gibi kriterler literatürde sınırlı düzeyde ele alınmış; bu kriterler çalışmada doğrudan saha deneyimine sahip cerrahi ekip üyeleri ve akademisyenlerden oluşan uzman grubun görüşleri doğrultusunda netleştirilmiştir. Bu yaklaşım, kriter setinin yalnızca teorik değil, aynı zamanda uygulamaya dönük bir çerçevede şekillendirilmesini sağlamıştır.

Bu yönüyle çalışma, literatürdeki IoT tabanlı atık yönetimi çalışmalarından farklı olarak, yalnızca teknik ve çevresel boyutlara odaklanmamakta; ameliyathane operasyonlarının gerçek dinamiklerini yansıtan insan faktörü, kriz esnekliği ve entegrasyon kabiliyeti gibi kriterleri de karar modeline dâhil etmektedir.

Tablo 3. Kriterler ve açıklamaları

Kriter	Kriter açıklaması	Belirlenme Kaynağı	Referans
Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği (A)	Nİ cihazlarının atık oluşumunu anlık izlemesi, sensörler aracılığıyla doluluk, sıcaklık, tehlike seviyesi gibi verileri toplayabilme kapasitesi.	Literatür	Al-Turjman (2018); Ishaq ve diğ. (2023)
Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi (B)	Toplanan verilerin analiz edilerek yönetsel kararlara dönüştürülmesini sağlayan analitik altyapının etkinliği.	Literatür	Bamakan ve diğ. (2022); Arputharaj ve diğ. (2024)
Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu (C)	Atık yönetimi sürecinde Nİ sistemlerinin manuel işlemleri azaltarak zaman, iş gücü ve maliyet tasarrufu sağlamadaki başarısı.	Literatür + Uzman Görüşü	Windfeld & Brooks (2015) + Uzman paneli
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı (D)	Temassız takip ve otomatik alarm sistemleriyle atık kaynaklı bulaş ve enfeksiyon riskinin minimize edilme kapasitesi.	Literatür + Uzman Görüşü	Eckelman ve diğ. (2012) + Uzman paneli

Tablo 3. (devamı)

Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik (E)	Nİ altyapısının mevcut ameliyathane sistemlerine kolayca entegre edilme yeteneği ve ölçeklenebilirliği.	Uzman Görüşü	Klinik uygulama deneyimi
Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık (F)	Toplanan verilerin gizliliği, bütünlüğü ve erişilebilirliği ile Nİ sisteminin siber saldırılara karşı dayanıklılığı.	Literatür	Zheng ve diğ. (2021); Beheshtinia ve diğ. (2025)
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi (G)	Afet, pandemi veya yoğunluk durumlarında sistemin dayanıklılığı, adaptasyon hızı ve sürdürülebilir performans sergileme yeteneği.	Uzman Görüşü	Klinik operasyon deneyimi
Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama (H)	Sağlık ve çevre mevzuatlarına uygunluk ve dijital denetim/raporlama süreçlerine entegrasyon kabiliyeti.	Literatür	Bamakan ve diğ. (2022); Beheshtinia ve diğ. (2025)
Atık Ayırıştırma Etkinliği (I)	Ameliyathanede oluşan farklı atık türlerinin (kesici-delici, enfekte, geri dönüştürülebilir vb.) doğru şekilde ayrıştırılması ve izlenebilirliğinin sağlanması.	Literatür + Uzman Görüşü	Lee ve diğ. (2002) + Uzman paneli

Bu çalışmada değerlendirilen IoT destekli atık yönetimi stratejileri, literatürde önerilen dijital atık yönetimi yaklaşımları temel alınarak belirlenmiş ve ameliyathane uygulamalarının operasyonel gerçeklikleri doğrultusunda uzman görüşleriyle uyarlanmıştır. Literatürde sıklıkla ele alınan atık tahmin ve sınıflandırma sistemleri, blokzincir tabanlı izlenebilirlik ve akıllı atık izleme çözümleri bu çalışmada strateji alternatifleri olarak doğrudan literatürden türetilmiştir (Bamakan ve diğ., 2022; Ishaq ve diğ., 2023; Arputharaj ve diğ., 2024).

Bununla birlikte, atık üretici kimliklendirme, dinamik taşıma optimizasyonu ve eğitsel geri bildirim sistemleri gibi stratejiler, ameliyathane ortamlarında çalışan cerrahi ekip üyeleri ve akademisyenlerden oluşan uzman grubun deneyim ve değerlendirmeleri doğrultusunda netleştirilmiştir. Bu stratejiler, literatürde kavramsal olarak yer almakla birlikte, ameliyathane ölçeğinde bütüncül bir karar modeli içerisinde sistematik biçimde ele alınmamıştır. Bu yönüyle çalışma, literatürde önerilen dijital çözümleri uygulama gerçekliğiyle bütünleştirerek özgün bir strateji seti sunmaktadır. Belirlenen stratejiler ve açıklamaları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Stratejiler ve açıklamaları

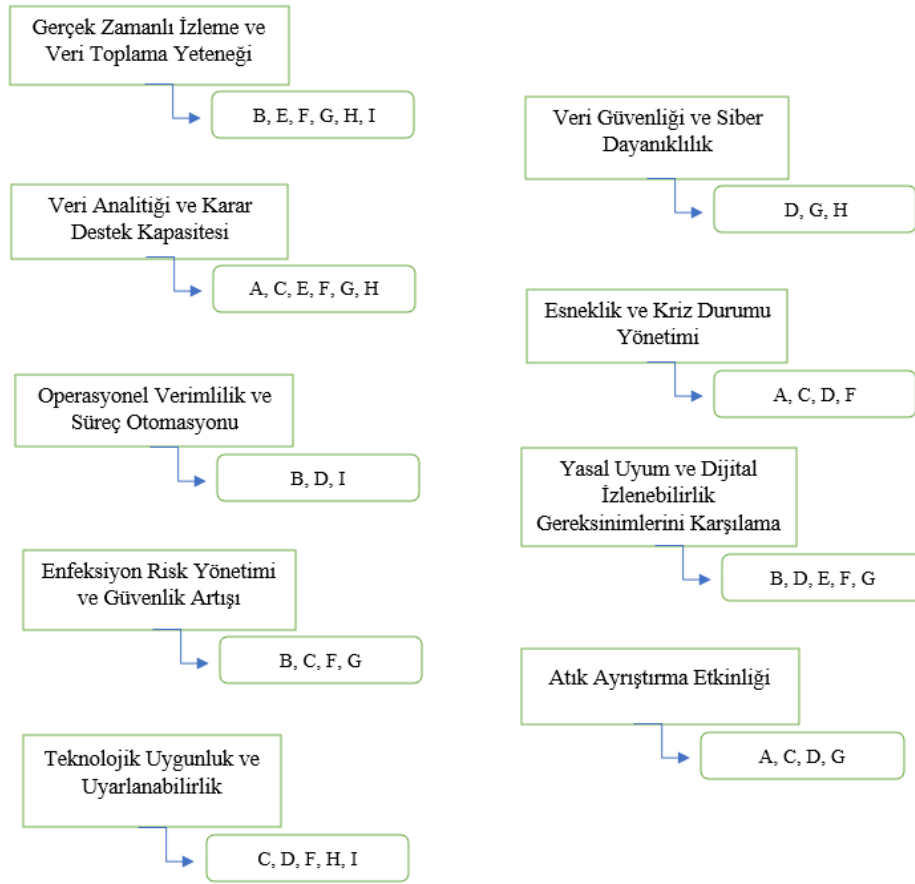
Strateji	Tanım	Amaç	Kriter ile ilişkisi	Belirlenme Kaynağı	Referans
Atık Üretici Kimliklendirme ve Sorumluluk İzleme	Hangi personelin veya ameliyatın hangi tür atığı ne zaman oluşturduğunu belirleyebilen, RFID ya da kullanıcı girişleriyle çalışan izleme sistemidir.	- Sorumluluk takibi - Süreç performansı ölçümü - Eğitim ve geri bildirimlerin kişiselleştirilmesi	✓ Gerçek Zamanlı İzleme ✓ Atık Ayırıştırma Etkinliği ✓ Enfeksiyon Risk Yönetimi ✓ Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik	Literatür + Uzman Görüşü	Bamakan ve diğ. (2022); Ishaq ve diğ. (2023) + Uzman paneli

Tablo 4. (devamı)

Atık Tahmin ve Sınıflandırma Sistemi	Makine öğrenmesi ve veri madenciliği algoritmalarıyla ameliyathane operasyonları sırasında üretilen atığın miktarı ve türü tahmin edilir. Kamera ve sensör verileriyle atıklar otomatik sınıflandırılır.	• Hatalı atık ayrımını önleme • Geri dönüşüm ve tehlikeli atık ayrımı doğruluğunu artırma • Eğitim gereksinimini azaltma	✓ Veri Analitiği ve Karar Destek ✓ Atık Ayrıştırma Etkinliği ✓ Operasyonel Verimlilik ✓ Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik	Literatür	Arputharaj ve diğ. (2024); Rama ve diğ. (2020)
Blokszincir ile Dijital Atık İzlenebilirliği	Her atığın oluşturulma, taşınma ve bertaraf edilme süreçleri blokszincir üzerinde kaydedilerek izlenebilir hale getirilir.	• Yasal uyumluluk (örneğin tehlikeli atık izleme) • Şeffaflık ve denetlenebilirlik • Veri güvenliğinin sağlanması	✓ Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık ✓ Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik ✓ Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi ✓ Karar Destek	Literatür	Bamakan ve diğ. (2022); Zheng ve diğ. (2021)
Dinamik Atık Toplama ve Taşıma Optimizasyonu	Atık kutularının doluluk oranına göre otomatik rota planlaması, taşıma zamanlaması ve personel yönlendirmesi yapılır. Yoğunluk dönemlerine göre sistem esnek şekilde plan değiştirir.	• Lojistik verimliliği artırma • Çapraz kontaminasyon riskini azaltma • İnsan gücü maliyetlerini düşürme	✓ Operasyonel Verimlilik ✓ Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi ✓ Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik ✓ Enfeksiyon Risk Azaltımı	Literatür + Uzman Görüşü	Ishaq ve diğ. (2023) + Klinik operasyon deneyimi
Eğitsel Geri Bildirim ve Uyarı Sistemleri	Atık kutusuna yanlış atık atıldığında sistem, sesli/görsel uyarı vererek personeli bilgilendirir. Aynı zamanda eğitici içerikler sunar.	• Personel farkındalığını artırmak • Sürekli iyileştirme ve öğrenme • Davranışsal dönüşüm sağlamak	✓ Atık Ayrıştırma Etkinliği ✓ Enfeksiyon Risk Yönetimi ✓ Karar Destek ✓ Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	Literatür + Uzman Görüşü	Conti ve diğ. (2024)

3.2. Kriterler Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi ve Ağ Yapısının Oluşturulması

Gerçek yaşam problemlerinde, karar süreçlerini etkileyen faktörler çoğunlukla birbirinden bağımsız değil; karşılıklı etkileşim, bağımlılık ve geri bildirim döngüleriyle iç içe geçmiş yapıdadır. Geliştirilen ağ yapısı ile kriterler arasındaki çift yönlü etkileri, etkileşim yoğunluklarını ve sistem içindeki geri besleme mekanizmalarını kapsamlı şekilde gösterebilmek mümkündür. Şekil 4, problemi etkileyen kriterler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.



Şekil 4:
Ağ yapısı

Şekil 4'e bakıldığında, teknolojik uygunluk ve Uyarlanabilirlik kriteri operasyonel verimlilik ve süreç otomasyonu, atık ayrıştırma etkinliği, veri güvenliği ve siber dayanıklılık kriterlerini etkilemektedir. Kriterler arasında karşılıklı bir ilişki vardır. Benzer şekilde, ilişki ve etkileşimler uzmanların görüşleri doğrultusunda kurulmuştur.

Kriterlerin birbirlerine göre göreceli önem düzeylerinin belirlenebilmesi amacıyla ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmaktadır. Bu değerlendirme sırasında Saaty'nin 1-9 ölçeği kullanılır. Saaty'nin 1-9 ölçeği, her kriterin bir diğer kriter üzerindeki baskınlığının kontrol edilmesine olanak tanır. Örneğin, bu değerlendirme yapılırken, "Enfeksiyon risk yönetimi ve güvenlik artışı" kriterinin, "Esneklik ve kriz durumu yönetimi" kriterine kıyasla göreceli önem düzeyi nedir?" sorusu yanıtlanmıştır. Bu değerlendirmeler, tanımlanan uzman grup tarafından yapılmıştır. Her uzman bu karşılaştırma matrislerini değerlendirmiş ve bu değerlendirmeler geometrik ortalama ile birleştirilmiştir. Yapılan ikili karşılaştırmalara ait matrisler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. İkili karşılaştırmalara ait matrisler

Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu

Tablo 5. (devamı)

Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu
Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu
Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Atık Ayrıştırma Etkinliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı
Atık Ayrıştırma Etkinliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu
Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik
Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik
Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama

Tablo 5. (devamı)

Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi
Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Atık Ayrıştırma Etkinliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi
Atık Ayrıştırma Etkinliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik
Atık Ayrıştırma Etkinliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi
Atık Ayrıştırma Etkinliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Atık Ayrıştırma Etkinliği	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi
Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık
Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama

Tablo 5 incelendiğinde birbirleriyle etkileşim halinde olan kriterlerin göreceli önem düzeyleri görülmektedir. Benzer şekilde Şekil 4'teki ağ yapısı dikkate alınarak diğer ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Her karşılaştırma matrisinin doğru ve sağlam olması için tutarlılık oranının 0,1'den küçük olması beklenmektedir.

3.3. Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

İkili karşılaştırma matrisleri değerlendirildikten sonra kriter ağırlıkları hesaplanmaktadır. Literatürde araştırmacılar analitik ağ süreci yönteminin hesaplanmasında sıklıkla Super Decision (2003) paket programını kullanmaktadırlar. Bu çalışmada çözüm sürecinin hızlı ve hatasız olması için Super Decision paket programı kullanılmıştır. Literatürde yöntemin uygulama adımlarına göre bu ağırlıklara teorik olarak ulaşılabilmesi için üç adet süper matris yapısı oluşturulmaktadır. Bu süper matris yapıların hesaplama karmaşıklığı nedeniyle çalışmada Super Decision paket programı kullanılmıştır. Programda bu ara adımlar gerçekleştirilerek kriter ağırlıkları hesaplanmaktadır. Her bir karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı 0,1'den düşük olup bu sayede değerlendirmelerin doğru ve sağlam olduğu görülmektedir. Tablo 6'da hesaplama sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları gösterilmektedir.

Tablo 6. Kriter ağırlıkları

Kriter	Kriter Ağırlığı
Atık Ayrıştırma Etkinliği	0,13832
Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	0,19208
Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	0,14705
Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği	0,04329
Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu	0,20056
Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik	0,01076
Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi	0,08364
Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık	0,15514
Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama	0,02917

Tablo 6'da 'Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik' kriterinin görece düşük ağırlık alması, teknolojik entegrasyonun önemsiz olduğu anlamına gelmemektedir. Aksine, uzmanlar tarafından mevcut altyapı koşullarında sağlanabilir bir ön koşul olarak değerlendirilmiştir. Bu nedenle uzmanlar, kısa vadede hasta güvenliği ve süreç yönetimi üzerinde daha doğrudan etkisi bulunan kriterlere öncelik vermiştir.

3.4. TOPSIS Yöntemi Karar Matrisinin Oluşturulması ve Sıralama

AAS yöntemi ile kriter ağırlıklarının hesaplanması tamamlandıktan sonra bu ağırlıklar TOPSIS yönteminde kullanılmıştır. TOPSIS yönteminin uygulama adımlarının ilk aşamasında karar matrisinin oluşturulması adımı bulunmaktadır. Tablo 7'de stratejilerin kriterlere göre değerlendirildiği karar matrisi gösterilmektedir. Tablo 7'de sunulan karar matrisi, doğrudan ölçülebilir sayısal verilere dayanmamakta; IoT destekli atık yönetimi stratejilerinin ameliyathane koşullarındaki göreceli performanslarını yansıtacak şekilde yapılandırılmış uzman değerlendirmeleri temel alınarak oluşturulmaktadır. Bu tür stratejik ve henüz tam ölçekli uygulaması yaygınlaşmamış sistemler için, literatürde uzman görüşüne dayalı puanlama yaklaşımı sıklıkla tercih edilmektedir.

Değerlendirme sürecinde, üç cerrahi ekip üyesi (cerrah, hemşire ve anesteziist) ile iki akademisyenden oluşan disiplinler arası bir uzman grubu yer almıştır. Uzmanlar, her bir

stratejiyi belirlenen kriterler açısından 1–10 aralığında derecelendirmiştir. Bu puanlama sürecinde, uzmanlardan mutlak değer atamaları değil; stratejilerin birbirlerine göre görece üstünlüklerini yansıtan değerlendirmeler yapmaları istenmiştir.

Farklı disiplinlerden gelen uzmanların değerlendirmeleri, bireysel önyargıları minimize etmek ve ortak bir karar yapısı oluşturmak amacıyla geometrik ortalama yöntemi kullanılarak birleştirilmiştir. Bu yaklaşım, çok ölçütlü karar verme literatüründe farklı uzman görüşlerinin tek bir karar matrisinde tutarlı biçimde temsil edilmesini sağlayan standart bir yöntemdir. Böylece Tablo 7’de yer alan değerler, tek bir uzmanın görüşünü değil, disiplinler arası uzlaşmaya dayalı kolektif bir değerlendirmeyi yansıtmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan puanlar, doğrudan ölçülmüş operasyonel veriler değil; uzmanların klinik deneyim, teknik bilgi ve literatür farkındalıklarını bütüncül biçimde yansıtan görece değerlendirmelerdir.

Tablo 7. Karar matris yapısı

	Gerçek Zamanlı İzleme ve Veri Toplama Yeteneği	Veri Analitiği ve Karar Destek Kapasitesi	Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu	Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı	Teknolojik Uygunluk ve Uyarlanabilirlik	Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık	Esneklik ve Kriz Durumu Yönetimi	Yasal Uyum ve Dijital İzlenebilirlik Gereksinimlerini Karşılama	Atık Ayrıştırma Etkinliği
Atık Üretici Kimliklendirme ve Sorumluluk İzleme	9	7	5	5	5	5	10	6	10
Atık Tahmin ve Sınıflandırma Sistemi	8	9	8	6	10	5	8	10	7
Blokszincir ile Dijital Atık İzlenebilirliği	5	7	5	5	9	9	8	10	10
Dinamik Atık Toplama ve Taşıma Optimizasyonu	9	5	6	7	6	10	5	9	10
Eğitsel Geri Bildirim ve Uyarı Sistemleri	6	7	6	8	10	7	10	10	7

Bu karar matris yapısı uzman grubun ortak görüşü ile birlikte oluşturulmuştur. TOPSIS yönteminin ikinci adımında bu matris normalize edilmektedir. Daha sonra Tablo 5’te bulunan AAS yöntemi ile elde edilen kriter ağırlıkları kullanılarak ağırlıklandırılmış karar matrisi hesaplanmaktadır. TOPSIS yönteminin tüm hesaplama adımları tamamlandıktan sonra ideal çözüme görece yakınlık hesaplanarak stratejilerin kriterlere göre sıralaması yapılmıştır. Tablo 8’de elde edilen sıralama gösterilmektedir. Bu sıralamaya göre en yüksek değere sahip olan strateji uygulanabilirlik açısından en iyi strateji olarak yorumlanabilmektedir.

Tablo 8. TOPSIS sıralaması

Strateji	Yakınlık Değeri	Sıralama	Strateji
Atık Üretici Kimliklendirme ve Sorumluluk İzleme	0,377697607	1	Eğitsel Geri Bildirim ve Uyarı Sistemleri
Atık Tahmin ve Sınıflandırma Sistemi	0,48714515	2	Dinamik Atık Toplama ve Taşıma Optimizasyonu
Blokszincir ile Dijital Atık İzlenebilirliği	0,437039887	3	Atık Tahmin ve Sınıflandırma Sistemi
Dinamik Atık Toplama ve	0,523613964	4	Blokszincir ile Dijital Atık

Taşıma Optimizasyonu			İzlenebilirliği
Eğitsel Geri Bildirim ve Uyarı Sistemleri	0,569410869	5	Atık Üretici Kimliklendirme ve Sorumluluk İzleme

Çalışma kapsamında öncelikle AAS yöntemiyle belirlenen kriter ağırlıkları incelendiğinde, “Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu” (0,20056) kriteri en yüksek öneme sahip kriter olarak öne çıkmıştır. Bu durum, ameliyathane ortamında dijitalleşmenin yalnızca veri takibi değil; aynı zamanda hata oranlarının azaltılması ve iş gücü yönetiminin iyileştirilmesi açısından kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bunu izleyen kriterler arasında “Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı” (0,19208) ile “Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık” (0,15514) yer almakta olup, bu bulgular sağlık tesislerinde hem hasta güvenliği hem de hassas verilerin korunması konularının stratejik öncelikler olarak değerlendirildiğini göstermektedir. TOPSIS yöntemiyle yapılan sıralamaya göre, en yüksek yakınlık değerine sahip strateji “Eğitsel Geri Bildirim ve Uyarı Sistemleri” (0,5694) olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, çalışan davranışlarını değiştirmeye yönelik geri bildirim mekanizmalarının, atık yönetiminin başarısında önemli bir kaldıraç etkisi yarattığını göstermektedir. Eğitsel sistemlerin, operasyonel verimlilikle birlikte entegre edilmesi; hem süreç otomasyonu hem de personel farkındalığı açısından çift yönlü kazanım sağlamaktadır. İkinci sırada yer alan “Dinamik Atık Toplama ve Taşıma Optimizasyonu” (0,5236) stratejisi, atıkların kaynağında zamanında toplanması ve uygun şekilde taşınmasının, hem enfeksiyon risklerinin azaltılması hem de verimlilik hedeflerine katkı sunduğunu göstermektedir. Bu sonuç, kriterler arasında üst sıralarda yer alan “Enfeksiyon Risk Yönetimi” ve “Gerçek Zamanlı İzleme” ile doğrudan ilişkilidir. Üçüncü sırada “Atık Tahmin ve Sınıflandırma Sistemi” (0,4871) yer almakta; bu durum, veri analitiği destekli öngörü sistemlerinin atık oluşumunu önceden tespit etme kapasitesinin operasyonel planlamada etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Dördüncü sırada “Blokzincir ile Dijital Atık İzlenebilirliği” (0,4370) stratejisi yer alırken, bu strateji veri güvenliği ve şeffaflık açısından potansiyel taşınmasına rağmen, henüz yüksek yatırım gerekliliği ve adaptasyon güçlükleri nedeniyle öncelik sıralamasında daha alt sıralarda yer almıştır. AAS ve TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanılmasıyla elde edilen sonuçlar, operasyonel verimliliğin, güvenliğin ve veri yönetiminin Nİ tabanlı atık stratejilerinde merkezi rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca çalışan davranışlarını şekillendiren eğitsel geri bildirim sistemleri, teknik altyapıdan bağımsız olarak yüksek etki potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda, karar vericilerin teknoloji yatırımlarını sadece altyapıya değil, insan faktörüne yönelik dönüşüm araçlarıyla birlikte değerlendirmeleri stratejik bir zorunluluk olarak öne çıkmaktadır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, ameliyathane ortamlarında atık yönetimi süreçlerinin dijital dönüşümüne yönelik stratejik bir değerlendirme yapılmıştır. Bu süreçte Nİ teknolojilerinin etkili kullanımı ÇÖKV yöntemlerinden AAS ve TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmiştir. AAS ile belirlenen kriter ağırlıkları ve TOPSIS yöntemiyle yapılan strateji sıralamaları, ameliyathane ortamlarında verimlilik, güvenlik ve sürdürülebilirlik ekseninde dengeli bir atık yönetimi anlayışının önemini vurgulamaktadır.

AAS sonuçlarına göre “Operasyonel Verimlilik ve Süreç Otomasyonu”, “Enfeksiyon Risk Yönetimi ve Güvenlik Artışı” ve “Veri Güvenliği ve Siber Dayanıklılık” kriterleri öne çıkarken, bu bulgu Nİ teknolojilerinin yalnızca teknik izleme değil; aynı zamanda süreçlerin akıllı kontrolü ve güvenli veri yönetimi açısından da stratejik avantaj sunduğunu göstermektedir. Benzer biçimde, Bamakan ve diğ. (2022) atık yönetiminde Nİ tabanlı çözümlerin kullanımı cerrahi süreçlerde kaynak kullanımı ve sürdürülebilirlik açısından önemli olduğunu vurgulamışlardır. TOPSIS yöntemiyle yapılan sıralamada, “Eğitsel Geri Bildirim ve Uyarı

Sistemleri” en yüksek yakınlık değerine sahip strateji olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, literatürdeki bulgularla uyumlu olarak Conti ve diğ. (2024) çalışmasında da belirtildiği gibi, teknolojik altyapı kadar kullanıcı davranışlarının da sistem başarısı üzerinde belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Bu tür eğitsel müdahalelerin, sadece atık ayrıştırma performansını artırmakla kalmayıp, sağlık çalışanlarının çevresel farkındalık düzeyini de yükseltecektir.

Stratejiler arasında “Blokzincir ile Dijital Atık İzlenebilirliği” ve “Atık Üretici Kimliklendirme” gibi veri odaklı çözümlerin alt sıralarda yer alması, teknik altyapı eksiklikleri, kurumsal adaptasyon zorlukları ve yatırım maliyetleri gibi unsurların, bu tür stratejilerin kısa vadede uygulanabilirliğini sınırladığını göstermektedir. Bu bulgu, Zheng et al. (2021) tarafından da desteklenmekte; sağlık alanındaki blokzincir uygulamalarının yüksek potansiyeline rağmen, geniş ölçekli entegrasyon süreçlerinin zorluklar barındırdığı vurgulanmaktadır.

Bu çalışma, ameliyathane ortamlarında atık yönetiminin dijitalleşmesini çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile ele almakta ve değerlendirmektedir. Bu bağlamda yapılan incelemeler doğrultusunda literatürde benzer bir çalışmaya rastlanmamıştır. Nİ teknolojilerinin operasyonel verimlilik, güvenlik ve sürdürülebilirlik eksenlerinde sistematik olarak değerlendirilmesi ve bu değerlendirmede AAS & TOPSIS bütünleşik modelinin kullanılması, literatürdeki boşluğu doldurduğu düşünülmektedir. Böylece çalışma hem teori hem de uygulama düzeyinde, sağlık tesislerinin dijital dönüşüm sürecine yön verecek bir rehber özelliği taşımaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar, bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya herhangi bir kurum/kuruluş ya da kişi ile ortak çıkar bulunmadığını onaylamaktadır.

YAZAR KATKISI

Şeyda Gür; çalışmanın kavramsal ve tasarım süreçlerinin belirlenmesi ve yönetimi, veri toplama ve veri analizi, veri analizi ve yorumlama

KAYNAKLAR

1. Adams, W. J. L. and Saaty, R. (2003) Super decisions software guide. Super Decisions, 9, 43.
2. Akdag H., Kalayci T., Karagöz S., Zülfikar H. ve Giz D. (2014) The evaluation of hospital service quality by fuzzy MCDM, Applied Soft Computing Journal, 23, 239-248. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2014.06.033>
3. Al-Turjman, F. (2018) Intelligence in IoT-enabled smart cities. CRC Press.
4. Arputharaj, J. V., Varkey, J. M., Vagadia, R. and Ayyasamy, R. K. (2024) Leveraging intelligent systems and the aiot/iiot for enhanced waste management and recycling efficiency, In Intelligent Systems and Industrial Internet of Things for Sustainable Development (pp. 266-291). Chapman and Hall/CRC.
5. Attari, M. Y. N., Beirami, A. A. M., Ala, A. and Jami, E. N. (2023) Resolving the practical factors in the healthcare system management by considering a combine approach of AHP and ANP methods, Evaluation and Program Planning, 100, 102339. <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2023.102339>
6. Awasthi, A., Chauhan, S. S. and Goyal, S. K. (2010) A fuzzy multicriteria approach for evaluating environmental performance of suppliers, International Journal of Production Economics, 126(2), 370–378. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.029>
7. Bamakan, S. M. H., Malekinejad, P. and Ziaecian, M. (2022) Towards blockchain-based hospital waste management systems; applications and future trends, Journal of Cleaner Production, 349, 131440. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131440>

8. Beheshtinia, M. A., Safarzadeh, M. S., Fathi, M., Ghobakhloo, M., Al-Emran, M. and Tseng, M. L. (2025) Enhancing healthcare waste management: a novel hybrid multi-criteria decision-making method, *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 36(5), 1095-1124. <https://doi.org/10.1108/MEQ-09-2024-0368>
9. Chandrappa, R., and Das, D. B. (2024) *Solid waste management: Principles and practice*. Springer Nature.
10. Conti, A., Viottini, E., Comoretto, R. I., Piovan, C., Martin, B., Albanesi, B., ... and Campagna, S. (2024) The effectiveness of educational interventions in improving waste management knowledge, attitudes, and practices among healthcare workers: a systematic review and meta-analysis, *Sustainability*, 16(9), 3513. <https://doi.org/10.3390/su16093513>
11. Dağdeviren, M., Akar, D. ve Kurt, M., (2004). İş değerlendirme sürecinde analitik hiyerarşi prosesi ve uygulaması, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, 19, (2), 131-138. <https://izlik.org/JA88UW44SM>
12. Deringöz, A., Danişan, T. ve Eren, T. (2021) Covid-19 takibinde giyilebilir sağlık teknolojilerinin ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilmesi, *Politeknik Dergisi*, 25(2), 533-543. <https://doi.org/10.2339/politeknik.768219>
13. Eckelman, M. J., Mosher, M., Gonzalez, A. and Sherman, J. (2012) Comparative life cycle assessment of disposable and reusable laryngeal mask airways, *Anesthesia & Analgesia*, 114(5), 1067–1072. DOI: 10.1213/ANE.0b013e31824f6959
14. Ghasemi, M. K. (2018) Development of a sustainable healthcare waste management model using hybrid multiple decision making model. University of Malaysia Doctoral Thesis.
15. Gür, Ş., Bedir, N. ve Eren, T. (2017) Analitik ağ süreci ve Promethee yöntemleri ile gıda sektöründeki orta ölçekli işletmeler için pazarlama stratejilerinin seçimi, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 79-92. <https://doi.org/10.17100/nevbittek.331412>
16. Gür, Ş., Karakuş, K., Yeşilyurt, B. ve Eren, T. (2023) Sağlık hizmetleri performans yönetiminde kritik başarı faktörlerinin AAS yöntemi ile değerlendirilmesi, *International Journal of Engineering Research and Development*, 15(1), 40-48. <https://doi.org/10.29137/umagd.1110486>
17. Hajrahimi N., Dehaghani S. and Sheikhtaheri A. (2013) Health information security: a case study of three selected medical centers in Iran, *Acta Informatica Medica*, 21(1): 42-45. doi: 10.5455/AIM.2012.21.42-45
18. Huang Y. and Chang C. (2012) Constructing an outsourcing model to evaluate the health information system, *Advanced Science Letters*, 13(1): 770-773 <https://doi.org/10.1166/asl.2012.3791>
19. Hwang, C. L. and Yoon, K., (1981) Methods for multiple attribute decision making, *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications A State-Of-The-Art Survey*, 58-191. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3
20. Ishaq, A., Mohammad, S. J., Bello, A. A. D., Wada, S. A., Adebayo, A. and Jagun, Z. T. (2023) Smart waste bin monitoring using IoT for sustainable biomedical waste management, *Environmental Science and Pollution Research*, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30240-1>
21. Islam, S. R., Kwak, D., Kabir, M. H., Hossain, M., and Kwak, K. S. (2015) The internet of things for health care: a comprehensive survey, *IEEE Access*, 3, 678-708. doi: 10.1109/ACCESS.2015.2437951
22. Karakuş, K., Yeşilyurt, B., Gür, Ş. ve Eren, T. (2019) Sağlık sektöründe IoT uygulamalarının analitik ağ süreci yöntemi ile değerlendirilmesi, *Samsun Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(2), 86-92. <https://izlik.org/JA65DP79JG>
23. Lee, B. K., Ellenbecker, M. J. and Moure-Eraso, R. (2002) Analyses of the recycling potential of medical plastic wastes, *Waste Management*, 22(5), 461–470. [https://doi.org/10.1016/S0956-053X\(02\)00006-5](https://doi.org/10.1016/S0956-053X(02)00006-5)

24. Lin, Y. H., Lin, K. J., and Wu, C. T. (2025). Revisiting the complex interactions in nocturnal polyuria: insights on OSA, ADHD and ANP, *Nature Reviews Urology*, 22(10), 720-721. <https://doi.org/10.1038/s41585-025-01028-4>
25. Müsüroğlu, B. (2025) Sahra hastanesi kuruluş yeri seçiminde TOPSIS yönteminin uygulanması: Bilecik'te bir lokasyon analizi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bilecik.
26. Naresh, V. S., Pericherla, S. S., Murty, P. S. R. and Reddi, S. (2020) Internet of things in healthcare: Architecture, applications, challenges, and solutions, *Computer Systems Science & Engineering*, 35(6), 411-421. DOI: 10.32604/csse.2020.35.411
27. Ramaa, A., Nagendra Guptha, C., Subramanya, K., Patil, A., Joshy, N., Balakrishna, P., ... and Vithyathil, A. (2020) IoT enabled biomedical waste management system, *RV Journal of Science Technology Engineering Arts and Management*, 1(1), 49-58.
28. Saaty, T. L. (1996) Decision making with dependence and feedback: The analytic network process (Vol. 4922, No. 2). Pittsburgh, PA, USA: RWS Publ.
29. Saaty, T. L. (2008) The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Processes: Applications to Decisions under Risk, *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1(1), 122–196. <https://doi.org/10.29020/nybg.ejpam.v1i1.6>
30. Sari, P. R. K., Wardani, R., Mutia, G. R., Amri, S., and Ratnasari, R. T. (2025). Halal tourism and Sasak culture: ANP approach, *Journal of Islamic Marketing*, 16(9), 2489-2513. <https://doi.org/10.1108/JIMA-10-2024-0473>
31. Sert, O., (2021) Inventory management application in a textile firm integrated with analytic network process. Uludağ University Institute of Science, Master's thesis, Bursa.
32. Tadić D., Stefanović M. and 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. <https://doi.org/10.3233/IFS-141174>
33. Taş, C., Bedir, N., Eren, T., Alağuş, H. M. ve Çetin, S. (2018) AHP-TOPSIS yöntemleri entegrasyonu ile poliklinik değerlendirilmesi: Ankara'da bir uygulama, *Sağlık Yönetimi Dergisi*, 2(1), 1-17. <https://izlik.org/JA72TK68TE>
34. Thanigaivelu, P. S., Lakshmi, D., Ramasamy, J., Kumaresh, P. S., Sumathi, G. and Mathivanan, K. (2024, April) IoT and cloud solutions waste-to-energy in hospitals for energy recovery from medical waste. In 2024 10th International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP) (pp. 1112-1117). IEEE.
35. Windfeld, E. S. and Brooks, M. S. (2015) Medical waste management – A review, *Journal of Environmental Management*, 163, 98–108. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.08.013>
36. Yeşilyurt, B., Karakuş, K., Gür, Ş. ve Eren, T. (2019) Çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile hastane bilgi yönetim sistemleri için paket programı seçimi, *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 1-21. <https://izlik.org/JA92SL73HF>
37. Yurdakul, K., Gür, Ş., Eren, T. ve Alakaş, H. M. (2021) COVID-19 tedavisi için Türkiye'de belirlenen hastanelerin seçiminde etkili olan kriterlerin değerlendirilmesi, *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10(2), 625-639. <https://doi.org/10.17798/bitlisfen.885513>
38. Yurtlu, F. B., Öztürk, B., Güven, E. ve Eren, T. (2024) Afet sonrası ilk 72 saatte yapılacak faaliyetlere ilişkin stratejiler: Türkiye, Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 10(2), 504-522. <https://doi.org/10.21324/dacd.1429668>
39. Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., and Wang, H. (2021) Blockchain challenges and opportunities: A survey, *International Journal of Web and Grid Services*, 17(2), 134–158. <https://doi.org/10.1504/IJWGS.2018.095647>

