



FIRAT ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER DERGİSİ

Journal of Social Sciences

p-ISSN:1300-9702 e-ISSN: 2149-3243



Döngüsel Ekonomi Kapsamında Tesis Kapasitesinin Atık Bertaraf Süreçlerindeki Belirleyici Rolü: ANP Temelli Bir Analiz

The Determinant Role of Plant Capacity in Waste Disposal Processes within the Scope of Circular Economy: An ANP Based Analysis

Nuh OKUMUŞ¹

¹Dr., Gaziantep Üniversitesi, okumus27@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6111-8083

Araştırma Makalesi/Research Article

Makale Bilgisi

Geliş/Received:
29.04.2025
Kabul/Accepted:
09.09.2025

DOI:

10.18069/firatsbed.1687124

Anahtar Kelimeler

ANP Yöntemi, Sıfır Atık,
Atık Bertaraf, Atık
Yönetimi, Çok Kriterli
Karar Verme Yöntemi.

Keywords

ANP Method, Zero Waste,
Waste Disposal, Waste
Management, Multi-
Criteria Decision-Making
Method.

ÖZ

Bu çalışmada, atık bertaraf süreçlerinde sıfır atık hedefi doğrultusunda en etkili kriterin belirlenmesi amacıyla, Analitik Ağ Süreci (ANP) yöntemi, hayali veriler kullanılarak uygulandı. Uygulamada TÜİK 2022 atık istatistikleri verileri dikkate alınarak kriterler atık türü, tesis sayısı, tesis kapasitesi ve toplam atık miktarı olarak belirlendi. Bu kriterler arasındaki karşılıklı etkileşimler analiz edildi. Elde edilen sonuçlar, atık bertaraf süreçlerinde en belirleyici kriterin tesis kapasitesi olduğunu ortaya koydu. Tesis kapasitesi kriterini sırasıyla toplam atık miktarı, atık türü ve tesis sayısı izlemektedir. Ayrıca, kriterler arasındaki karşılıklı bağımlılıkların kriter ağırlıkları üzerinde herhangi bir değişikliğe neden olmadığı gözlemlendi. Dolayısıyla, kriterlerin birbirine bağımlılığı, karar verme sürecinde genel sıralama üzerinde belirgin bir etki oluşturmadığı sonucuna ulaşıldı. Türkiye'nin Sıfır Atık Projesi gibi ulusal stratejiler doğrultusunda, atık bertaraf yöntemlerinin iyileştirilmesi ve geri dönüşüm oranlarının artırılması, doğal kaynakların korunmasına ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, atık bertaraf süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi hem ekonomik hem de ekolojik açıdan kritik bir öneme sahiptir. Dolayısıyla atık yönetimi stratejilerinin belirlenmesinde gerçek veriler kullanılarak atık bertarafında en etkili kriter belirlenebilir. Ayrıca bu kriter üzerinde iyileştirme çalışmaları gerçekleştirilebilir ve bu sayede döngüsel ekonomiye katkı sağlanabilir.

ABSTRACT

In this study, the Analytic Network Process (ANP) method was applied using fictitious data to determine the most effective criteria in line with the zero-waste target in waste disposal processes. In the application, the criteria were determined as waste type, number of facilities, facility capacity and total waste amount, considering the TUIK 2022 waste statistics data. The interactions between these criteria were analyzed. The results revealed that the most determining criterion in waste disposal processes is facility capacity. The facility capacity criterion is followed by total waste amount, waste type and number of facilities, respectively. It was also observed that the interdependencies between the criteria did not cause any change in the criteria weights. Therefore, it was concluded that the interdependency of the criteria does not have a significant impact on the overall ranking in the decision-making process. In line with national strategies such as Turkey's Zero Waste Project, improving waste disposal methods and increasing recycling rates will contribute to the protection of natural resources and environmental sustainability. In this context, effective management of waste disposal processes is critical both economically and ecologically. Therefore, the most effective criterion for waste disposal can be determined by using real data to determine waste management strategies. In addition, improvement studies can be carried out on this criterion and thus contribute to the circular economy.

Atıf/Citation: Okumuş, N.(2025). Döngüsel Ekonomi Kapsamında Tesis Kapasitesinin Atık Bertaraf Süreçlerindeki Belirleyici Rolü: ANP Temelli Bir Analiz. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 35, 3, 1405-1414.

Sorumlu yazar/Corresponding author: Nuh OKUMUŞ, okumus27@gmail.com

1. Giriş

Sıfır atık ve döngüsel ekonomi hem çevrenin korunması hem de ekonomik sürdürülebilirlik açısından büyük bir öneme sahiptir. Sıfır atık anlayışı, kaynakların bilinçli kullanımıyla atık oluşumunu en aza indirmeyi, oluşan atıkların ise geri dönüşüm, yeniden kullanım ve kompost gibi yöntemlerle değerlendirilmesini amaçlar. Döngüsel ekonomi ise atıkların sadece bertaraf edilmesi yerine, yeniden işlenerek ekonomiye kazandırılmasını ve doğal kaynak tüketiminin azaltılmasını hedefler. Bu sistem, enerji tasarrufu sağlamanın yanı sıra karbon ayak izinin düşürülmesine ve çevresel kirliliğin önlenmesine de katkıda bulunur. Özellikle plastik, metal, cam, organik atıklar ve elektronik eşyalar gibi birçok malzeme, döngüsel ekonomi sayesinde yeni ürünlerin hammaddesi olarak kullanılabilir. Böylece hem doğal kaynaklar korunur hem de ekonomik kazanç elde edilir. Günümüzde küresel iklim değişikliği, çevre kirliliği ve doğal kaynakların azalması gibi sorunlar göz önüne alındığında, sıfır atık ve döngüsel ekonomi uygulamalarının yaygınlaştırılması, sürdürülebilir bir gelecek için kaçınılmaz bir gereklilik haline gelmiştir. Younus 2025 yılında sıfır atığın moda tasarımı ve sürdürülebilirlik stratejilerinin ekonomik, teknolojik ve tüketici odaklı yönlerini inceleyerek, tekstil atıklarını azaltmak ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için yenilikçi teknolojilerin ve iş modellerinin önemini vurguladı (Younus, 2025). Mutmainna ve ark. 2025 yılında tarımsal ve gıda atıklarının, özellikle bitki yan ürünlerinin, biyoplastik üretimi için sıfır atık yaklaşımıyla sürdürülebilir bir çözüm sunduğunu ve plastik kirliliğini azaltarak çevresel etkileri hafifletme potansiyelini inceledi (Mutmainna vd., 2025). Suryawan ve ark. 2024 yılında Cakarta'da sıfır atık hedefleri doğrultusunda uyarlanabilir katı atık yönetimi stratejilerini keşfederek, gecekondü ve gecekondü olmayan bölgelerde atık ayrıştırma ve dairesel ekonomi uygulamalarını desteklemenin önemini inceledi (Suryawan vd., 2024). Song ve Zeng 2015 yılında artan katı atık miktarını en aza indirmek için sıfır atık stratejilerinin uygulanmasının önemini vurgulayarak, endüstriyel, e-atık, gıda ve ambalaj atıkları gibi zorlukları aşmanın ve sürdürülebilir atık yönetimini sağlamanın gerekliliğini ele aldı (Song ve Zeng, 2015).

Atık bertarafı, çevreyi koruma ve insan sağlığını güvence altına alma açısından büyük bir öneme sahiptir. Kontrolsüz bir şekilde doğaya bırakılan atıklar, toprak, su ve hava kirliliğine yol açarak ekosistem dengesini bozar ve çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu nedenle, atıkların güvenli bir şekilde bertaraf edilmesi, sürdürülebilir bir çevre için hayati bir gerekliliktir. Modern atık bertaraf yöntemleri, atıkların çevreye en az zarar verecek şekilde depolanmasını, yakılmasını veya biyolojik olarak arıtılmasını sağlar. Özellikle tehlikeli atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesi, kimyasal ve toksik maddelerin çevreye yayılmasını önleyerek hem doğayı hem de insanları korur. Ayrıca, döngüsel ekonomi ile entegre edilen atık yönetimi sayesinde, geri dönüştürülebilir ve yeniden kullanılabilir malzemeler ekonomiye kazandırılarak doğal kaynak tüketimi azaltılabilir. Bu nedenle, atık bertarafı sürecinin etkin ve çevre dostu yöntemlerle gerçekleştirilmesi hem ekosistemin sürdürülebilirliği hem de toplum sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Maris ve ark. 2025 yılında üniversite öğrencilerinin atıkların doğru bertarafını teşvik etmek amacıyla farklı iletişim stratejilerine nasıl tepki verdiklerini, AIDA modeline dayalı bir inceleme yaptı (Maris vd., 2025). Kaur ve ark. 2025 yılında kırsal turizmde uygunsuz atık bertarafının yol açtığı çevresel ve sosyoekonomik sorunları analiz ederek, sürdürülebilir çözümler ve kırsal alanların korunmasına yönelik stratejiler önerdi (Kaur vd., 2025). Ismai ve ark. 2024 yılında inorganik atıkların jeopolimer sentezinde kullanımıyla atık bertarafını azaltarak sürdürülebilir inşaat malzemeleri üretmenin çevresel ve ekonomik faydalarını araştırdı (Ismail vd., 2024). Mukherjee ve ark. 2021 yılında çeşitli yenilikçi teknolojileri ve küresel en iyi uygulamaları değerlendirerek, atık bertarafı ve yönetimi için sürdürülebilir ve verimli çözümler sundu (Mukherjee vd., 2021).

Döngüsel ekonomi, geleneksel 'al-kullan-at' modelinin aksine kaynakların mümkün olduğunca uzun süre kullanımını, atık oluşumunu minimize etmeyi ve malzemelerin sürekli bir döngüde yeniden değerlendirilmesini hedefleyen sürdürülebilir bir ekonomik modeldir. Türkiye gibi hızla gelişen ülkeler için döngüsel ekonomi, doğal kaynakların korunması, enerji verimliliğinin artırılması ve çevresel ayak izinin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu model sayesinde atıklar ham maddeye dönüştürülerek endüstriyel süreçlere geri kazandırılmakta, böylece hem üreticilerin maliyetleri düşürülmekte hem de yeni iş modelleri ve istihdam alanları yaratılmaktadır. Özellikle tekstil, plastik, elektronik ve inşaat sektörlerinde döngüsellik prensiplerinin benimsenmesi, kaynak bağımlılığını azaltırken yeşil büyümeye de katkı sağlamaktadır. David ve ark. 2025 yılında inşa edilmiş çevrede döngüsel ekonomi stratejilerinin uygulanmasının su, enerji ve gıda kaynakları üzerindeki baskıyı azaltarak sürdürülebilirliği nasıl destekleyebileceğini analiz etti (David vd., 2025). Sánchez-García ve ark. 2024 yılında yeni teknolojilerin döngüsel ekonomiyi ilerletmedeki dönüştürücü rolünü vurgulayarak sürdürülebilir iş modelleri, kaynak

verimliliği ve tedarik zinciri şeffaflığı konusundaki fırsatları ve zorlukları analiz etti (Sánchez-García vd., 2024). Chenavaz ve Dimitrov 2024 yılında döngüsel ekonomiyi ilerletmek için genişletilmiş üretici sorumluluğu, çevre vergileri ve kurumsal sürdürülebilirlik uygulamalarını içeren kapsamlı bir politika çerçevesinin gerekliliğini vurguladı (Chenavaz ve Dimitrov, 2024). Vinayagram ve ark. 2024 yılında su ve atık su yönetiminde döngüsel ekonomi ilkelerinin küresel entegrasyonunu değerlendirerek geri kazanma, onarma, geri dönüştürme, azaltma, geri kazanma, yeniden kullanma çerçevesinde uygulanabilir stratejiler ve zorlukları analiz etti (Vinayagam vd., 2024). Corvellec ve ark. 2022 yılında döngüsel ekonominin teorik belirsizlikleri, yapısal engelleri ve sürdürülebilirliğe katkısına yönelik eleştirileri değerlendirerek daha sürdürülebilir ekonomik kalkınma için çözüm önerileri sundu (Corvellec vd., 2022).

Saaty tarafından 1986 yılında çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü için Analitik Network Prosesi (ANP) yöntemini geliştirdi (Saaty, 1986). Analitik Ağ Süreci (ANP), çok kriterli karar verme süreçlerinde kriterler ve alternatifler arasındaki karşılıklı bağımlılıkları dikkate alan güçlü bir yöntemdir. Karar verme sürecini bir ağ modeli şeklinde ele alarak, sistem içindeki etkileşimleri bütüncül bir şekilde analiz eder ve süpermatris yöntemi ile faktörlerin ağırlıklarını hesaplar. ANP'nin en büyük avantajı, geleneksel yöntemlerin aksine bağımlılık ilişkilerini dikkate alarak daha gerçekçi ve güvenilir sonuçlar sunmasıdır. Uzman görüşlerine dayalı karşılaştırmalar sayesinde karar sürecini sistematik hale getirir ve subjektif değerlendirmeleri dengeleyerek bilinçli kararlar alınmasını sağlar. Mühendislik, işletme yönetimi, sağlık ve tedarik zinciri gibi birçok alanda kullanılan ANP, özellikle karmaşık ve dinamik karar problemlerinde etkili bir yöntem olarak öne çıkar. Musyarofah ve ark. 2025 yılında sanayi Bölgesi Hazırlık Endeksi geliştirilerek sanayi bölgelerinin hazırlığını kapsamlı şekilde ölçmek için ANP yöntemiyle faktör ağırlıklarını belirleyen matematiksel bir model sundu (Musyarofah vd., 2025). Rohadi ve ark. 2025 yılında ANP yöntemini kullanarak inşaat sektöründe alt yüklenici seçiminde Fayda-Maliyet-Risk analizini temel alan bir karar destek modeli geliştirmiş ve teknik yeterlilik faktörlerinin seçim sürecinde öncelik kazanması gerektiğini ortaya koydu (Rohadi vd., 2025). Mahmoudkelaye ve ark. 2018 yılında ANP yöntemini kullanarak ekonomik, teknik, sosyo-kültürel ve çevresel faktörleri dikkate alan çok kriterli bir model sunmuş ve yaşam döngüsü değerlendirmesi ışığında alüminyum kaplamayı binalar için en sürdürülebilir malzeme seçeneği olarak belirledi (Mahmoudkelaye vd., 2018). Ordoobadi 2012 yılında ANP yöntemini kullanarak ileri üretim teknolojilerinin seçimi için bir uygulama yaptı (Ordoobadi, 2012).

Sıfır atık ve etkili atık bertarafı, Türkiye'nin çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik verimlilik ve toplumsal bilinç açısından geleceğini şekillendiren kritik bir politikadır. Hızlı nüfus artışı, kentleşme ve endüstriyel faaliyetlerin artmasıyla birlikte atık miktarı her geçen gün büyümekte, bu da doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı ve çevre kirliliğini artırmaktadır. Sıfır atık yaklaşımı, kaynakların daha verimli kullanılmasını, israfın önlenmesini ve geri dönüşümün yaygınlaştırılmasını hedefleyerek atık oluşumunu en aza indirmeyi amaçlar. Türkiye, bu kapsamda uyguladığı sıfır atık projeleriyle hem çöp depolama alanlarının ömrünü uzatmakta hem de enerji tasarrufu sağlayarak karbon ayak izini azaltmaktadır. Özellikle plastik, elektronik atık ve organik atıkların dönüştürülmesi, ekonomiye milyarlarca liralık katkı sağlarken yeni istihdam alanları da yaratmaktadır. Ayrıca, atık bertaraf tesislerinin çağdaştırılması ve çevre dostu teknolojilerin kullanımı, hava, su ve toprak kirliliğinin önüne geçilmesinde büyük rol oynamaktadır. Sıfır atık bilincinin toplumda yaygınlaşması, bireylerden kurumlara kadar herkesin sorumluluk almasıyla mümkündür. Türkiye'nin Avrupa Yeşil Mutabakatı ve küresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda attığı bu adımlar hem çevrenin korunmasına hem de yeşil ekonomiye geçiş sürecine önemli katkılar sunmaktadır. Coşkun 2022 yılında Türkiye'de sıfır atık yönetimi davranışlarını ölçmek üzere geliştirilen ve bilgi, tesisler ve motivasyon faktörlerinden oluşan güvenilir bir ölçek sunmuş olup, eğitim, meslek, gelir düzeyi ve ikamet yerinin bu davranışları anlamlı şekilde etkilediğini, buna karşılık cinsiyet ve yaşın etkisinin olmadığını istatistiksel olarak kanıtladı (Coşkun, 2022). Tufaner 2021 yılında Türkiye'de yemekhane atıklarının sıfır atık hedeflerine uygun şekilde yönetilmesi için anaerobik sindirim teknolojisini (UASB reaktörü) uygulamış ve 1 kg gıda atığından %62,2 metan içeriğine sahip 640 L biyogaz ile KOİ değeri 3354 mg/L olan 26,2 L biyogübre üreterek, atık yönetiminde döngüsel ekonomi modelinin uygulanabilirliğini kanıtladı (Tufaner, 2021). Ayçin ve Kaya 2021 yılında bulanık DEMATEL yöntemiyle Türkiye'de dairesel ekonomi perspektifinden sıfır atık uygulamalarının önündeki 12 engeli analiz etmiş ve hedef belirsizliği ile finansal destek eksikliğinin en kritik nedensel engeller olduğunu ortaya koyarak literatürdeki boşluğu dolduran bir model sundu (Ayçin ve Kaya, 2021). Gül ve Yaman 2021 yılında Ankara'nın 8 ilçesinde 648 katılımcıyla yapılan anket sonuçlarına göre, vatandaşların sıfır atık projesine

uyum konusunda yetersiz bilgiye sahip olduğunu, atık ayrıştırma davranışlarının ise kısmen katılımı sınırlı kaldığını istatistiksel analizlerle ortaya koydu (Gül ve Yaman, 2021). Koçak ve İkizoğlu 2020 yılında Türkiye'deki atık yönetimi uygulamalarını mevcut bertaraf yöntemlerini ve atık türlerini analiz ederek, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik için iyileştirme alanlarını ortaya koydu (Koçak ve İkizoğlu, 2020). Arıkan ve ark. 2017 yılında İstanbul özelinde 10 farklı katı atık bertaraf yöntemini TOPSIS, PROMETHEE ve Bulanık TOPSIS teknikleriyle 18 kriter çerçevesinde karşılaştırmış ve sıralı depolama ile yakma sistemlerini en uygun çözümler olarak belirleyerek küresel katı atık yönetimi literatürüne metodolojik bir katkıda bulundu (Arıkan vd., 2017).

Bu çalışmada, atık bertaraf süreçlerinde sıfır atık hedefine ulaşmak için en etkili kriterin belirlenmesi amacıyla Analitik Ağ Süreci (ANP) yöntemi kullanıldı. Araştırma kapsamında, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından verilen atık istatistikleri referans alınarak dört temel kriter belirlendi: tesis sayısı, atık türü, toplam atık miktarı ve tesis kapasitesi (TÜİK, 2022). Bu kriterler arasındaki karşılıklı etkileşimler, ANP'nin ağ yapısı modeliyle temsil edildi. Ayrıca her bir kriterin diğerleri üzerindeki etkisi karşılaştırma matrisi üzerinde matematiksel olarak analiz edildi. Yapılan analizler sonucunda, atık bertaraf süreçlerinde en belirleyici kriterin tesis kapasitesi olduğu belirlendi. Bu kriteri, sırasıyla toplam atık miktarı, atık türü ve tesis sayısı takip etti. Ayrıca, kriterler arasındaki iç bağımlılıkların, kriterlerin ağırlıkların sıralaması üzerinde bir değişikliğe yol açmadığı gözlemlendi. Bu bulgu, kriterlerin iç bağımlılıklarının, karar verme sürecindeki genel öncelik sıralamasını önemli ölçüde etkilemediğini ortaya koydu. Sonuç olarak, bu çalışma, atık yönetim stratejilerinin planlanmasında tesis kapasitesinin en kritik unsur olduğunu vurgulamaktadır. Araştırmacılar uygulamayı gerçek verilerle yapılacak analizlerle bu bulguları güçlendirerek daha objektif sonuçlar elde edebilir. Türkiye'nin sıfır atık hedefine ulaşması doğrultusunda atık bertaraf süreçlerinde iyileştirmeler yapılabilir.

2. Materyal ve Metot

ANP yöntemi 7 adımdan oluşmaktadır (Saaty, 1986).

1.Adım: Karar verme problemi belirlenir.

Karar verme problemi, bir ana hedef, bu hedefe ulaşmak için kriterler, alt kriterler ve alternatiflerden oluşan bir ağ olarak yapılandırılmalıdır.

2.Adım: Kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılır ve yerel ağırlıklar elde edilir.

Kriterlerin ve alternatiflerin ağırlıklarını hesaplamak için Saaty 1-9 ölçeği kullanılarak karşılaştırma matrisleri oluşturulmalıdır. Saaty 1- 9 ölçeği Tablo 1 de verilmektedir.

Tablo 1. Saaty 1-9 ölçeği

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemde	İki kriterde eşit derecede öneme sahiptir.
3	Biraz Önemli	Deneyimler ve yargılar bir kriteri diğerine karşı biraz önemli kılmaktadır.
5	Fazla Önemli	Deneyimler ve yargılar bir kriteri diğerine karşı güçlü şekilde önemli kılmaktadır.
7	Çok Fazla Önemli	Kriter diğerine göre çok güçlü şekilde üstündür.
9	Son Derece Önemli	Elde edilen bilgiler ve deneyimler bir kriterin diğerine göre çok büyük oranda üstün olduğunu belirtmektedir.
2, 4, 6, 8	Ara Önem Dereceleri	Ara rakamlar gerektiğinde kullanılabilir.

3.Adım: Karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı (CR) hesaplanır.

Her bir karşılaştırma matrisi için $0 < CR \leq 0,1$ olmalıdır.

$$CR = \frac{CI}{RI}, CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Burada CR tutarlılık oranı, CI tutarlılık indeksi, RI rastgele tutarlılık indeksi, λ_{max} karşılaştırma matrisinin en büyük öz değeri ve n kriter sayısıdır.

RI rastgele tutarlılık indeksi değerleri Tablo 2 de verilmektedir.

Tablo 2. RI rastgele indeks tablosu

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

4.Adım: Süper matris oluşturmak için öz vektörler hesaplanır.

Öz vektörler her bir kriterin iç bağımlılıklarının karşılaştırma matrisi oluşturulur ve kriterlerin ağırlıkları hesaplanır. Bu ağırlıklar kullanılarak öz vektörler hesaplanır.

5.Adım: Süper matris oluşturulur.

Ağırlıklı bir süper matris elde etmek için bir Süper matris normalleştirilir

6. Adım: Süper matris ve yerel ağırlık matrisi çarpılır.

7.Adım: Son olarak, elde edilen global ağırlık değerlerine bağlı olarak en iyi kriter seçilir.

3.Uygulama ve Bulgular

Bu bölümde, atık bertaraf süreçlerinde sıfır atık hedefi doğrultusunda en etkili kriterin belirlenmesi amacıyla, atık türü, tesis sayısı, tesis kapasitesi ve toplam atık miktarının atık bertarafı üzerindeki etkileri ANP yöntemi ile değerlendirildi ve kriterler arasındaki etkileşimler analiz edildi.

1.Adım: Atık bertarafında atık türü, tesis sayısı, tesis kapasitesi ve toplam atık miktarı kriterlerin birbiri üzerine etkisi incelenecektir.

Kriterler kümesi

$$\mathcal{D} = \{AT, TS, TK, TA\}$$

olsun.

Burada

AT= Atık Türü

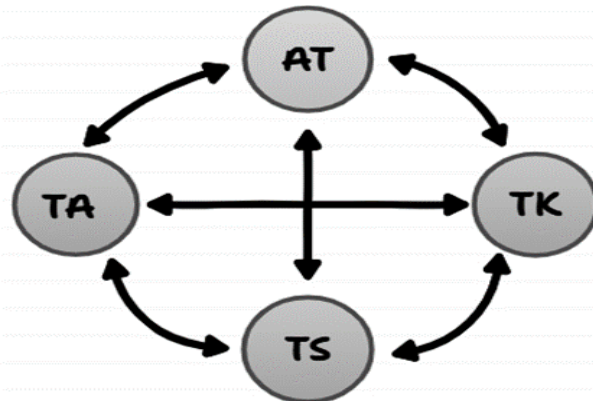
TS= Tesis Sayısı

TK=Tesis Kapasitesi

TA=Toplam Atık Miktarı

şeklindedir.

Ayrıca kriterlerin birbirleri ile etkileşimi bir ağ yapısında gösterilir. Bu ağ yapısı Şekil 1 de verilmiştir.



Şekil 1. Kriterlerin ağ yapısı

2.Adım: Kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılır.

Kriterlerin iliki karşılaştırma matrisi ve yerel ağırlıkları Tablo 3 de verildi.

Tablo 3. Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve yerel ağırlıkları

	AT	TS	TK	TA
AT	1	2	1/3	1/2
TS	1/2	1	1/4	1/2
TK	3	4	1	3
TA	2	2	1/3	1
Yerel ağırlıklar	0,15385	0,11111	0,52265	0,2

Kriterlerin yerel ağırlıkları kullanılarak

$$w_{YA} = \begin{bmatrix} 0,15385 \\ 0,11111 \\ 0,52265 \\ 0,2 \end{bmatrix}$$

yerel ağırlık matrisi elde edilir.

3.Adım: Karşılaştırma matrislerin tutarlılık oranının (CR) hesaplanır.

Tablo 3 deki kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi tutarlılık oranı hesaplanır.

Burada, $\lambda_{max}=4,121$, $n = 4$ kriter sayısı ve $RI=0,90$ olup

$$CI = \frac{4,121 - 4}{3} = 0,040, CR = \frac{0,040}{0,90} = 0,045$$

$$0 \leq 0,045 \leq 0,1$$

olduğundan Tablo 3 de verilen kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi tutarlıdır.

4.Adım: Süper matris oluşturmak için öz vektörler hesaplanır.

Her bir kriter için iç bağımlılıkların karşılaştırma matrisi oluşturuldu ve kriterlerin ağırlıkları hesaplandı. Elde edilen matrisler Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7 de verildi.

Tablo 4. AT kriterine göre iç bağımlılıkların karşılaştırma matrisi ve kriterlerin ağırlıkları

	TS	TK	TA
TS	1	1/4	1/2
TK	4	1	3
TA	2	1/3	1
Ağırlıklar	0,14286	0,63158	0,22222

Tablo 5. TS kriterine göre iç bağımlılıkların karşılaştırma matrisi ve kriterlerin ağırlıkları

	AT	TK	TA
AT	1	1/3	1/2
TK	3	1	3

<i>TA</i>	2	1/3	1
Ağırlıklar	0,16667	0,6	0,22222

Tablo 6. *TK* kriterine göre iç bağımlılıkların karşılaştırma matrisi ve kriterlerin ağırlıkları

	<i>AT</i>	<i>TS</i>	<i>TA</i>
<i>AT</i>	1	2	1/2
<i>TS</i>	1/2	1	1/2
<i>TA</i>	2	2	1
Ağırlıklar	0,28571	0,2	0,5

Tablo 7. *TA* kriterine göre iç bağımlılıkların karşılaştırma matrisi ve kriterlerin ağırlıkları

	<i>AT</i>	<i>TS</i>	<i>TK</i>
<i>AT</i>	1	2	1/3
<i>TS</i>	1/2	1	1/4
<i>TK</i>	3	4	1
Ağırlıklar	0,22222	0,16667	0,63158

Kriterlerin elde edilen ağırlıkları kullanılarak öz vektörler oluşturulur. *AT*, *TS*, *TK*, *TA* kriterlerinin öz vektörleri

$$v_{AT} = \begin{bmatrix} 1,000 \\ 0,14286 \\ 0,63158 \\ 0,22222 \end{bmatrix}, v_{TS} = \begin{bmatrix} 0,16667 \\ 1,000 \\ 0,6 \\ 0,22222 \end{bmatrix}, v_{TK} = \begin{bmatrix} 0,28571 \\ 0,2 \\ 1,000 \\ 0,5 \end{bmatrix}, v_{TA} = \begin{bmatrix} 0,22222 \\ 0,16667 \\ 0,63158 \\ 1,000 \end{bmatrix}$$

şeklinde bulunur.

5.Adım: Süper matris oluşturulur.

4.adımda elde edilen öz vektörler kullanılarak Tablo 8 deki süper matris oluşturulur.

Tablo 8. Süper matris

	<i>AT</i>	<i>TS</i>	<i>TK</i>	<i>TA</i>
<i>AT</i>	1,000	0,16667	0,28571	0,22222
<i>TS</i>	0,14286	1,000	0,2	0,16667
<i>TK</i>	0,63158	0,6	1,000	0,63158
<i>TA</i>	0,22222	0,22222	0,5	1,000

Tablo 8 deki matris kullanılarak Tablo 9 daki normalleştirilmiş süper matris elde edilir.

Tablo 9. Normalleştirilmiş süper matris

	<i>AT</i>	<i>TS</i>	<i>TK</i>	<i>TA</i>
<i>AT</i>	0,50084	0,0838	0,14388	0,10998
<i>TS</i>	0,07155	0,50279	0,10072	0,08249

TK	0,31632	0,3	0,5036	0,31259
TA	0,11130	0,11173	0,25	0,49493

6. Adım: Süper matris ve yerel ağırlık matrisi çarpılır ve kriterlerin global ağırlıkları elde edilir.

$$\begin{bmatrix} 0,50084 & 0,0838 & 0,14388 & 0,10998 \\ 0,07155 & 0,50279 & 0,10072 & 0,08249 \\ 0,31632 & 0,3 & 0,5036 & 0,31259 \\ 0,11130 & 0,11173 & 0,25 & 0,49493 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,15385 \\ 0,11111 \\ 0,52265 \\ 0,2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,18356 \\ 0,13601 \\ 0,40772 \\ 0,25919 \end{bmatrix}$$

7.Adım: Son olarak, kriterlerin global ağırlık değerlerine bağlı olarak en iyi kriter seçilir.

Tablo 10. Kriterlerin global ağırlıkları

Kriterler	Global Ağırlıklar
AT	0,18356
TS	0,13601
TK	0,40772
TA	0,25919

Tablo 10 da görüleceği üzere atık bertarafı sürecinde diğer kriterler üzerinde en büyük etkiye sahip olan kriter 0,40772 ağırlık ile tesis kapasitesi olduğu, bunu 0,25919 ağırlık ile toplam atık miktarı, 0,18356 ağırlıkla atık türü ve 0,13601 ağırlık ile tesis sayısı kriterlerinin takip ettiği görülmektedir. Ayrıca Tablo 3 verilen yerel ağırlıklar ve Tablo 10 verilen global ağırlıklar incelendiğinde kriterlerin iç bağımlılıklarının ağırlıkların sıralaması üzerinde bir etkiye sahip olmadığı gözlemlendi.

4. Sonuç ve Değerlendirme

Artan insan faaliyetleri ve sınırlı kaynaklar, geri dönüşüm ve sürdürülebilir atık yönetimini zorunlu hale getirmektedir. Atık miktarının artması, yetersiz fonlar ve çevre dostu malzeme eksikliği, etkili bir atık yönetimi gereksinimini daha da artırmaktadır. Bu bağlamda, küresel ve yerel düzeyde eğitim programlarının düzenlenmesi, belediyelerin denetimlerini sıklaştırması ve merkezi yönetimin hesap verebilirlik standartları oluşturması büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, belediyelerin uzman ekipler kurarak sürekli eğitimlerle değişen koşullara uyum sağlaması gerektiği de vurgulanmaktadır. (Ay ve Söylemez; 2023)

Bu çalışmada ise sıfır atık hedeflerine ulaşmak için atık bertarafı süreçlerinde en etkili kriterin belirlenmesi amacıyla Analitik Ağ Süreci (ANP) yöntemi kullanılmıştır. TÜİK verileri esas alınarak dört ana kriter belirlenmiştir: bertaraf tesisi sayısı, atık türü, yıllık atık hacmi ve tesis işletme kapasitesi. Bu kriterler arasındaki ilişkiler ANP metodolojisinin ağ yapısı ile modellenmiş ve her bir kriterin diğerleri üzerindeki etkisi matematiksel olarak incelenmiştir. Sonuç olarak, atık bertaraf süreçlerinde en etkili kriterin tesis kapasitesi olduğu belirlenmiştir. Tesis kapasitesini sırasıyla atık miktarı, atık türü ve tesis sayısı izlemektedir. Ayrıca, kriterler arasındaki iç bağımlılıkların, ağırlık sıralamasını değiştirmediği gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler, atık yönetim politikalarının oluşturulmasında tesis kapasitesinin diğer kriterlere göre daha büyük bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda gerçek verilerin kullanılması, bu sonuçların geçerliliğini artıracaktır. Sıfır atık vizyonuna ulaşabilmek için, özellikle bertaraf tesislerinin kapasite optimizasyonuna yönelik stratejiler geliştirilmesi önemlidir. Bu bağlamda, mevcut tesislerin verimlilik analizlerinin yapılması ve kapasite artırıcı yatırımların gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Yeşil ekonomi, doğal kaynakların verimli kullanımı, atıkların geri kazanımı ve çevresel sürdürülebilirliğin teşvik edilmesini hedefler. Bu çalışmanın sonuçları, sıfır atık hedeflerinin yeşil ekonomi ilkeleriyle ne kadar örtüştüğünü ve atık bertarafı süreçlerinin optimizasyonunun, kaynak kullanımını nasıl daha verimli hale getirebileceğini göstermektedir. Özellikle bertaraf tesislerinin kapasite optimizasyonu, enerji verimliliği ve çevresel etkilerin azaltılması açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, mevcut tesislerin verimlilik analizlerinin yapılması ve kapasite artırıcı yatırımların gerçekleştirilmesi, sadece ekonomik faydalar sağlamayı değil, aynı zamanda yeşil ekonomi çerçevesinde çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasına da katkı yapacaktır.

Kaynaklar

- Arıkan, E., Şimşit-Kalender, Z. T. and Vayvay, Ö. (2017). Solid waste disposal methodology selection using multi-criteria decision-making methods and an application in Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 142, 403-412.
- Ay, H. M. ve Söylemez, A. (2023). Belediye Hizmetleri İçinde Katı Atık Yönetiminin Önemi ve Konya Büyükşehir Belediyesi Örneği. *Toplum Ekonomi ve Yönetim Dergisi*, 4(Özel), 273-292.
- Ayçin, E. and Kayapinar Kaya, S. (2021). Towards the circular economy: Analysis of barriers to implementation of Turkey's zero waste management using the fuzzy DEMATEL method. *Waste Management & Research*, 39(8), 1078-1089.
- Chenavaz, R. Y. and Dimitrov, S. (2024). From waste to wealth: Policies to promote the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 443, 141086-141097.
- Corvellec, H., Stowell, A. F. & Johansson, N. (2022). Critiques of the circular economy. *Journal of industrial ecology*, 26(2), 421-432.
- Coskun, S. (2022). Zero waste management behavior: Conceptualization, scale development and validation—A case study in Turkey. *Sustainability*, 14(19), 12654-12665.
- David, L. O., Aigbavboa, C., Adepoju, O. and Nnamdi, N. (2025). Applying circular economy strategies in mitigating the perfect storm: the built environment context. *Sustainable Futures*, 9(2025), 100444-100459.
- Gül, M. ve Yaman, K. (2021). Türkiye'de atık yönetimi ve sıfır atık projesinin değerlendirilmesi: Ankara örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(4), 1267-1296.
- Ismail, A. H., Kusbiantoro, A., Tajunnisa, Y., Ekaputrc, J. J. and Laory, I. (2024). A review of aluminosilicate sources from inorganic waste for geopolymer production: Sustainable approach for hydrocarbon waste disposal. *Cleaner Materials*, 13, 100259-100281.
- Kaur, M., Singh, A. and Kaur, A. (2025). Challenges and Consequences of Improper Waste Disposal in Rural Tourism. In *Solid Waste Management and Disposal Practices in Rural Tourism* (pp. 317-352). IGI Global.
- Koçak, E. and İkizoğlu, B. (2020). Types of waste in the context of waste management and general overview of waste disposal in Turkey. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 4(4), 520-527.
- Mahmoudkelaye, S., Azari, K. T., Pourvaziri, M. and Asadian, E. (2018). Sustainable material selection for building enclosure through ANP method. *Case Studies in Construction Materials*, 9(2018), 1-10.
- Maris Lima Cruz, C., Bosa, I. G., Kolling, C., de Medeiros, J. F. and Ribeiro, J. L. D. (2025). Perceptions of different communication strategies on proenvironmental waste disposal behavior: a case study with university students in Brazil. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 26(3), 485-504.
- Mukherjee, A. G., Wanjari, U. R., Chakraborty, R., Renu, K., Vellingiri, B., George, A. and Gopalakrishnan, A. V. (2021). A review on modern and smart technologies for efficient waste disposal and management. *Journal of Environmental Management*, 297(2021), 1-11.
- Musyarofah, S. A., Tontowi, A. E., Masrurroh, N. A. and Wibowo, B. S. (2025). Constructing a new index for measuring industrial estate readiness using the analytic network process (ANP) approach. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 11(1), 1-15.
- Mutmainna, I., Gareso, P. L., Suryani, S. and Tahir, D. (2025). Can agriculture and food waste be a solution to reduce environmental impact of plastic pollution? zero-waste approach for sustainable clean environment. *Bioresource Technology*, 420(2025), 1-19.
- Ordoobadi, S. M. (2012). Application of ANP methodology in evaluation of advanced technologies. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(2), 229-252.
- Rohadi, S., Hartono, W., Handayani, D. and Putranto, A. D. (2025). Review of Subcontractor Selection Criteria in Construction Services Using Analytic Network Process (ANP)-Benefit Cost Risk (BCR). *Indonesian Interdisciplinary Journal of Sharia Economics (IIJSE)*, 8(1), 1836-1859.
- Saaty, T. L. (1986). Axiomatic Foundation Of The Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32(7), 841-855.
- Sánchez-García, E., Martínez-Falcó, J., Marco-Lajara, B. and Manresa-Marhuenda, E. (2024). Revolutionizing the circular economy through new technologies: A new era of sustainable progress. *Environmental Technology & Innovation*, 33(2024), 1-23.
- Song, Q., Li, J. and Zeng, X. (2015). Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. *Journal of Cleaner Production*, 104, 199-210.
- Suryawan, I. W. K. and Lee, C. H. (2024). Achieving zero waste for landfills by employing adaptive municipal solid waste management services. *Ecological Indicators*, 165(2024), 1-13.

- Tufaner, F. (2021). Environmental assessment of refectory waste based on approaches zero-waste project in Turkey: The production of biogas from the refectory waste. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(7), 1-19.
- TÜİK, Atık İstatistikleri 2022. (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2022-49570>: Erişim: 03.06.2024)
- Vinayagam, V., Sikarwar, D., Das, S. and Pugazhendhi, A. (2024). Envisioning the innovative approaches to achieve circular economy in the water and wastewater sector. *Environmental Research*, 241(2024) 1-14.
- Younus, M. (2025). The Economics of A Zero-Waste Fashion Industry: Strategies To Reduce Wastage, Minimize Clothing Costs, And Maximize & Sustainability. *Strategic Data Management and Innovation*, 2(01), 116-137.

Etik, Beyan ve Açıklamalar

1. Etik Kurul izni ile ilgili;
☒ Bu çalışmanın yazar/yazarları, Etik Kurul İznine gerek olmadığını beyan etmektedir.
 2. Bu çalışmanın yazar/yazarları, araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduklarını kabul etmektedir.
 3. Bu çalışmanın yazar/yazarları kullanmış oldukları resim, şekil, fotoğraf ve benzeri belgelerin kullanımında tüm sorumlulukları kabul etmektedir.
 4. Bu çalışmanın benzerlik raporu bulunmaktadır.
-